

การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร 3821676 3816068

ปริญญานิพนธ์

ของ

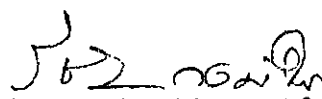
นิลศรี โศกมุต

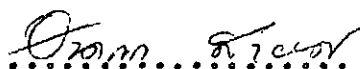
เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2521

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว  
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

.......... ประธาน

.......... กรรมการ

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เพราะผู้วิจัยได้รับคำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อังคณา สายยศ นอกจากอาจารย์  
สองท่านนี้แล้ว อาจารย์คอริส วิมลศิลป์ ไชยวทรจกแหบหคคยอภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง  
ในความกรุณาที่ได้รับเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ใหญ่โรงเรียนประถมทวิธาภิเศก อาจารย์ใหญ่โรงเรียนสวนอนันต์  
และอาจารย์ที่สอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทุกท่าน ที่ให้ความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือ และ  
ทำการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย และขอขอบใจนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทุกคน

ขอขอบคุณ คุณจินนาภา สีตบุตร คุณสุคนธ์ แพงศรีสาร คุณสุนันทา ลิ้มอารีย์  
คุณเรณู สิกขชาติ คุณยุพดี ปรีคงพันธ์ คุณปิ่นภพ จานงค์วุฒิ คุณเฉลิมศักดิ์ ชูปวา  
คุณเวช มงคล และทุกท่านที่มีส่วนช่วยในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของ  
คุณพ่อ คุณแม่ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนในการวางรากฐานการศึกษาให้แก่ผู้วิจัย

นิลศรี โคตมุต

## สารบัญ

| บทที่                                                                                           | หน้า     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1 บทนำ .....                                                                                    | 1        |
| ภูมิหลัง .....                                                                                  | 1        |
| ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....                                                            | 6        |
| ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า .....                                                               | 7        |
| ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า .....                                                                  | 7        |
| นิยามศัพท์เฉพาะ .....                                                                           | 8        |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                                                          | 9        |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนโมดูล .....                                                 | 9        |
| ผลงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาและการใช้บทเรียนโมดูลใน -<br>ต่างประเทศ .....                        | 33       |
| การใช้บทเรียนโมดูลและผลงานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโมดูล -<br>ในประเทศ .....                        | 36       |
| เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์<br>สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า ..... | 38<br>43 |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....                                                                      | 44       |
| กลุ่มตัวอย่าง .....                                                                             | 44       |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....                                                                | 45       |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล .....                                                                       | 48       |
| สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                           | 50       |
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                                    | 51       |

|   |                                                    |    |
|---|----------------------------------------------------|----|
| 5 | สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....                 |    |
|   | ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....               | 61 |
|   | กลุ่มตัวอย่าง .....                                | 61 |
|   | เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล .....            | 61 |
|   | การดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....                     | 62 |
|   | วิธีดำเนินการทดลอง .....                           | 62 |
|   | การวิเคราะห์ข้อมูล .....                           | 63 |
|   | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                         | 63 |
|   | อภิปรายผล .....                                    | 64 |
|   | ข้อเสนอแนะ .....                                   | 67 |
|   | บรรณานุกรม .....                                   | 69 |
|   | ภาคผนวก                                            |    |
|   | ก. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล                            |    |
|   | ข. บทเรียนโมเดล                                    |    |
|   | ค. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ |    |

## บัญชีตาราง

| ตาราง |                                                                                                                                                                                                                                                | หน้า |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | การแบ่งกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง .....                                                                                                                                                                                                           | 44   |
| 2     | เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน-<br>กลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม .....                                                                                                                                                | 52   |
| 3     | การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน -<br>วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์<br>ต่างกันคือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ระหว่างกลุ่มที่ -<br>เรียนจากบทเรียนโมดูล และการเรียนการสอนปกติ ..... | 53   |
| 4     | การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีความรู้ -<br>พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ ในกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และ<br>กลุ่มต่ำ ของกลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม .....                                                                             | 54   |
| 5     | การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแต่ละคู่ของนักเรียน ที่มี<br>ความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง<br>และกลุ่มต่ำ ที่เรียนจากบทเรียนโมดูล .....                                                                    | 55   |
| 6     | การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแต่ละคู่ของนักเรียน ที่มี<br>ความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันคือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง<br>และกลุ่มต่ำ ที่เรียนจากการเรียนการสอนปกติ .....                                                               | 56   |
| 7     | สถิติพื้นฐานและค่าจำเป็นของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน<br>ก่อนการดำเนินการทดลอง กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลัง-<br>การทดลองของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง<br>ปานกลาง และต่ำ ของกลุ่มทดลอง .....                        | 57   |
| 8     | เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการดำเนินการ<br>การทดลอง และภายหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง -<br>โดยรวม .....                                                                                                          | 58   |

|    |                                                                                                                                                                                                                           |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9  | คาสติพื้นฐานและค่านัยสำคัญของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน<br>ก่อนการดำเนินการทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลัง -<br>การทดลองของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง<br>ปานกลาง และต่ำ ของกลุ่มควบคุม ..... | 59 |
| 10 | เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการ -<br>ดำเนินการทดลอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการ -<br>ทดลองของกลุ่มควบคุมโดยรวม .....                                                                       | 60 |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                         | หน้า |
|---------------------------------------------------|------|
| 1. แสดงลำดับขั้นของงานในการสร้างบทเรียนโมดูล..... | 21   |
| 2. แสดงขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนโมดูล.....         | 22   |
| 3. แสดงโครงสร้างในการวางแผนสร้างโมดูล .....       | 22   |

## ภูมิหลัง

การจัดการศึกษาให้ได้อุณภาพเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนา เพราะการพัฒนาประเทศต้องอาศัยการศึกษาเป็นพื้นฐานที่จะไปพัฒนาประชากรของชาติ ให้เป็นผู้ออกไปดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพในด้านเศรษฐกิจและสังคมของชาติ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2517 : 54) ให้ข้อคิดไว้ว่า "คุณภาพของประชาชนในประเทศหนึ่ง เป็นผลผลิตของระบบการศึกษาของประเทศนั้น"

แต่ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการจัดการศึกษาของประเทศไทย คือ การเพิ่มของประชากรในอัตราสูง ดังที่เพลต (Platt, 1964 : 26) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความต้องการกำลังคนของประเทศไทย ไว้ในปี พ.ศ. 2523 โดยอาศัยข้อมูลจากการขยายตัวของ - พลเมือง แผนพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ และการสำรวจแรงงาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความต้องการกำลังคนจะมีอัตราสูงขึ้นเรื่อย ๆ เป็นที่คาดหมายว่า ในปี 2523 ประเทศไทยจะมีพลเมืองประมาณ 50 ล้านคน ในจำนวนนี้จะมีประชากรที่อยู่ในวัย 5-9 ปี ซึ่งเป็นวัยของการศึกษาเล่าเรียน ประมาณ 19.5 ล้านคน แต่ในปีนั้นรัฐจะสามารถจัดการศึกษาให้ได้ประมาณ 8.2 ล้านคน ซึ่งจะเห็นได้ว่า รัฐไม่สามารถจัดการศึกษาให้กับประชาชนได้อย่างเพียงพอและทั่วถึง เพราะผู้ที่ได้ศึกษาเล่าเรียนมีจำนวนไม่ถึงครึ่งของประชากรในวัยเรียน จึงเป็นปัญหาที่รัฐบาลจำเป็นต้องหาวิธีการแก้ไขที่เหมาะสม แต่การแก้ไขโดยวิธีเพิ่มจำนวนโรงเรียน และครูให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นนี้ ย่อมจะต้องใช้งบประมาณมาก ซึ่งเป็นไปได้ยาก เพราะประเทศไทยเป็น - ประเทศที่มีปัญหาทางเศรษฐกิจ การที่จะจัดสรรงบประมาณจำนวนมากมาใช้ในด้านการศึกษา แต่เพียงด้านเดียว ย่อมกระทำไม่ได้ จึงทำให้นักการศึกษาทั้งหลายพยายามคิดหาแนวทางต่าง ๆ ที่จะแก้ไขปัญหามานาน รุ่ง แก้วแดง (รุ่ง แก้วแดง, 2513 : 60) ให้ข้อคิดไว้ว่า ประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาที่จะหวังการเพิ่มงบประมาณของการศึกษา

ให้มากขึ้นในกรณีของประเทศไทย ย่อมทำได้ยาก แต่สามารถนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ทางการศึกษาเข้ามาใช้" และเป็นความคิดเห็นที่สอดคล้องกับรายงานการศึกษา ของ ยูเนสโก ที่กล่าวว่า การเพิ่มปริมาณโรงเรียน ครู และสิ่งอื่น ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่จะเสริมคุณภาพการศึกษาในระดับประถมให้พอเพียงนั้น เป็นการสิ้นเปลืองสูง จนคิดว่าประเทศที่กำลังพัฒนาทำไม่สำเร็จ เขาจึงเสนอแนะให้มองหาทางเลือกอื่น และเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้ นั่นคือ นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา (เป่รื่อง กุมภาพันธ์, 2517 : 149)

นวัตกรรมทางการศึกษา คือ ความคิด และการกระทำใหม่ ๆ ในระบบการศึกษา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการศึกษา (นิพนธ์ สุขปรีดี, 2519 : 6) เทคโนโลยีทางการศึกษา เป็นการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวความคิด กระบวนการ เทคนิค ตลอดจนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ทางการศึกษา และเทคโนโลยีทางการศึกษายังมีบทบาทสำคัญต่อการแก้ปัญหาของประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา (อุทัย บุญประเสริฐ, 2517 : 80)

ความก้าวหน้าทางด้านวิชาการอย่างรวดเร็วก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึง เพราะจะต้องสอนให้นักเรียนติดตามให้ทัน ได้มีผู้คำนวณว่าเวลานี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นั้น เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าตัวทุกรอบ 10 ปี (กอบ สุวัณณิกานิช, 2517 : 71) อันมีผลทำให้การดำรงชีวิตของของคนเปลี่ยนไป ทำให้มาตรฐานทางสังคมเปลี่ยนไปจากเดิมเสมอ การจัดการศึกษาจำเป็นต้องมีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้นเป็นอันมาก

ปัญหาการเพิ่มของพลเมือง และปัญหาความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของวิทยาการ ดังกล่าวแล้วนั้น นับเป็นผลกระทบกระเทือนต่อการจัดการศึกษา แม้แต่การจัดการศึกษาทั่วโลกก็มองเห็นว่า เวลานี้ระบบการศึกษาเข้าสู่ยุคที่เรียกว่า เป็นยุคแห่งวิกฤตการณ์ (กอบ สุวัณณิกานิช, 2517 : 72) ระบบการศึกษาในปัจจุบันไม่สามารถให้การศึกษาก่อนได้เท่ากับความจริงที่มีอยู่ในสังคมขณะนี้ วิธีการเรียนการสอนในยุคนี้ จึงควรที่จะเป็นการมุ่งให้เข้าใจวิธีเรียน (Learning to Learn) มากกว่าอย่างอื่น และมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา และนำเอาหลักการไปใช้ในชีวิตประจำวัน

(อัมพร มีสุข, 2517 : 4) แต่การเรียนการสอนในปัจจุบันครูส่วนมากยังเน้น - การสอนแบบบรรยาย และนำสื่อการสอนมาใช้น้อยมาก ส่วนกระบวนการในการเรียน ของนักเรียนก็คือการนั่งฟังครูอธิบาย โดยนั่งเป็นแถวอย่างเรียบร้อย ความรู้ในเนื้อหา หลักการ กฎ และสูตร ได้จากการท่องจำเป็นส่วนใหญ่ ขาดการเน้นวิธีการที่จะสอน ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง คือ ขาดแนวทางในการชี้แนะให้ค้นพบความสามารถของ - ตนเอง ขาดการฝึกให้เป็นคนคิดเป็นทำเป็น ตลอดจนทำให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน - การสอน ดังนั้นการแก้ปัญหาการศึกษาในสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้ จึงควรแก้ด้วยวิธี การปรับปรุงการเรียนการสอน โดยการประยุกต์เอาเทคนิควิธีการ แนวความคิด และ เครื่องมือใหม่ ๆ มาใช้เพื่อแก้ปัญหาด้านการศึกษาทั้งในด้านการขยายงาน และในด้านการ ปรับปรุงคุณภาพของการเรียนการสอน ซึ่งเป็นความเคลื่อนไหวที่เป็นผลโดยตรง - จากการเปลี่ยนแปลงทางด้านแนวความคิดพื้นฐานทางการศึกษา ในด้านความแตกต่าง - ระหว่างบุคคล (วิจิตร ศรีสอาน, 2516 : 100) จากแนวความคิดพื้นฐานอันนี้เอง ก็ได้เกิดมีการผลิตแบบเรียน วัสดุอุปกรณ์การสอน และวิธีการสอนหลายอย่าง ที่จะช่วย ให้นักเรียน เรียนได้ตามความสามารถมากขึ้น เช่น ชุดการสอนรายบุคคล บทเรียน - สำเร็จรูป เป็นต้น

บทเรียนโมดูลเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ที่เป็นผลมาจากแนวความคิด พื้นฐานทางการศึกษาคงกล่าวมาแล้ว และเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีระเบียบ - แบบแผน (Lawrence, 1973 : 1) มีลักษณะที่รวมเอาวิธีการสอน (Instructional Modes) หลายแบบเข้าไว้ด้วยกัน แทนที่จะใช้การสอนอย่างเดียว เช่น การบรรยาย ก็อาจมีกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การเรียนในกลุ่มย่อย ตลอดจนการศึกษาทดลอง และการใช้ บทเรียนสำเร็จรูป เป็นต้น บทเรียนโมดูลมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนเป็นคุณลักษณะเด่นที่สุด ของโมดูล (Lawrence, 1973 : 10) นอกจากนี้ก็จะมีการวัดผลก่อนเรียน และ หลังการเรียน ตลอดจนมีการเรียนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมินผล ซึ่งเมื่อพิจารณาหลักการวัดผลการศึกษาตามแนวหลักสูตรใหม่ทั้งในระดับประถมและมัธยม แล้ว จะเห็นว่าสอดคล้องกับหลักการของโมดูล จึงเป็นที่คาดหวังว่า โมดูลน่าจะเข้ามา



วิทยาศาสตร์เป็นวิชาสำคัญวิชาหนึ่งที่โรงเรียนได้จัดให้ทุกคนได้เรียนรู้ เพราะการสอนวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนการวางรากฐานของการพัฒนาประเทศ (พิทักษ์ รัชพลเดช, 2513 : 3) ประเทศที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี เป็นผู้นำในสังคมแห่งโลก เช่น อังกฤษ รัสเซีย สหรัฐอเมริกา ฯลฯ ล้วนแต่เป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น โดยเฉพาะการดำรงชีวิตอยู่ในปัจจุบันนี้ ใ้ไม่มีผลผลิตของวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องในชีวิตของคนเราตลอดเวลา ผู้ที่ขาดความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ย่อมจะไม่สามารถปรับตัวให้อยู่ในสังคมปัจจุบันได้อย่างมีความสุข ดังที่พิทักษ์ รัชพลเดช (พิทักษ์ รัชพลเดช, 2513 : 12) ได้กล่าวไว้ว่า "การศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญในโลกปัจจุบัน ควรจัดให้เด็กได้มีโอกาสเรียน - วิทยาศาสตร์มาก ๆ คือให้เรียนตั้งแต่เริ่มเข้าเรียนในชั้นประถมศึกษา เพื่อให้เด็กได้รับความรู้ ทักษะ วิธีวิทยาศาสตร์ และทัศนคติวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นพลเมืองที่สามารถ เพราะประเทศที่จะใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาประเทศได้นั้น ประชากรทุกระดับอาชีพจะต้องมีทัศนคติตามแนววิทยาศาสตร์ กล่าวคือ มีวิธีการคิดหาเหตุผล ไม่ - เชื่องมง่าย ปรับปรุงตัวเอง และเข้าใจหลักเกณฑ์ของธรรมชาติ (ระวี ภาวิไล, 2515 : 52) ซึ่งนับได้ว่าเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่ต้องการให้เกิดเป็นผลเบื้องต้นสำหรับผู้เรียน ในการจัดการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์

สำหรับการจัดหลักสูตรใหม่ในชั้นประถมศึกษานั้น วิทยาศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ซึ่งแบ่งออกเป็นเรื่อง ๆ ที่เป็นปัญหา และจำเป็นต่อชีวิต เพื่อที่จะให้เกิดผลใหญ่ ๆ กล่าวคือ ชีวิตที่อยูรอด ชีวิตที่อยู่ที่ดีในสังคม และสภาพแวดล้อม และชีวิตที่มีหลักการ (ประหยัด จีระวรพงศ์, 2519 : 6)

ตามที่กล่าวมานั้นย่อมจะเห็นว่าวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตของบุคคลเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในยุคปัจจุบัน แต่ผลอันจะเกิดขึ้นแก่ประชากรของชาตินั้น ย่อมขึ้นอยู่กับวิธีการศึกษา โดยเฉพาะในระบบการเรียนการสอนเป็นสำคัญ ปัญหาเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์นั้นพบว่า ครูส่วนใหญ่ยังใช้วิธีสอนแบบเดิม คือ สอนอ่านและบรรยาย เน้นเรื่องการท่องจำเป็นส่วนใหญ่ จะเห็นได้จากแบบเรียนและหนังสือวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ยังเป็นหนังสืออ่านเล่น คือ ไม่มีการทดลอง ไม่มีการหุ้ให้เข้าใจใน

แห่งวิทยาศาสตร์ (กรมการฝึกหัดครู, 2514 : 82) ครูประมาณ 80 % ยึดตำราเป็นหลักในการสอน สอนตามตำราทุกบททุกตอน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามสภาพแวดล้อม ซึ่งไม่ทำให้เด็กอยากเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้นเลย (อำนาจ เจริญศิลป์, 2517 : 15-23) แต่จากการค้นคว้าวิจัย หาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น พบว่าลักษณะของวิชานี้ นักเรียนจะต้องทำการทดลอง และค้นพบความรู้ทางทฤษฎี กฎ หรือสูตรด้วยตนเอง จากเครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะเห็นได้ว่ากระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น มีลักษณะสัมพันธ์กับการเรียน โดยใช้บทเรียนโมดูล คือเน้นที่ตัวผู้เรียนจะต้องประกอบกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง เพื่อให้บรรลุจุดหมายที่ตั้งไว้ ฉะนั้นการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลในวิชาวิทยาศาสตร์ จึงน่าจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการเรียนตามนโยบาย และความมุ่งหมายของวิชาได้เป็นอย่างดี

จากปัญหาและเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงได้สร้างบทเรียนโมดูล วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก เพื่อทดลองใช้กับนักเรียนในระดับประถมศึกษา โดยอาศัยแนวคิดของลอเรนซ์ (Lawrence, 1973 : 1) ที่กล่าวว่า โมดูลเป็นการจัดรูปแบบการสอนอย่างหนึ่ง ซึ่งนอกจากจะใช้ได้เป็นอย่างดีกับผู้ใหญ่แล้ว ยังนำไปใช้ได้กับเด็กอายุตั้งแต่ 9 ขวบขึ้นไป

#### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโมดูล และการสอนปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันคือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ

### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้านี้จะทำให้ทราบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล และที่เรียนโดยใช้วิธีสอนปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

2. เพื่อเป็นการเสนอเกี่ยวกับวิธีการสอนแนวใหม่แก่ครู และผู้บริหาร - การศึกษาที่จะใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการเรียนการสอน ซึ่งจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบทบาทในการสอนวิทยาศาสตร์

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้ทดลองทั้งในบทเรียนโมดูล และการเรียนการสอนแบบปกติ ใช้เนื้อหาเดียวกัน เป็นเนื้อหาที่นำมาจากหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2503 และหลักสูตรประถมศึกษา - ประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับร่าง) ใช้เวลาสอนกลุ่มละ 12 ชั่วโมง ตามเนื้อหา ดังต่อไปนี้

- 1.1 แหล่งน้ำธรรมชาติ
- 1.2 ธรรมชาติของน้ำ
- 1.3 การทำน้ำให้สะอาด
- 1.4 ประโยชน์ของแหล่งน้ำ
- 1.5 การสงวนรักษาน้ำ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองบทเรียนโมดูล เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสวนอนันต์ อำเภอบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 45 คน กลุ่มควบคุม 45 คน โดยวิธีสุ่ม ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2521

3. ตัวแปรที่จะศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ

- วิธีสอน
- ระดับความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ

2. ตัวแปรตาม

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนโมดูล หมายถึงชุดของวัสดุการสอนที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง และมีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของการสอน คือ จุดมุ่งหมาย กิจกรรมการเรียน และการประเมินผล บทเรียนโมดูลที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่บทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล หมายถึงการสอนที่ให้นักเรียน เรียนจาก บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. การเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึงการเรียนการสอนจากบันทึกการสอน ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา อุปกรณ์การสอน และแบบฝึกหัดเช่นเดียวกัน กับโมดูลสอนโดยใช้วิธีบรรยาย ชักถาม สาธิตทดลอง อ่านหรืออภิปรายกันโดยมีครู เป็นผู้สอน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบ หลังจากสิ้นสุดการเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. ความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึงคะแนนที่ได้จากผลการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ตลอดปี ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งแบ่งเป็น

- กลุ่มสูง หมายถึง กลุ่มที่อยู่ในตำแหน่งเปอร์เซนต์ไทล์ตั้งแต่ 75 ขึ้นไป
- กลุ่มปานกลาง หมายถึง กลุ่มที่อยู่ในตำแหน่งเปอร์เซนต์ไทล์ระหว่าง 25-74
- กลุ่มต่ำ หมายถึง กลุ่มที่อยู่ในตำแหน่งเปอร์เซนต์ไทล์ต่ำกว่า 25

## บทที่ 2

### เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูล
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์

#### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูล

##### บทเรียนโมดูลคืออะไร

ลอเรนซ์ (Lawrence, 1973 : 10) กล่าวถึงโมดูล (Module) ว่าเป็นเซต (Set) ของวัสดุและขบวนการสอนที่มีองค์ประกอบพื้นฐานของการสอนรวมอยู่ด้วย อันได้แก่จุดมุ่งหมาย กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล เป็นวิธีการที่ค่อนข้างใหม่ จึงทำให้บทเรียนโมดูลมีความแตกต่างจากตำรา สมุดแบบฝึกหัด ใบกำหนดงาน (Work Sheet) ใบสั่งงาน (Assignment Sheet) การปฐกฐา คำถามและการสอนของครู และการสาธิต

คณะกรรมการอุดมศึกษาแห่งชาติศึกษา (The Commission on Undergraduate Educational in Biological Science) (อ้างจาก บุญมี ก้อนทอง, 2519 : 2) โมดูล หมายถึงบทเรียนหรือหน่วยใดหน่วยหนึ่งที่สำเร็จในตัวเอง แต่ละโมดูลประกอบด้วยวัสดุ (Materials) และคำสอน (Instruction) ที่จำเป็นในการจะนำนักเรียนไปสู่จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้สำหรับโมดูลนั้น ๆ ขนาดของโมดูลขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และวัตถุประสงค์ในแต่ละโมดูลนั้น ควรให้เหมาะสมกับระดับนักเรียน และเวลาที่ใช้ในการเรียนด้วย

สถาบันวางแผนการศึกษาและพัฒนาหลักสูตร (an APEID Regional Planning Workshop on Teacher Education and Curriculum for Development) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโมดูล (an APEID Regional Planning Workshop, 1975 : 6)

ว่าคือ บทเรียนที่สำเร็จในตัวเอง ประกอบด้วยคำบรรยายและคำแนะนำ ซึ่งทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้มากกว่าที่จะทำให้อ่านได้ เป็นกลุ่มของอุปกรณ์การเรียน ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลักของบทเรียน คือ ความมุ่งหมาย กิจกรรมการเรียนและการประเมินผล ตามปกติบทเรียนโมดูลจะเขียนเป็นแบบฟอร์มไว้ โมดูลเป็นกลุ่มประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งสมรรถภาพตามความมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

ดังนั้นโมดูลจึงมีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปชนิดหนึ่ง ซึ่งรวมเอาองค์ประกอบสำคัญของการสอนเข้าไว้ในชุดของวัสดุการสอนนั้น โดยที่โมดูลมีกิจกรรมที่จะใช้เรียนได้มากกว่าการเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปที่เรียกว่า Programmed Learning แต่โมดูลมีความหมายกว้างกว่า และบทเรียนโปรแกรมสามารถนำมาใช้เป็นกิจกรรมการเรียนในโมดูลได้อีกด้วย

### ลักษณะสำคัญของบทเรียนโมดูล

ลอเรนซ์ (Lawrence, 1973 : 13-14) ได้อธิบายถึงลักษณะสำคัญของบทเรียนโมดูลไว้ดังนี้

1. ส่วนแรกของโมดูลจะเป็นบทนำที่กล่าวถึงเนื้อหาของโมดูล ข้อความในตอนนี้จะให้ข้อมูลสำหรับเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจของผู้ที่ใช้โมดูลนั้น ๆ ต่อจากนั้นสารบัญจะเป็นเค้าโครงละเอียด (Prospectus) ที่กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของโมดูล ผลที่ผู้เรียนคาดหวังไว้ว่าจะได้รับ และรายการอย่างย่อ ๆ ของโมดูล

นอกจากนั้น โมดูลจะมีชุดของคู่มือสำหรับใช้โมดูลนั้น ๆ และบางครั้งก็จะมีแผนภูมิแสดงขั้นตอน การใช้โมดูลนั้นไว้ด้วย

2. กิจกรรมของโมดูล เป็นกิจกรรมที่สามารถปฏิบัติได้ตามจุดมุ่งหมายเฉพาะของโมดูล โดยจะจัดขึ้นให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเฉพาะของโมดูลนั้น บางโมดูลจะมีกิจกรรมอยู่ครบถ้วน (Self Contained) คือมีแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ ตามต้องการที่จะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย แต่โมดูลบางชุดก็จะให้เพียงแหล่งทรัพยากรอ้างอิง (Resource) เท่านั้น และกำหนดกิจกรรมที่จะต้องทำ เมื่อผู้เรียนได้แหล่งทรัพยากรอ้างอิงเหล่านั้นมาแล้ว

3. การประเมินผลหลังการเรียน (Post - Assessment) เป็นส่วนสำคัญสุดท้ายของโมดูล จากการประเมินผลนี้ผู้เรียนจะตรวจสอบดูว่าตนเองบรรลุจุดมุ่งหมายได้แค่ไหนเพียงใด และในโมดูลควรจะแนะนำให้ผู้เรียนค้นหาทางบรรลุจุดมุ่งหมายอื่นใดที่ยังไม่บรรลุถึงอย่างแท้จริง การประเมินผลการเรียนบางอย่างเป็น "ปรนัย" ก็คือการสร้าง-มาตรฐานภายนอกที่ผู้เรียนสามารถนำไปวัดผลที่ตนเองได้รับจากการเรียนโมดูลนั้น นอกจากนั้น ยังเป็นแนวทางสำหรับประเมินผลที่ได้รับเป็นส่วนทั่วของผู้เรียน ในบางโมดูล การประเมินผลหลังการเรียนก็ทำอย่างง่าย ๆ ด้วยการทดสอบซ้ำกับการประเมินผลเบื้องต้นนั่นเอง และการประเมินผลอาจจะเป็นวิธีการสังเกตโดยปราศจากความลำเอียงของบุคคลอื่นก็ได้ ถ้าหากจุดมุ่งหมายนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงด้านเจตคติ (Affective) ของผู้เรียน

### การสอนด้วยบทเรียนโมดูลแตกต่างจากการสอนแบบเดิมอย่างไร

ฮุสตันและคณะ (Houston and Others, 1972 : 74-75) ได้กล่าวถึงลักษณะการสอนด้วยบทเรียนโมดูลดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างโปรแกรมการเรียนในส่วนย่อย หรือในรายวิชาจำเป็นต้องพิจารณาโปรแกรมใหญ่ทั้งหมดเสียก่อนเสมอ ในทางปฏิบัติที่ผ่านมา ผู้สอนมักจะไม่ค่อยคำนึงถึงโครงการใหญ่มากนัก มักสอนตามที่เห็นสมควร ประสิทธิภาพการเรียนจึงไม่สอดคล้องสัมพันธ์กัน ทำให้เกิดช่องว่างและเนื้อหาซ้ำซ้อน
2. เน้นตัวผู้เรียน (Learner) มากกว่าผู้สอน (Instructor) โดยถือเอาความต้องการของผู้เรียนเป็นเครื่องกำหนดสิ่งที่จะเรียน ไม่ใช่ถือเอาความรู้ของครูและอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นเครื่องกำหนดเนื้อหาเช่นแต่ก่อน แต่ผู้เรียนสามารถเลือกกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง การใช้บทเรียนโมดูลจะทำให้ผู้สอนมองเห็นว่าการสอนโดยใช้การบรรยายนั้นสำคัญน้อยลง
3. เน้นจุดประสงค์เป็นเบื้องต้น ไม่ใช่เน้นที่กิจกรรมการเรียน จุดประสงค์จึงต้องบ่งไว้อย่างชัดเจนเป็นประการแรก ส่วนกิจกรรมการเรียนเพื่อให้จุดประสงค์ได้บรรลุผลสำเร็จจึงจะตามมา การเรียนการสอนที่เน้นจุดประสงค์ไว้อย่างชัดเจนดังกล่าว จะช่วยจัด

ปัญหาอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนการสอนออกไปได้

4. เป็นการเรียนแบบรายบุคคล (Individualized) และเป็นส่วนตัว (Personalized) การเรียนเป็นรายบุคคลในแง่ที่ว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ช้าหรือเร็วตามขีดความสามารถของตน และการเรียนนั้นเน้นเป็นเรื่องส่วนตัวในแง่ที่ว่าผู้เรียนแต่ละคนอาจมุ่งไปสู่เป้าประสงค์ (Goals) และจุดประสงค์ (Objectives) หลายอย่างต่างกันได้ การเรียนการสอนที่ใช้อยู่ทั่วไปนั้นคือ การเปรียบเทียบทาง การเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ส่วนการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลนั้น เปรียบเทียบ การเรียนกับจุดประสงค์ที่ใ้กว้างไว้วงหน้าเท่านั้น

5. บทเรียนโมดูลรวมเอาวิธีการสอน (Instructional Modes) หลายอย่างเข้าไว้ด้วยกัน แทนที่จะใช้การสอนเพียงอย่างเดียว เช่น การบรรยาย ก็อาจใช้กิจกรรมอื่น ๆ เป็นต้นว่า การเรียนในกลุ่มย่อย จนถึงการศึกษาทดลอง และ การใช้บทเรียนสำเร็จรูป เป็นต้น

6. บทเรียนโมดูลเน้นที่กระบวนการ (Process) ไม่ใช่ผลขั้นสุดท้าย (Product) จึงต้องมีการแก้ไขปรับปรุงตลอดเวลา

จากที่กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่าบทเรียนโมดูลเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาการเรียนการสอน ที่จะส่งผลให้การปรับปรุงหลักสูตร ได้บรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้

### ส่วนประกอบและรูปแบบของบทเรียนโมดูล

โมดูลต่าง ๆ มีรูปแบบค่อนข้างมาตรฐาน ไม่มีใครขึ้นทะเบียนลิขสิทธิ์รูปแบบ อันใจไว้ และก็ไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัว แต่อาศัยการให้เหตุผลตามหลัก - ตรรกศาสตร์ ทำให้โมดูลมีองค์ประกอบบางอย่างจัดอยู่ในลำดับขั้นตอนอย่างมีระบบ และสัมพันธ์กันอย่างเด่นชัด (Lawrence, 1973 : 3)

ฮุสตันและคณะ (Houston and Others, 1972 : 125-132) ได้ให้ ความเห็นเกี่ยวกับโมดูล และรูปแบบอนุกรมรวมของโมดูลว่า อาจมีความแตกต่างกันไป ตามจุดมุ่งหมาย ผู้ฟัง เครื่องอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ และความต้องการที่จะใช้ -

อุปกรณ์พิเศษ เมื่อไม่คำนึงถึงรูปแบบแล้ว โมดูลจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ 5 ส่วนดังนี้

1. เค้าโครงละเอียด (Prospectus) เป็นส่วนที่รวมเอาหลักการและเหตุผลไว้ด้วย ซึ่งหลักการและเหตุผลนี้จะบอกอย่างชัดเจนเกี่ยวกับเรื่อง

1. ความสำคัญของความมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลที่มีต่อผู้เรียน และการศึกษาในโมดูลนั้น

2. เค้าโครงสิ่งที่ผู้เรียนจะได้เรียนจากโมดูลนั้น

ถ้าผู้เรียนเข้าใจความมุ่งหมายของบทเรียนก็จะเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลต่อผู้เรียนมาก ในส่วนเค้าโครงละเอียดนี้จะเป็นโครงร่าง (Outline) ของโมดูลด้วย จะบอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่า ต้องผ่านการเรียนอะไร หรือมีความรู้พื้นฐานอะไร (Prerequisite) และบอกวิธีดำเนินการอย่างคร่าว ๆ ที่จะทำโมดูลนี้สำเร็จ

2. จุดมุ่งหมาย (Objectives) เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของบทเรียน ทุกประโยคของความมุ่งหมายจะต้องชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ กำหนดความสามารถอะไร พฤติกรรมอะไร ที่ผู้เรียนจะต้องแสดงออกได้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว จึงจะเรียกได้ว่าผ่านบทเรียนโมดูลนี้ไปได้ ความมุ่งหมายทำให้เราวางแผนและประเมินผล การเรียนของผู้เรียนได้ จุดมุ่งหมายเป็นส่วนที่ช่วยวางโครงสร้างของโมดูล และช่วยเสนอแนะกิจกรรมการเรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุถึงสมรรถภาพที่วางไว้

3. การประเมินเบื้องต้น (Pre - Assessment) การประเมินผลเบื้องต้น หมายถึงการวัดในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความรู้ หรือสมรรถภาพพื้นฐานในการเรียนการสอนที่กำลังจะเรียนต่อไปได้หรือไม่ หรือควรจะต้องศึกษาสิ่งที่เป็นความรู้พื้นฐาน หรือจะต้องฝึกสมรรถภาพที่เป็นพื้นฐานนั้นก่อนเริ่มเรียน

2. เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ ที่ระบุไว้ในโมดูลที่กำลังจะเรียนแล้วหรือยัง หรือเขาควรจะต้องช่วยในกิจกรรมการเรียนต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุ

ถึงจุดมุ่งหมายของโมดูลนั้น

3. เพื่อความที่นักเรียนมีความรู้ความสามารถในบางส่วนที่ระบุไว้ในโมดูลที่กำลังจะเรียนหรือไม่ ถ้ามีเขาอาจจะรวมในกิจกรรมการเรียนเพียงบางกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เขายังไม่ได้เรียนรู้เท่านั้น

การประเมินผลเบื้องต้น จึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ความสามารถของตนตามจุดมุ่งหมายบางส่วนหรือทั้งหมด นอกเหนือการประเมินผลเบื้องต้นยังช่วยชี้ให้เห็นว่าผู้เรียน อาจจะยังไม่พร้อมที่จะเรียนในโมดูลนี้ เนื่องจากขาดความรู้พื้นฐานเบื้องต้น โดยปรกติการประเมินผลเบื้องต้นมักจะใช้การทดสอบโดยการเขียน แต่ก็ไม่ได้กำหนดแน่นอนตายตัว จะใช้การทดสอบแบบใดต้องพิจารณาตามความเหมาะสมของความมุ่งหมาย เนื้อหาวิชา และระดับผู้เรียน การอภิปรายระหว่างผู้เรียนและอาจารย์ และการสังเกตของบุคคลอื่นก็อาจจะเป็นการประเมินผลเบื้องต้นได้

4. กิจกรรมการเรียน (Learning Activities) การเลือกกิจกรรมการเรียนจะจัดตามความมุ่งหมายของโมดูล และมีกิจกรรมไว้หลายอย่างให้นักเรียนได้เลือก กิจกรรมเลือกแต่ละอย่างจะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของบทเรียน นักเรียนไม่จำเป็นต้องทำกิจกรรมบางอย่างในชุดกิจกรรมนั้น ความรับผิดชอบของนักเรียนจะต้องประกอบกิจกรรมการเรียนเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในโมดูล และนักเรียนยังมีอิสระที่จะจัดกิจกรรมของตนเอง นอกเหนือจากประสบการณ์ที่ครูจัดไว้

5. การประเมินผลหลังการเรียน (Post - Assessment) ส่วนสำคัญสุดท้าย วิธีการประเมินผลหลังการเรียนอาจจะแตกต่างกันไปได้หลายอย่าง เช่นเดียวกับวิธีประเมินผลเบื้องต้น การประเมินผลนี้จะบอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่า เขาได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้แล้วเพียงใด และจะต้องเรียนเพิ่มเติม (Remediation) อย่างไร ถ้าไม่ผ่านการทดสอบภายหลังการเรียน นอกจากนี้การประเมินผลหลังการเรียนจะเป็นประโยชน์ในการแสดงถึงพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียน และประสิทธิภาพของบทเรียนโมดูลด้วย ที่จะช่วยให้ผู้สร้างโมดูลได้มีการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ดังนั้นบทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นมาก็จะมีรูปแบบแตกต่างกันไป ตามความต้องการ และการพัฒนารูปแบบโมดูลของแต่ละมหาวิทยาลัย ที่สร้างโมดูลสำหรับนำมาใช้ในการเรียนการสอน จึงทำให้มีโมดูลหลายแบบดังนี้

บทเรียนโมดูลจากการประชุมของคณะกรรมการ CUEBS (The Commission on Undergraduate Education in the Biological Science) ในปี ค.ศ. 1970 ได้อธิบายรายละเอียดรูปแบบโมดูล ซึ่งประกอบด้วยสิ่งสำคัญ ๆ หลายประการ แต่บางโมดูลไม่จำเป็นต้องมีครบทุกรายการก็ได้ (บุญมี ก้อนทอง, 2519 : 21-22) คือ

1. วัตถุประสงค์ของบทเรียน (Purpose of Module)
2. ทักษะและความรู้พื้นฐาน (Prerequisite Skill)
3. ความมุ่งหมายของบทเรียน (Instructional Objective)
4. การทดสอบก่อนความรู้ (Diagnostic Pre-test)
5. อุปกรณ์ประกอบบทเรียนโมดูล (Implementer for The Module)
6. โปรแกรมการเรียนรู้ในโมดูล (The Module Program)
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับโมดูล (Related Experience)
8. การทดสอบหลังการเรียนรู้ (Evaluation Post-test)
9. การประเมินผลโมดูลเพื่อการปรับปรุงบทเรียน (Assessment of The Module)

---

บทเรียนโมดูลจากการรวบรวมของฮุสตันและคณะ (Houston and Others, 1972 : 125-132) เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางสำหรับฝึกอบรมผู้สร้างโมดูล ซึ่งมีอยู่ 4 แบบด้วยกัน

โมดูลรูปแบบ ก (Module Format - A)

โมดูลรูปแบบ ก นี้กำลังใช้อยู่ในโครงการพัฒนาและเผยแพร่โมดูล การสอนของคณะครู (Teacher Corps Instructional Module Development and Dissemination Project) อำนวยการสร้างโดยวิลฟอร์ด เวมเบอร์

(Wilford Weber) ศูนย์กลางของโครงการนี้อยู่ที่มหาวิทยาลัยฮุสตัน (University of Houston) เป็นโมดูลที่ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. บทนำ (Title Page) ในส่วนนี้จะบอกชื่อผู้สร้างหรือผู้ปรับปรุงบทย่อของบทเรียน ชื่อบทเรียนโมดูล สถานที่ที่จะติดต่อกับผู้สร้างโมดูล วันที่ที่ปฏิบัติงาน ข้อเสนอแนะของผู้ปรับปรุงและคนอื่น ๆ และถ้าบทนำเป็นส่วนของบทเรียน โมดูลก็จะมีรายชื่อบทเรียนโมดูลในชุดนั้นไว้ด้วย

2. ส่วนที่เป็นตัวโมดูล (The Body of the Module Description) รายละเอียดของตัวโมดูลนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาโมดูล ในส่วนนี้จะประกอบด้วย

2.1 หลักการและเหตุผล (Rationale)

2.2 จุดมุ่งหมาย (Objective)

2.3 ความรู้พื้นฐาน (Prerequisite)

2.4 การประเมินผลเบื้องต้น (Pre - Assessment)

2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)

2.6 การประเมินผลหลังการเรียนรู้ (Post - Assessment)

2.7 การเรียนซ่อมเสริม (Remediation)

3. ภาคผนวก (An Appendix) ถ้าจำเป็น

ในภาคผนวกนี้จะเป็นส่วนที่รวบรวมวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของโมดูล เช่น สิ่งที่ต้องแจกเด็กทำแบบฝึกหัด รายชื่อหนังสืออ้างอิง กระดาษ คินสอ เครื่องมือในการประเมินผลก่อนเรียน และภายหลังการเรียนรู้ เป็นต้น

โมดูลรูปแบบ ข (Module Format - B)

โมดูลรูปแบบ ข เป็นโมดูลที่ได้รับการพัฒนาขึ้นที่วิทยาลัยแซนดิเอโก สเตท (San Diego State College) อำนวยการณ์โดยโทมัส นาเกล (Thomas Nagel) และพอล ริชแมน (Paul Richman) ใช้รูปแบบที่แตกต่างออกไปเล็กน้อย ดังต่อไปนี้

ชื่อโมดูล

ชื่อผู้สร้างโมดูล

ความคิดรวบยอด และหลักการพื้นฐาน ( Basic Term and Concepts)

1. ความรู้พื้นฐาน ( Prerequisite)
2. เวลาโดยประมาณ (Estimated Time)
3. เป้าหมาย ( Goal)
4. ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ( Experiences to be Scheduled in Advance)
5. การประเมินผลก่อนเรียน (Pre - Assessment)
6. จุดมุ่งหมาย (Objectives)
7. กิจกรรมการเรียน ( Instructional Activities)
8. การประเมินผลหลังการเรียน (Post - Assessment)
9. การเรียนซ่อมเสริม ( Remediation)

สื่อการเรียน (Supporting Materials)

โมดูลรูปแบบ ค ( Module Format - C)

โมดูลแบบนี้สร้างที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียใต้ ( University of Southern California) โดยการนำของแพทริเซีย เฮฟเฟอร์แมน-คาบรีรา (Patricia Hefferman - Cabrera) และวิลเลียม ทิกูนอฟ (William Tikunoff) มีแบบฟอร์มดังนี้

สารบัญ (Table of Contents)

เค้าโครงละเอียด (Prospectus)

คำนำ ( Perspective)

จุดมุ่งหมาย ( Objective)

ความรู้พื้นฐาน ( Prerequisite)

คำอธิบายโมดูล (Description of Module)

ลำดับขั้นตอนในการทำโมดูล (Steps for Completing the Module)

การประเมินผลก่อนการเรียนรู้ (Pre - Assessment)

รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ (Description of Enabling Activities)

การประเมินผลหลังการเรียนรู้ (Post - Assessment)

การเรียนรู้ซ่อมเสริม (Remediation)

ส่วนที่เป็นวัสดุเสริมการเรียนรู้ จะรวมอยู่เป็นชุดแยกไว้ต่างหาก วัสดุแต่ละอย่าง จะมีหมายเลขกำกับไว้ เพื่อเป็นการกำหนดทิศทาง (Cubed) ที่จะนำไปสู่ขั้นตอนต่าง ๆ ในการใช้โมดูล และมีคำอธิบาย (Module Description) ถึงการใช้ไว้ด้วย แหล่งทรัพยากรอื่น ๆ ที่จำเป็น เช่น โสตทัศนอุปกรณ์ อาจจะกำหนดไว้ในส่วนที่เป็นเนื้อหาของบทเรียนโมดูล แต่แยกเอาไว้ต่างหาก

โมดูลรูปแบบ ง (Module Format - D)

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ยังมีรูปแบบโมดูลอื่น ๆ ที่จะนำมาศึกษาพิจารณาเพื่อเลือกใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบโมดูลได้ เช่น โครงการรูปแบบเบื้องต้น (Elementary Models Projects) ที่ได้จัดสร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1968 ที่มหาวิทยาลัยแมสซาชูเซตส์ (The University of Massachusetts) มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย (Teachers College, Columbia), มหาวิทยาลัยพิทส์เบิร์ก (University of Pittsburgh), มหาวิทยาลัยจอร์เจีย (University of Georgia), มหาวิทยาลัยรัฐฟลอริดา (Florida State University), มหาวิทยาลัยโทเลโด (University of Toledo), มหาวิทยาลัยไซราคิวส์ (Syracuse University), มหาวิทยาลัยรัฐมิชิแกน (Michigan State University), มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน (University of Wisconsin), และห้องปฏิบัติการภาคพื้นตะวันตกเฉียงเหนือ (Northwest Regional Laboratory), นอกจากนี้ก็มีชุดการเรียนรู้การสอนแบบรายบุคคล

(Weber Individualized Learning Kits) ใช้ชื่อย่อว่า WILKITS จาก  
วิทยาลัยเวเบอร์สเตท (Weber State College) บทเรียนสั้น (Mini-Course)  
จากห้องปฏิบัติการภาคพื้นตะวันตก (Far - West Regional Laboratory)  
และชุดการเรียนอื่น ๆ (Other Packages) รูปแบบของโมดูลและชุดการเรียน  
การสอนเหล่านี้ เป็นแหล่งวิชาที่จะก่อให้เกิดการพัฒนาบทเรียนโมดูลให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น  
อย่างไรก็ตาม โมดูลบางอย่างอธิบายถึงกิจกรรมการสอนโดยกำหนดวัสดุต่าง ๆ  
ที่ต้องใช้ในการสอนดังนี้

- ก) วัสดุอะไรที่นักเรียนจะต้องซื้อหรือจัดหาเอง
- ข) วัสดุที่มีอยู่ในโมดูลแล้ว
- ค) วัสดุที่เก็บไว้ในห้องอ้างอิง ของห้องสมุดหรือศูนย์วัสดุการเรียน

(Learning Resources Center) ส่วนประสบการณ์อื่น ๆ เช่น การชม  
ภาพยนตร์ หรือการจัดสัมมนาต้องกำหนดไว้ล่วงหน้า มักจะกำหนดไว้ในอีก -  
ส่วนหนึ่งต่างหาก รายการของขั้นตอนต่าง ๆ ที่นักเรียนจะต้องทำในโมดูลก็ได้กำหนด  
เอาไว้พร้อมกับช่องว่าง เพื่อให้ให้นักเรียนลงวันที่ที่ตนเองเรียนจบ และมีรายชื่อของผู้มี  
หน้าที่รับผิดชอบเซ็นกำกับไว้ในส่วนต่าง ๆ ที่จำเป็นต่องบระทำให้การใช้โมดูล  
นอกจากนั้น อาจจะมีส่วนที่ให้นักเรียนได้มีการค้นคว้าเพื่อเพิ่มพูนความรู้ความสามารถของเขา  
ในเนื้อหานั้น ๆ รวมอยู่ด้วย ซึ่ง WILKITS และ I/D/E/A เรียกส่วนนี้ว่า  
"Quest"

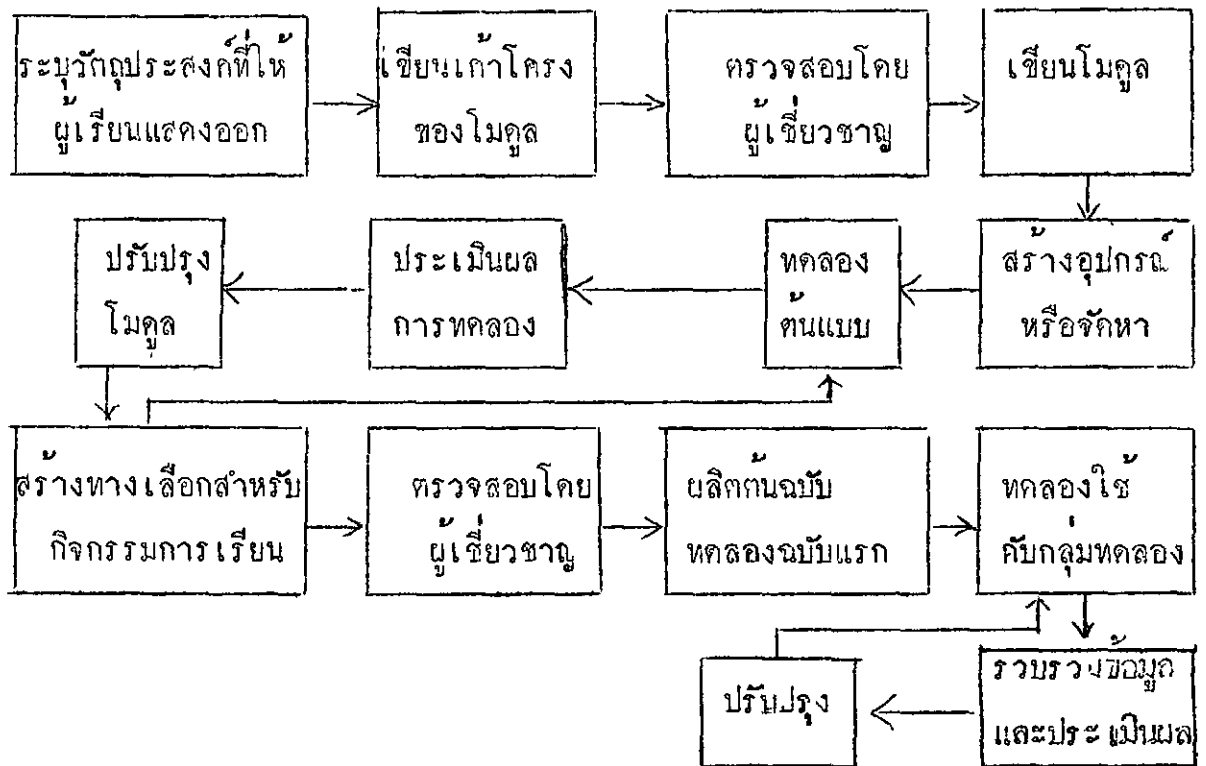
จะเห็นได้ว่าบทเรียนโมดูล มีหลายรูปแบบและไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัว แต่  
เปิดโอกาสให้ผู้สร้างและผู้พัฒนาบทเรียนโมดูลขึ้นใช้ในการเรียนการสอนได้เลือกรูปแบบที่  
เห็นว่าสมบูรณ์ที่สุด หรือเลือกส่วนดีของแต่ละแบบมาผสมผสานกัน ตามความเหมาะสม  
ด้วยเหตุและผล โดยคำนึงถึงเนื้อหา ระดับผู้เรียน ความสนใจของผู้เรียน เครื่อง  
อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่มีอยู่ เหล่านี้เป็นต้น

### ขบวนการในการสร้างบทเรียนโมดูล (Module Design Process)

ฮุสตัน (Houston, 1972 : 69-70) ได้แนะนำไว้ว่า ก่อนดำเนินการสร้างบทเรียนโมดูล ควรจะได้คำนึงถึงหลักสำคัญ 3 ประการคือ

1. หลักการและเหตุผล (Rationale) และความเชื่อพื้นฐาน (Basic Assumptions) เกี่ยวกับหลักสูตร และบทเรียน จะต้องระบุนอกมาให้ชัดเจนว่ามีอยู่อย่างไร
2. ความมุ่งหวังขั้นสุดท้ายที่จะให้ผู้เรียนเป็นอย่างไร ต้องระบุไว้ให้ชัดเจน เช่น สมรรถภาพในการเป็นครูอย่างใดบ้าง ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนแสดงออกหลังการฝึกฝนอบรม
3. จุดประสงค์เฉพาะสำหรับผู้จบหลักสูตรการฝึกอบรมมีอย่างไร ต้องระบุไว้ด้วย

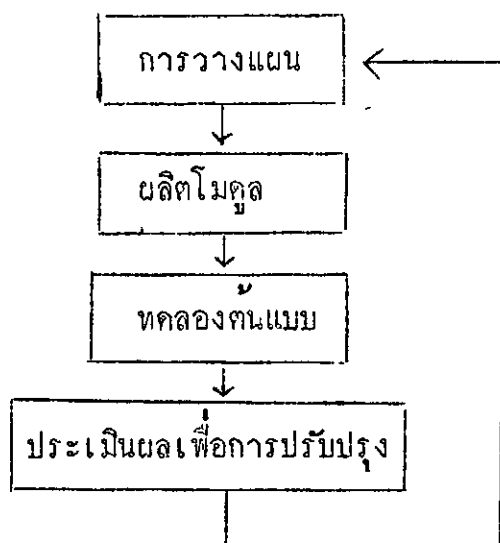
หลักการดังกล่าวข้างต้น ต้องชัดเจนและเข้าใจตรงกัน จึงจะช่วยให้การสร้างบทเรียนโมดูลมีประสิทธิภาพ ฮุสตัน (Houston, 1972 : 76-77) ได้กล่าวไว้ว่า ไม่มีโมดูลใดที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง จึงต้องมีการประเมินผลการใช้และการปรับปรุงอยู่เสมอ ลำดับขั้นตอนในการสร้างเป็นไปตามภาพที่แสดงไว้



วงจรข้อมูลย้อนกลับ (feedback loops) มีความสำคัญมากเพื่อเป็น  
หลักประกันคุณภาพ และเปิดโอกาสให้มีการแก้ไขในโอกาสต่อไป

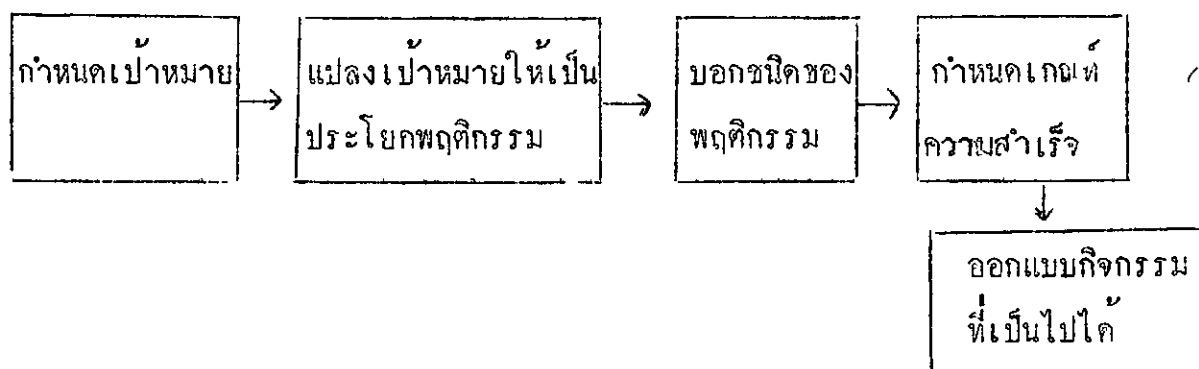
ภาพประกอบ 1 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนของการสร้างโมดูล  
ขบวนการในการพัฒนาบทเรียนโมดูล (Module Development Process)  
ได้กำหนดการดำเนินงานไว้ 4 ขั้นตอน (Houston and Others, 1972 : 49) คือ

1. การวางแผน (Planning)
2. การผลิตโมดูล (Producing)
3. การทดลองต้นแบบ (Prototype Testing)
4. การประเมินผลโมดูลเพื่อการปรับปรุง (Evaluation)



ภาพประกอบ 2 แผนผังแสดงขั้นตอนในการพัฒนาเรียนรู้โมเดล

ลอเรนซ์ (Lawrence , 1973 : 18-25) ได้กล่าวไว้ว่าขั้นตอนที่ยากที่สุดของการพัฒนาโมเดล คือ การนำองค์ประกอบต่าง ๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกัน เขาได้เสนอแนะโครงสร้างในการวางแผน ที่จะช่วยให้โมเดลที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพดังนี้



ภาพประกอบ 3 แผนภาพแสดงโครงสร้างในการวางแผนสร้างโมเดล

1. เลือกเป้าหมาย (Selected Goal Statements) การเริ่มต้นโมดูลที่มีเป้าหมายชัดเจนจะเอื้อต่อการศึกษทั้งมวล เป้าหมายอาจจะกว้างไว้กว้าง ๆ หรือชี้เฉพาะเจาะจงก็ได้

2. การนำเป้าหมายมาเปลี่ยนเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Convert to Behavior Statements) ผู้เรียนจะพบความสำเร็จบรรลุจุดหมายหรือไม่ จะสังเกตได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนได้แสดงออก โดยครูเป็นผู้กำหนดสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนกระทำ แสดงออก ผลิตได้ หรือสาธิตได้

3. การกำหนดชนิดของพฤติกรรม (Name Kinds of Evidence of Behavior) เป็นการกำหนดพฤติกรรมว่าต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกในสถานการณ์อะไร และภายใต้เงื่อนไขใด โดยที่เป็นการเห็นพ้องต้องกันของบุคคลหลาย ๆ ฝ่าย

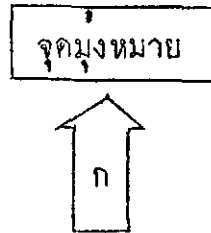
4. กำหนดเกณฑ์ที่บรรลุถึงเป้าหมาย (Name Criteria of Attainment) ในการตั้งเกณฑ์เราต้องตอบคำถามที่ว่า "มากเท่าไร" และ "คืออะไร" เกณฑ์บางอย่างมีลักษณะตายตัว เช่น สะกคคำต้องสะกคได้ถูกต้อง แต่เกณฑ์บางอย่างก็เปลี่ยนแปลงได้ สิ่งสำคัญเกณฑ์นั้นต้องเหมาะสมกับเหตุการณ์ และเหมาะสมกับชนิดของหลักฐานหรือข้อมูลที่กำลังดำเนินการอยู่

5. การออกแบบกิจกรรมที่เป็นไปได้ (Design Enabling Activities) ในขั้นนี้แสดงว่าเป้าหมายได้ถูกเปลี่ยนมาเป็น "จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม" แล้ว โดยมีองค์ประกอบ 3 ประการคือ เป้าหมาย (Goal) การบรรยายถึงลักษณะของ - พฤติกรรม (A Behavior Description) และกระบวนการประเมินผล (Evaluation Process)

จากลำดับขั้นของการพัฒนาองค์ประกอบที่กล่าวมา จะเห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ นั้นเป็นสิ่งที่มาทีหลังสุด เพราะว่ากิจกรรมจะต้องสนองต่อองค์ประกอบอื่น ๆ และจะต้องอยู่ในเงื่อนไขที่องค์ประกอบอื่น ๆ จะได้ดำเนินการไปตามที่วางแผนกำหนดไว้ การเลือก - กิจกรรมจะต้องให้สัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของแต่ละบทเรียน กิจกรรมที่จัดให้สำหรับนักเรียน อาจจะมีกิจกรรมเพียงอย่างเดียว หรืออาจจะเป็นกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่ให้ - นักเรียนเลือกเพียงหนึ่งอย่าง หรือจะต้องทำกิจกรรมทั้งหมด เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

ที่วางไว้ดังต่อไปนี้ (Houston and Others, 1972 : 132-135)

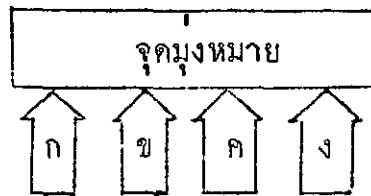
โมเดล 1 จุดมุ่งหมายที่กำหนดกิจกรรมให้เพียง 1 อย่าง



กิจกรรมเดียว

เป็นแบบง่าย ๆ (Simple Case)

แต่เนื่องจากบทเรียนโมเดล เป็นการสอนที่ต้องใช้กิจกรรมเลือกหลาย ๆ อย่าง  
ที่นักเรียนและครูอาจเลือกมาทำ

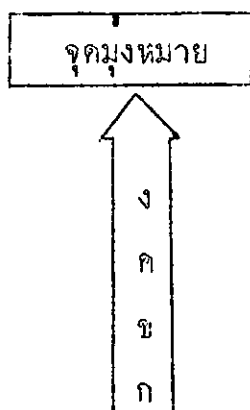


กิจกรรมอย่างเดียว

เป็นแบบง่าย ๆ (Simple Case)

ในขณะที่มีกิจกรรมให้เลือกหลาย ๆ อย่าง (ก ข ค และ ง) นักเรียน  
เลือกทำเพียงกิจกรรมเดียวเท่านั้น ทุกกิจกรรมจึงมีคุณค่าเท่ากัน เพื่อให้ นักเรียนมี  
อิสระในการเลือก

โมเดล 2 กิจกรรมหลายอย่างที่จะต้องทำให้สำเร็จตามลำดับขั้นที่ -  
กำหนดไว้ เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียน

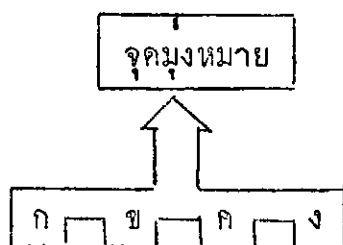


### หลายกิจกรรม

#### แบบลูกโซ่ (Linear Related)

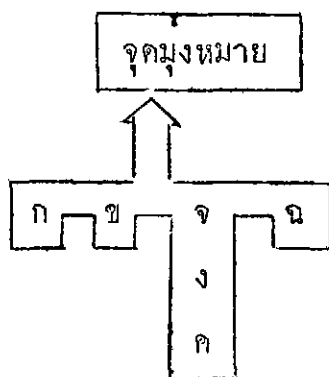
กิจกรรมทั้ง 4 อย่าง (ก ข ค และ ง) ต้องกระทำต่อเนื่องกันไป คือ ทำกิจกรรม ก ให้เสร็จโดยสมบูรณ์ก่อน แล้วจึงไปทำกิจกรรม ข กิจกรรม ค และ กิจกรรม ง ตามลำดับ กิจกรรมทั้ง 4 นี้เป็นสิ่งจำเป็นในการบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่วางไว้

โมเดล 3 กิจกรรมหลายกิจกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย แต่ไม่จำเป็นต้องกระทำต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ ลำดับกิจกรรมไม่สำคัญ จะเลือกทำกิจกรรมใดก่อนหรือจะทำกิจกรรมทุกอย่างไปพร้อม ๆ กันก็ได้ กิจกรรมแต่ละอย่างจะเสริมซึ่งกันและกัน



#### หลายกิจกรรม - แบบผสม (Mosaic Related)

การจัดกิจกรรมแบบผสมโดยมีหลายกิจกรรมนี้ ในบางกิจกรรมอาจมีกิจกรรมย่อย 2 หรือ 3 กิจกรรมที่ต้องทำตามลำดับขั้น เพื่อมารวมกับกิจกรรมอื่น ๆ ดังนี้



การจัดกิจกรรมลักษณะนี้ ผู้เรียนต้องทำกิจกรรม ก, ง, จ ต่อเนื่องกัน ตามลำดับ เพื่อไปรวมกับกิจกรรม ก ข และ ฉ จึงจะบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ได้

จากแบบกิจกรรมที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้ผู้สร้างโมเดลตัดสินใจได้ว่า ควรจะเลือกแบบกิจกรรมใดจึงจะมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับผู้เรียนแต่ละคน ในอันที่จะช่วยให้เขาได้บรรลุจุดมุ่งหมายของบทเรียน

ข้อเสนอแนะในการสร้างบทเรียนโมเดล อาเรนคส์ และ คณะ (อาเรนคส์และคณะ อ้างจาก ชมพันธ์ุ ฤกษ์พร ณ อุษยา, 2519 : 9-11) ได้เสนอแนะการสร้างบทเรียนโมเดลไว้ดังนี้

1. ในการสร้างบทเรียนโมเดล ผู้สร้างจะต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตรอยู่เสมอ ผู้สร้างควรพิจารณาอย่างรอบคอบว่าจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่สร้างขึ้นนั้นได้สร้างสมรรถภาพแก่ผู้เรียนที่จะสำเร็จการศึกษาตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตรหรือไม่ และในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ก็จะต้องให้สอดคล้องกับปรัชญาในการเรียนการสอนของหลักสูตร เรื่องต่าง ๆ เหล่านี้ควรระบุไว้อย่างชัดเจนในการเขียนหลักการและเหตุผล

2. ในการกำหนดสภาพที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแสดงให้เห็้นนั้น ควรคำนึงถึงคำถามต่อไปนี้

(ก) ถ้าจะเป็นการวัดความรู้ จะต้องคำนึงถึงความรู้อะไรที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างแท้จริง

(ข) ถ้าจะเป็นการ วัตถุประสงค์ จะต้องคำนึงว่า พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับ เจตคติอะไรที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออก

(ค) ถ้าเป็นการวัดพฤติกรรมการสอน จะต้องคำนึงถึงพฤติกรรมการสอน อะไรที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติให้เห็นได้

(ง) ถ้าวัดประสิทธิภาพของผลการสอน จะต้องคำนึงว่าการเปลี่ยนแปลง อะไรในผลงานที่ผู้เรียนจะต้องก่อให้เกิดขึ้น และภายใต้ภาวะเช่นไร

3. หลังจากที่ได้กำหนดจุดมุ่งหมายแล้ว ผู้สร้างบทเรียนจะต้องกำหนดสมรรถภาพ พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน สมรรถภาพพื้นฐานการกำหนดเฉพาะเรื่องที่เป็นพื้นฐาน จริง ๆ ของบทเรียนนั้น ถ้าเป็นไปได้สมรรถภาพพื้นฐานควรจะน้อยที่สุด เพื่อให้ - โปรแกรมการเรียนยืดหยุ่นได้ และเพื่อให้โอกาสแก่ผู้เรียนที่จะเลือกเรียนได้มากที่สุด

4. ในการสร้างแบบประเมินผลเบื้องต้น ผู้สร้างควรจะมีใจว่าเกณฑ์ที่ สร้างขึ้นนั้นใช้วัดสมรรถภาพของผู้เรียนเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายอย่างแท้จริง เช่น ถ้าใช้ เกณฑ์ในการวัดผลการสอน การวัดผลเกี่ยวกับสติปัญญาความรู้ก็ไม่เหมาะสม ข้อสำคัญ อีกประการหนึ่งก็คือ การวัดผลของคำนึงถึงความเป็นจริง และจะต้องให้ข้อมูลย้อน- กลับแก่ผู้เรียน วิธีการวัดผลจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดหากคำนึงถึงภาคปฏิบัติ และมี ลักษณะที่จะช่วยในการวินิจฉัยข้อบกพร่อง

5. ในการสร้างกิจกรรมการเรียน ผู้สร้างควรพยายามให้มีทางเลือก หลาย ๆ ทางแก่ผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อเขาจะได้เลือกเรียนในสิ่งที่จะช่วยให้เขาประสบ ความสำเร็จมากที่สุด สอดคล้องกับวิธีเรียนของเขา และช่วยให้เขาได้เรียนรู้ใน ระยะเวลาอันสั้น นอกจากนี้ผู้เรียนควรจะได้มีโอกาสเลือกสร้างกิจกรรมของตนเอง ควบคู่ความช่วยเหลือของครู ผู้สร้างโมดูลจะต้องระลึกอยู่เสมอว่า ผู้เรียนมีหน้าที่รับ ผิดชอบต่อการแสดงความสามารถในสมรรถภาพที่ระบุไว้ มิใช่ในการเรียนกิจกรรม - การเรียน

6. ถ้าผู้สร้างกิจกรรมการเรียนเห็นว่ากิจกรรมต่าง ๆ นั้น ควรจัดเรียง ลำดับ การจัดลำดับกิจกรรมก็ควรจะทำให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงลักษณะ -

### แผนงานทั้งหมด

7. กิจกรรมต่าง ๆ ที่ให้ผู้เรียนเลือกนั้น ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดเท่าเทียมกัน

8. วิธีการสร้างการประเมินผลหลังการเรียน ควรใช้วิธีการที่เสนอแนะในการสร้างการประเมินผลเบื้องต้น และข้อทดสอบควรเชื่อถือได้

9. ผู้สร้างบทเรียนอาจจะระบุกิจกรรมการเรียนรู้ซ่อมเสริมได้ตามความเหมาะสม ถึงแม้ว่าโดยปกติแล้วกิจกรรมการเรียนรู้ซ่อมเสริมจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์เฉพาะ เมื่อได้สร้างบทเรียนสมบูรณ์ทั้งโปรแกรมแล้ว กิจกรรมการเรียนรู้ซ่อมเสริมอาจจะนำมาใช้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้

10. คำอธิบายของบทเรียนควรจะสั้นและชัดเจน

11. ผู้สร้างบทเรียนควรจะให้ผู้ร่วมงานหลาย ๆ ท่าน และผู้เรียนช่วยกันวิจารณ์ เพื่อจะได้ข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนที่สร้างขึ้น

12. เมื่อสร้างบทเรียนเรียบร้อยแล้ว ผู้สร้างควรจะต้องทบทวนอีกครั้งว่าบทเรียนนั้นเน้นถึงสมรรถภาพที่สัมพันธ์กับพัฒนาการของผู้เรียนหรือไม่และเป็นตัวอย่างที่ดีมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนหรือไม่

13. ในขั้นสุดท้ายผู้สร้างบทเรียนจะต้องคำนึงอยู่เสมอว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นย่อมเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้เสมอ

การเขียนรายละเอียดของบทเรียนโมดูล และการสร้างอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนนั้น ต้องอาศัยความรู้ความสามารถของผู้เกี่ยวข้องอย่างสูง เมื่อทุกคนได้เข้าใจจุดประสงค์ของโปรแกรมการเรียนแล้ว ผู้สร้างบทเรียนแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยๆ อาจลงมือปฏิบัติหน้าที่ตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่วางไว้ในเวลาเดียวกัน การร่วมมือกันหลายฝ่าย โดยใช้วิธีระดมความคิดเห็น (Brainstorming) มักได้ผลดีกว่าในการปฏิบัติ เช่น อาจแบ่งงานให้แต่ละคนในกลุ่มไปทำ แล้วนำมาวิจารณ์แก้ไขอีกครั้งหนึ่งเป็นต้น เพื่อให้การสร้างบทเรียนมีประสิทธิภาพ มักนิยมจัดให้มีการประชุมเชิงปฏิบัติการขึ้นก่อน เพื่อฝึกฝนเรื่องนี้โดยเฉพาะ

## การประเมินค่ารูปแบบและเนื้อหาของโมดูล

ลอเรนซ์ (Lawrence, 1973 . 24-26) ได้ให้เกณฑ์ที่จะนำมาใช้เป็น  
แนวในการประเมินค่ารูปแบบและเนื้อหาของบทเรียนโมดูลไว้ 2 แบบ ดังนี้

เกณฑ์การประเมินผลโมดูลแบบที่ 1 ลักษณะที่พึงปรารถนาของบทเรียน -  
โมดูล มีเกณฑ์ประเมินไว้ 10 ข้อ ซึ่งผู้พัฒนาบทเรียนโมดูลจะยอมให้มีข้อบกพร่อง  
ได้ไม่เกิน 3 ข้อ

1. ควรจะเน้นในค่านักษะที่แยกให้เห็นเด่นชัด และสามารถบ่งชี้ได้ และ  
มีความสามารถที่จะจัดโครงสร้างให้เข้ากับการรับรู้ของบุคคลเกี่ยวกับประสบการณ์ ที่  
โมดูลนั้นกล่าวถึง ผลที่จะได้รับในค่านอื่นนอกเหนือจากทักษะแล้ว ก็อาจจะนำมาเน้น  
ในโมดูลได้

2. ควรจะมีข้อความสั้นและชัดเจนอ่านเข้าใจง่าย และควรจะมีหลักการเรียง  
การมีลักษณะเป็นสมมุติฐานที่จะต้องทำโดยตลอด อย่างน้อยก็ควรจะมีคำบอกการใช้  
เวลาของนักเรียน

3. จะต้องมึลักษณะเป็นการสอนด้วยตนเอง (Self Teaching) ไม่ว่า  
โมดูลนั้นจะสร้างขึ้นเพื่อให้บุคคลนั้นทำงานด้วยตนเอง ทำเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มเล็กๆ  
ก็ตาม โมดูลไม่ต้องการมีครูผู้สอนอยู่ในฐานะผู้ให้ความรู้

4. จะต้องมีการวัดการวัดจุดมุ่งหมายรวมอยู่ด้วย ไม่ว่าจะเป็นการวัด  
ด้วยตนเอง หรือการสังเกตจากผู้อื่น หรือทั้งสองอย่าง (การวัดจุดมุ่งหมายอาจจะ  
เป็นการลงมติตัดสินของเพื่อนนักเรียนสองคนก็ได้)

5. จะต้องมีการเขียนบรรยายที่เสนอแนะแหล่งที่อ่าน หรือแหล่งทรัพยากร  
อื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับทักษะนี้ ๆ เพิ่มเติม ถ้าจะให้เหมาะสมก็ควรจะรวมข้อเสนอแนะ  
เฉพาะอย่างสำหรับกิจกรรมที่สัมพันธ์กัน และพัฒนาทักษะไว้ด้วย

6. ควรจะมีทางเลือกที่นักเรียนอาจจะเลือกทำกิจกรรมต่าง ๆ

7. ควรจะมีข้อกำหนดต่าง ๆ เกี่ยวกับว่านักเรียนจะเข้าร่วมในการออกแบบ  
การสอนของตนเองได้อย่างไร

8. บทเรียนโมดูลอาจนำเอาทฤษฎีและการปฏิบัติผสมผสานเข้าด้วยกัน  
เช่น การอ่าน การคิด และการกระทำ

9. จะต้องสร้างขึ้นให้สอดคล้องตามลักษณะความเป็นจริง นำนักเรียน  
เข้าไปอยู่ในสถานการณ์จริง หรือสถานการณ์แบบของจริง โดยทางตรงและทันทีทันใด

10. จะต้องให้ความสนุกสนาน (อย่างน้อยก็ต้องไม่น่าเบื่อ)

เกณฑ์ประเมินผลบทเรียนโมดูล แบบที่ 2 เป็นการประเมินผลรูปแบบบทเรียน  
โมดูลตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เค้าโครงละเอียด (Prospectus)

1.1 ความมุ่งหมายและเนื้อหาของบทเรียนโมดูลชัดเจนหรือไม่ ?

1.2 มีการกล่าวย่อให้เห็นถึงเนื้อหาของบทเรียนโมดูลหรือไม่ ?

1.3 บ่งบอกถึงความรู้พื้นฐานที่จะต้องมาก่อนเรียนบทเรียนโมดูลหรือไม่ ?

1.4 ความแจ่มแจ้งของคำชี้แจงในบทเรียนโมดูลชัดเจนหรือไม่ ?

2. จุดมุ่งหมาย (Objectives)

2.1 มีจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือไม่ ?

2.2 เกณฑ์อะไร ?

2.3 เกณฑ์ชัดเจนหรือไม่ ?

3. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre - Assessment)

3.1 มีอยู่ในบทเรียนโมดูลหรือไม่ ?

3.2 มีการวัดความรู้พื้นฐานหรือไม่ ?

3.3 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายหรือไม่ ?

3.4 เกณฑ์ที่ใช้อยู่มีความชัดเจนและมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันหรือไม่ ?

4. กิจกรรมการเรียนรู้ (Enabling Activities)

4.1 เป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายหรือไม่ ?

4.2 มีจุดมุ่งหมายชัดเจนและสมบูรณ์หรือไม่ ?

4.3 สอดคล้องกับขบวนการประเมินผลหรือไม่ ?

5. การประเมินผลหลังการเรียน (Post - Assessment)
  - 5.1 มีอยู่ในบทเรียนหรือไม่ ?
  - 5.2 ครอบคลุมจุดมุ่งหมายทุกอย่างหรือไม่ ?
  - 5.3 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายหรือไม่ ?
  - 5.4 เกณฑ์ในการวัดผลชัดเจนและสอดคล้องกันหรือไม่ ?
6. ขบวนการรีไซเคิล (Recycle Procedure)
  - 6.1 แผนการนี้มีกิจกรรมที่ต้องให้นักเรียนทำซ้ำหรือไม่ ?
  - 6.2 มีการให้คำแนะนำอื่น ๆ เพิ่มเติมหรือไม่ ?
7. ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงบทเรียนโมดูล ( Feedback for Module Improvement)
  - 7.1 มีขบวนการเกี่ยวกับข้อมูลย้อนกลับอยู่ในบทเรียนโมดูลหรือไม่ ?
  - 7.2 มีเกณฑ์ ในการประเมินผลที่เหมาะสมรวมอยู่ด้วยหรือไม่ ?

### ข้อดีของบทเรียนโมดูล

ได้มีผู้กล่าวถึงข้อดีของบทเรียนโมดูลไว้หลายคน ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. บทเรียนโมดูลเป็นทั้งอุปกรณ์และวิธีสอนที่ช่วยพัฒนาครู และปรับปรุงทักษะการสอนเฉพาะอย่างให้แก่ผู้เรียนในสถาบันฝึกหัดครูได้ ตลอดจนเป็นเครื่องมือในการฝึกอบรมครูประจำการ หรือใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการอบรมผู้เรียนให้มีความรู้ - ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ
2. บทเรียนโมดูลเป็นวิธีสอนที่มีระเบียบแบบแผน และมีวิธีการศึกษาหา - ความรู้หลาย ๆ วิธี หรือมีลักษณะที่รวมเอาวิธีการสอน ( Instructional Modes) หลายอย่างเข้าไว้ด้วยกันแทนการสอนเพียงอย่างเดียว จึงเป็นการสอนที่เหมาะสมกับผู้ที่มีความรู้แตกต่างกัน
3. บทเรียนโมดูลสามารถแยกแยะเนื้อหาออกเป็นส่วน ๆ ทำให้ผู้เรียน - เข้าใจง่าย

4. บทเรียนโมดูลมีองค์ประกอบพื้นฐานของกระบวนการสอนอันได้แก่จุดมุ่งหมาย กิจกรรมการเรียนและการประเมินผลรวมเข้าไว้ในชุดที่ต่อเนื่องกัน ทำให้ผู้เรียนได้มีความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในสิ่งที่จะเรียนว่าตรงกับความต้องการและความสนใจของตนเองหรือไม่

5. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ช้าหรือเร็วตามขีดความสามารถของตนเอง หรือจัดเป็นการสอนแบบรายบุคคล ผู้เรียนสามารถศึกษาสิ่งที่เขาต้องการได้ด้วยตนเอง

6. การสอนโดยใช้โมดูลนั้นเป็นการเปรียบเทียบตัวผู้เรียนกับจุดประสงค์ที่ใ้กว้างไว้ล่วงหน้า ไม่ใช่เป็นการเปรียบเทียบทางการเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกัน

### ปัญหาในการใช้บทเรียนโมดูล

ฮุสตัน (Houston, 1972 : 135) กล่าวว่าในทางการศึกษานั้นมีวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล และวิธีสอนแบบรายวิชาต่อรายวิชา ซึ่งทั้งสองวิธีต่างก็มีปัญหาคือเหมือนกัน นอกจากนั้น เมื่อมองในแง่ผู้สอนแล้ว ยังมีปัญหาที่แตกต่างกัน ฉะนั้นวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล จึงมีปัญหาคือสำคัญ 3 ประการดังนี้

1. ความยุ่งยากในการสร้างจุดมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลที่เหมาะสมเพียงพอ
2. ความยุ่งยากในการสร้างกิจกรรมที่เหมาะสมเพื่อช่วยเหลือให้นักเรียนให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

3. ความยุ่งยากในการสร้างคำชี้แจงสำหรับนักเรียนให้ปฏิบัติตามในการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลที่นักเรียนเรียนเองตามความสามารถของตน

ปัญหา 2 ประการแรกนั้นเป็นปัญหาที่ปรากฏอยู่ในวิธีสอนที่ไม่ใช้บทเรียนโมดูลด้วย อย่างไรก็ตาม การสอนที่ไม่ใช้บทเรียนโมดูล ในการสอนทั่วไปผู้สอนจะเสนอหัวข้อการสอน การอภิปราย การปฐกถา การถาม-ตอบ หรือด้วยวิธีการแบบอื่น ๆ การเสนอเหล่านี้กระทำไปพร้อมกับการอ่าน การมอบหมายงานให้ทำ การฝึกในสถานการณ์จำลอง (Simulation Practice) และกิจกรรมการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อช่วยสร้างความเจริญทางด้านความรู้เจตคติ และทักษะของนักเรียน ผู้สอนเพียงแต่คอยดู และติดตามสิ่งที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนทั้งหมดเท่านั้น

ในวิธีสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลซึ่งนักเรียนเรียนรู้ในอัตราความสามารถที่ต่างกัน กิจกรรมเลือกของการเรียนรู้จะต้องได้รับการเตรียมให้มีความเที่ยงตรงเข้าใจได้ง่าย และมีความสมบูรณ์ ถ้าไม่เช่นนั้นแล้วนักเรียนจะไม่บรรลุถึงเป้าหมายได้

### ผลงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาและการใช้บทเรียนโมดูลในต่างประเทศ

นับตั้งแต่ได้มีการสร้างและทดลองวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโมดูล เมื่อ ค.ศ. 1967 แล้วนั้น นักการศึกษาและนักศึกษาในสหรัฐอเมริกาต่างก็ให้ความสนใจศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสร้างและการสอนด้วยบทเรียนโมดูล แต่ส่วนมากก็เป็นการศึกษาในระดับอุดมศึกษา โดยเฉพาะในด้านการศึกษา แต่ก็มีแนวโน้มว่าบทเรียนโมดูลจะนำมาใช้ในการศึกษาระดับอื่น ๆ มากขึ้น

ซาสเซอร์ (Sasscer, 1974 6957-6958 -A) ได้ทดลองสอนชีววิทยาเบื้องต้นในระดับวิทยาลัย เพื่อสร้างและทดลองใช้บทเรียนโมดูล ซึ่งมีลักษณะแยกเป็นหน่วย ๆ แต่ละหน่วยจะมีโมดูลที่เป็นความรู้พื้นฐานซึ่งจะให้ความคิดรวบยอดที่เป็นข้อมูลขั้นต่ำ ซึ่งนักศึกษาทุกคนจะต้องเรียน ต่อจากนั้นก็ให้เลือกเรียนตั้งแต่หนึ่งโมดูล หรือมากกว่านั้นเพื่อให้จบหน่วย แต่อย่างน้อยก็ต้องเรียนสองโมดูล คือ โมดูลบังคับกับโมดูลที่ให้เลือกอย่างละหนึ่งโมดูล วิธีการทดลองได้เปรียบเทียบผลการเรียนของนิสิต 298 คน ในระยะเวลา 2 ปี โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียนโมดูลกับกลุ่มควบคุมที่ใช้การบรรยายตามปกติ และทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่ใช้โมดูลได้คะแนนสูงกว่า และเมื่อเปรียบเทียบทัศนคติปรากฏว่า กลุ่มที่ใช้บทเรียนโมดูลมีทัศนคติต่อวิชานี้สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของแฮตเชอร์ (Hatcher, 1973 : 4910 - A) ที่ศึกษาการใช้โมดูลการสอนโดยใช้เครื่องฟัง (Audio - Tutorial Module) ในการเตรียมตัวของอาจารย์ช่วยสอน (Graduate Assistants) ในวิชาจุลชีววิทยา (Microbiology) โดยวิธีสุ่มมา 2 กลุ่ม ๆ ละ 9 คน กลุ่มหนึ่งใช้วิธีสัมมนาโดยใช้บทเรียนโมดูล อีกกลุ่มหนึ่ง

ใช้วิธีสัมมนาตามปกติ แล้วให้อาจารย์ทั้งสองกลุ่มไปควบคุมนักศึกษาในการปฏิบัติ ทดลองตัวต่อตัว ผลปรากฏว่าอาจารย์ช่วยสอนที่เข้าร่วมสัมมนาทั้งสองกลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านความรู้เนื้อหาที่ได้รับ ทักษะที่มีต่อการสอนและการทดลองของนักศึกษา และในปีต่อมาก็ได้มีผู้ทดลองสร้างโมดูลเพื่อนำไปใช้กับเด็กเรียนช้า ใต้แบรเวเลย์ (Brawley, 1975 : 4285-A) ซึ่งได้ทำการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนโมดูลแบบสื่อผสม (Multimedia Instructional Modules) ที่ใช้สอนเรื่องการบอกเวลาสำหรับเด็กเรียนช้า โดยสร้างบทเรียนเป็น 12 หน่วย ใช้เวลาสอน 15 วัน ผลการวิเคราะห์การใช้บทเรียนโมดูลระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 แต่ขัดแย้งกับการศึกษาของคอกกี (Caucci, 1971 : 3000 -A) ที่ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างวิธีสอนโดยใช้โมดูล (Module Method of Instruction) กับการสอนแบบบรรยาย - อภิปราย (Lecture - discussion) ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้โมดูลไม่มีความแตกต่างกัน กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบบรรยาย - อภิปราย อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามจากการวิจัยของคอกกีได้แสดงให้เห็นว่าวิธีสอนโดยใช้โมดูลนั้น ผู้เรียนมีอิสระในการศึกษาหาความรู้ในเนื้อหาวิชานั้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบบรรยาย - อภิปรายแล้วแตกต่างกัน คอกกียังได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสร้างโมดูลว่า บทนำของโมดูลควรจะทำให้กว้าง ครอบคลุมถึงรายการของจุดมุ่งหมายต่าง ๆ ของบทเรียน และก่อนที่ผู้เรียนจะทำกิจกรรมการเรียน ควรจะมีความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ หรือเข้าใจคำสั่งที่ฝังไว้ในกิจกรรมนั้น ๆ ก่อน กลวิธีที่ใช้ในการทบทวนความรู้ควรมีมากพอสมควร ทั้งการเสริมแรง (Reinforcement) ควรจะได้นำมาใช้ เพื่อเป็นหลักประกันในการตัดสินใจนำตนเองของผู้เรียน

แมคคาเนย์ (Mocarney, 1977 : 4996 -A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ ในการฝึกอบรมผู้ที่ไปเป็นครูกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาโทซึ่งเป็นเรียนวิชาพื้นฐานเกี่ยวกับความผิดปกติของพฤติกรรม โดยผู้สอนเข้ารับการสอนแบบต่าง ๆ ดังนี้

กลุ่ม ก. เรียนจากบทเรียนโมดูลตามอัตราความสามารถของตนเอง ไม่ต้องมาเข้าห้องเรียน แต่มาพบครูสัปดาห์ละครั้ง เพื่อรายงานความก้าวหน้าในการเรียนของตนเอง และเพื่อรับคำแนะนำปรึกษาหารือ และเพื่อรับบทเรียนโมดูลใหม่ต่อไป

กลุ่ม ข. เรียนจากบทเรียนโมดูลและเสริมด้วยการบรรยายและการอภิปราย โดยมาเข้าฟังการสอนในห้องเรียนตามปกติ และครูจะสอนครอบคลุมไปถึงสิ่งที่มีอยู่ในโมดูลด้วย และยังมีการพบปะครูเป็นส่วนตัว เพื่อขอคำแนะนำปรึกษาหารือ และรับบทเรียนใหม่ต่อไป

กลุ่ม ค. เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบดั้งเดิม โดยผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการบรรยายในห้องเรียนตามปกติ วิธีสอนที่ใช้คือการบรรยาย การอภิปรายกลุ่ม ให้อาจารย์ และให้หนังสืออ่านประกอบตามที่กำหนดไว้ในโมดูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่ม ก. กลุ่ม ข. และกลุ่ม ค. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของกูเลย์ (Guley, 1976 : 6632 -A) ซึ่งได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิชาโภชนาการ โดยใช้บทเรียนโมดูล กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักศึกษาโภชนาการ จำนวน 44 คน ที่วิทยาลัยเทคนิคและเกษตรกรรม ที่มีระยะเวลาเรียน 2 ปี และต่อมาจึงนำมาใช้กับกลุ่มนักโภชนาการ จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนโมดูลให้ผลการเรียนรู้ตามต้องการ
2. นักศึกษามีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเหมือนกันไม่ว่าจะเรียนด้วยการสอนแบบใดก็ตาม

3. นักศึกษาที่มีความรู้พื้นฐานและความคิดรวบยอดในวิชาที่เรียน เป็นอย่างดีมาก่อนแล้ว จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่สูงกว่า

4. ทักษะของนักศึกษาที่มีต่อวิธีสอน โดยให้บทเรียนโมดูลกับวิธีสอน แบบอื่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. บทเรียนโมดูลมีความเหมาะสมในการเรียนเพื่อรักษาชั่วโมงเรียน ของนักโภชนาการที่ขึ้นทะเบียนเรียนไว้

### การใช้บทเรียนโมดูลและผลงานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโมดูลในประเทศ

ความสนใจเกี่ยวกับบทเรียนโมดูลได้เริ่มมีมาตั้งแต่ พ.ศ. 2517 ที่ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ระหว่างวันที่ 28 ตุลาคม - 6 พฤศจิกายน 2517 ได้มีการสัมมนาปฏิบัติการเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนโมดูล เพื่อใช้สอนชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ซึ่งจัดโดยคณะวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ มีศาสตราจารย์ ดร. อีคอศ (E. Kos) และอาจารย์สมศักดิ์ แสนสุข เป็นผู้นำในการสัมมนา (บุญมี ก่อนทอง, 2518 : 21) จากการประเมินผลครั้งนี้ ปรากฏว่าสมาชิกที่เข้าร่วมสัมมนา ร้อยละ 97 เห็นด้วยที่ว่าบทเรียนโมดูลให้ความรู้ ในแต่ละหน่วยเนื้อหาวิชา และสมาชิกร้อยละ 94 เห็นด้วยที่ว่าบทเรียนโมดูลจะทำให้ ผู้เรียนกระปรี้กระเปร่าขึ้น จะเพิ่มผลต่อการเรียนมาก เพราะผู้เรียนจะมีส่วนได้ทำ กิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น นอกจากนั้นสมาชิก ร้อยละ 90 ขึ้นไปยังมีความเห็นว่า บทเรียนโมดูลจะมีประโยชน์ต่อวงการศึกษทั้งในด้านการศึกษาในโรงเรียน และ นอกโรงเรียน เป็นการฝึกให้เด็กมีความรับผิดชอบได้ เป็นสิ่งที่มีคุณค่าอันควร ได้รับการเผยแพร่ให้แพร่หลาย น่าจะนำมาใช้ในวงการศึกษา (มหาวิทยาลัย - ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517 : 1-2)

ต่อมาได้มีการประชุมปฏิบัติการเตรียมการสอนร่วมกันของกลุ่มวิทยาดัชครู ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่วิทยาดัชครูมหาสารคาม ระหว่างวันที่ 5-8 มิถุนายน 2519 ในการประชุมครั้งนี้ได้มีการบรรยายเกี่ยวกับบทเรียนโมดูลด้วย หลังจากนั้น ในวันที่ 21-23 มีนาคม 2520 ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร โดยการนำของ ดร.อารี สันตหวิ และคณะนิสิตปริญญาโท วิชาเอกการประถมศึกษา การมัธยมศึกษา และการอุดมศึกษา ซึ่งได้ดำเนินการเรียนวิชาปฏิบัติการพัฒนาหลักสูตรและสร้างบทเรียนโมดูลมาแล้ว 2 ภาคเรียน ในปีการศึกษา 2519 ได้จัดสัมมนาการสร้างโมดูลการสอน ให้แก่นิสิตปริญญาโท คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ผลการสัมมนาปรากฏว่านิสิตเข้ารับการสัมมนามีความรู้ ความเข้าใจ และพอใจในการสร้าง - โมดูลการสอน และเมื่อวันที่ 13-17 มีนาคม 2521 วิทยาลัยครูจันทระเกษม โดยการนำของ ดร.วิศิษฐ์ ชุมวรฐายี ได้จัดประชุมสัมมนาอาจารย์มหาวิทยาลัยของวิทยาลัย เพื่อจัดทำบทเรียนโมดูลประกอบการเรียนการสอนในปีการศึกษา 2521 ต่อไป

ในด้านการวิจัยเกี่ยวกับการนำโมดูลไปใช้ในการเรียนการสอนนั้น ชีระ จิตต์จนะ (ชีระ จิตต์จนะ, 2519 : 21-25) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนบทเรียนโมดูล ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ เบญจา โสทรโยม (เบญจา โสทรโยม, 2520 : 21-37) ที่ได้ทดลองสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ เรื่องสมการเชิงเส้นหนึ่งตัวแปร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ - การสอน (Instructional Module) กับวิธีสอนปกติ ผลปรากฏว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อมาในปี 2521 สุคนธ์ แสงศรีสาร (สุคนธ์ แสงศรีสาร, 2521 : 46) ได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงธรรมชาติในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการเรียนการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

สำหรับสุมาลี ศรีทองกิตติกุล (สุมาลี ศรีทองกิตติกุล, 2521 : 58) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงในชั้น - ประถมปีที่ 4 ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มทดลอง มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับของ นิยม ทองอุดม (นิยม ทองอุดม, 2520 : 20-25) ที่ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติของครู และนักเรียนมีทัศนคติในทางสนับสนุนต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล

#### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบันนี้ กำลังเป็นที่สนใจและเอาใจใส่กันมากขึ้น มีการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2515 : 2-3) เพื่อความก้าวหน้าของการสอนวิทยาศาสตร์ โดยริเริ่มดำเนินการและส่งเสริมการค้นคว้าวิจัยหลักสูตร การวัดผล การสอนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทุกระดับการศึกษา ตลอดจนปรับปรุงแบบเรียนคู่มือครู วัสดุประกอบการสอน หนังสืออ่านประกอบที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการฝึกอบรมครูสอนวิทยาศาสตร์

อานาจ เจริญศิลป์ (อานาจ เจริญศิลป์, 2517 : 15-23) ได้กล่าวถึงสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาไว้ ซึ่งสรุปได้ว่า ครูประมาณ 90 % สอนวิทยาศาสตร์โดยยึดตำราเป็นหลักในการสอน เมื่อใช้หนังสือเล่มใดก็จะสอนตามนั้นทุกบททุกอัน โดยไม่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมของตัวผู้เรียน และส่วนมากนิยมสอนแบบอ่านไทย ด้วยการให้นักเรียนออกมาอ่านหน้าชั้นที่ละคน ซึ่งไม่เข้าใจให้นักเรียนอยากเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้นเลย ในเมื่อวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการสังเกต และการปฏิบัติทดลอง จึงทำให้การสอนวิทยาศาสตร์ไม่เป็นไปตาม

จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ เพราะเด็กไม่มีโอกาสจะได้รับการฝึกฝนให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล หรือปฏิบัติทดลองเพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเอง ฉะนั้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ในการที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน ดังที่ อารี สันหนวี (อารี สันหนวี, 2515 : 145) ได้กล่าวถึงการเข้าถึงกระบวนการ (Process Approach) การสอนเนื้อหา (Content) ไม่เพียงพอเพราะความรู้เนื้อหาวิชาที่เรียนจะเก่า และล้าสมัยโดยเร็ว แต่จะต้องสอนให้รู้วิธีการหาความรู้ในวิชานั้น ๆ โดยวิธีนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการที่จะหาความรู้ด้วยตนเอง มีความไม่รู้อยู่เป็นนิจ คือ เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา ฉะนั้นแกนแท้ของวิทยาศาสตร์ก็คือกระบวนการของวิทยาศาสตร์ (Process of Science) นับว่าเป็นขั้นปรมัตถ์ของ - วิทยาศาสตร์กันทีเดียว (จำนง พรายแถมแซ, 2516 : 6) ผลจากการได้กระบวนการเรียนรู้ จะทำให้เด็กเป็นพลเมืองที่สามารถต่อไป เกี่ยวกับเรื่องนี้ โยเซฟ อี.ดี. (โยเซฟ, อี.ดี., 2504 : 4) กล่าวว่า คุณค่าอันยิ่งใหญ่ของวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนย่อมมาจากทัศนคติและวิธีการทำงาน เพื่อที่จะทำให้เป็นพลเมืองดี คือ เป็นผู้ที่ช่างสังเกต สามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องในสิ่งที่เขาเห็น

เจริญ บุญญวัฒน์ (กรมการฝึกหัดครู, 2516 : 13) ได้กล่าวถึงการสอน วิทยาศาสตร์เบื้องต้นว่า จะต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เสมอไป ไม่ว่าจะสอน บทเรียนใด ในชั้นใด โดยมีการจัดกิจกรรมเป็นลำดับขั้นดังนี้

1. กำหนดขอบเขตปัญหา
2. ตั้งสมมุติฐานแก้ปัญหา
3. การทดลองและรวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุป

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ในประเทศไทยได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัย เอาไว้มากพอสมควร ทั้งในด้านวัสดุอุปกรณ์ประกอบการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ปัญหาต่าง ๆ ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนผลการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์

เช่น อรพินท์ ทินวัจน์ (อรพินท์ ทินวัจน์, 2512 : 81) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้อุปกรณ์และไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนเป็นเวลาหนึ่งภาคเรียน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสนใจ และชื่นชมต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้อุปกรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และในปีเดียวกันนี้ จ่านอง วิสุทธิแพทย์ (จ่านอง วิสุทธิแพทย์, 2512 : 73) ได้ศึกษาพบว่า ผลการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 474 คน มีผู้ใช้วิธีการแก้ปัญหาตามแนว - วิทยาศาสตร์น้อยที่สุด ทั้งนี้เพราะขาดทักษะในการแก้ปัญหาตามนี้ จะเห็นได้ว่า ผลการเรียนวิทยาศาสตร์ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ และจากการวิจัยเรื่องผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หนึ่ง เมื่อเทียบกับหลักสูตร (กรมสามัญศึกษา, 2511 : 30-34) ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ ร้อยละ 50 เป็นเครื่องตัดสิน จะมีนักเรียนสอบตกร้อยละ 55 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียนกันแล้ว โรงเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดก็มีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ - ต่ำมาก

ในค่านิยมและความต้องการของครูวิทยาศาสตร์นั้น ทองคำ บ่อคำ (ทองคำ บ่อคำ, 2517 : 62) ได้ศึกษาปัญหาและความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร 119 โรงเรียน จำนวนครู 218 คน เป็นชาย 105 คน หญิง 113 คน ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ประสบปัญหาดังนี้

1. ขาดอุปกรณ์ในการเรียนการสอน
2. ห้องสมุดโรงเรียนมีหนังสือและเอกสารค้นคว้าไม่พอ
3. การสอนวิทยาศาสตร์ของครู ไม่เข้าใจจุดมุ่งหมายในหลักสูตร
4. ไม่มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ
5. ฐานะทางครอบครัวของนักเรียนไม่ดี ส่งผลต่อการเรียนของเด็ก

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น สิ่งจำเป็นประการหนึ่ง คือ อุปกรณ์ - การสอน เพราะต้องมีการสังเกต และการทดลอง ในขณะที่ศึกษาค้นคว้า . ตามที่ได้

พบลักษณะของวิชาแล้วว่า นักเรียนจะต้องทำการทดลองและค้นพบความรู้ทางทฤษฎีหรือกฎ สูตร ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ จากเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ ซึ่งผลงานวิจัยของสถาบันระหว่างชาติค้นคว้าเรื่องเด็ก (จรรยา สุวรรณทัต และ คางเคียน ศาสตรภัทร์, 2517 : 16) พบว่าคะแนนรวมวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงนิมิต (Positive) กับการทดลองในห้องปฏิบัติการ เด็กในกลุ่มตัวอย่างซึ่งอายุน้อยที่สุด (10-11.11 ปี) ก็ต้องการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการทดลองในห้องปฏิบัติ

✓ จอห์น (John, 1966 . 994-995 -A) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับนักเรียน เกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 85 คน ชายและหญิงจำนวนเท่า ๆ กัน กลุ่มควบคุมสอนแบบบรรยายให้นักเรียนสังเกตการสาธิต และรวมกิจกรรมบ้าง ให้การบ้านบ้าง ส่วนกลุ่มทดลองสอนแบบไม่ใช่ตำรา ไม่กำหนดงานให้อ่าน ไม่ใช่วิธีบรรยาย แต่ใช้เอกสารแนะนำ (Guide Sheet) แทน ซึ่งแนะนำกิจกรรมหลายอย่าง ให้นักเรียนเข้าใจข้อเท็จจริง และเกิดความคิดรวบยอด (Concept) ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองได้ผลดีกว่าในด้านการศึกษาเหตุผลวิธีแก้ปัญหา และมีทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหา

ชาเวลสันและมุนเกอร์ (Shavelson and Munger, 1971 : 134) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยเปรียบเทียบการสอน 4 วิธีของครู ที่มีชุดวัสดุอุปกรณ์การสอนพร้อม กับการสอนของครูที่สร้างชุดวัสดุอุปกรณ์และจัดระบบการสอนตามวิธีการจัดระบบ (System Approach) โดยแบ่งนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 24 คน ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 สอนโดยครูมีวัสดุอุปกรณ์การสอนครบถ้วน
- กลุ่มที่ 2 สอนโดยครูที่มีวัสดุอุปกรณ์การสอนแบบเดียวกับกลุ่มที่ 1 แต่ขนาดห้องเรียนใหญ่กว่า และบางส่วนแบ่งเป็นกลุ่มย่อย มีขนาดเล็กกว่ากลุ่มที่ 1
- กลุ่มที่ 3 สอนโดยครูมีวัสดุอุปกรณ์การสอนแบบเดียวกับกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แต่วัสดุอุปกรณ์และวิธีสอน ตามวิธีจัดระบบ และมีการเปิดโอกาสให้นักเรียน

เรียนด้วยตนเอง

#### กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุมสอนปกติ

ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ 3 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 และยังปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่ 3 ใช้เวลาเรียนน้อยกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 สูงกว่ากลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 จากผลการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าการมีวัสดุอุปกรณ์เพียงพอ และจัดให้สอดคล้องกันเป็นระบบ ตลอดจนผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ย่อมจะช่วยให้ผู้เรียนได้ประสบผลสำเร็จในการเรียน และประหยัดเวลาในการเรียนลงได้

โนวินสกี (Novinsky, 1974 : 3399 -A) ได้ศึกษาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถม จากนักเรียนเกรด 5 ในสหรัฐอเมริกา โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองเป็นโปรแกรมทางความคิดใหม่ ๆ จากความคิดของคณะกรรมการเกี่ยวกับการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต และการทดลองใช้ทักษะและกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ เน้นที่การสืบสวนและสอบสวน แทนไม่ใช้ตำราเรียน ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีการปฐกถา การสาธิต การทดลอง การท่อง และการกำหนดคำาเรียนให้อ่าน

ผลการทดลองพบว่า มีแบบทดสอบย่อย 4 แบบ จากทั้งหมด 7 แบบ ของกลุ่มแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ (Group Test of Creativity) ที่กลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับบทเรียนโมดูลและสภาพการเรียนการสอน - วิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าบทเรียนโมดูลน่าจะได้นำมาเผยแพร่และพัฒนาให้เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะโมดูล ได้รวมเอาแบบการเรียนและกิจกรรมต่าง ๆ ไว้หลายอย่างที่คุณเรียน

สามารถเลือกกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตน

### สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโมดูลจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการเรียนการสอนแบบปกติ
2. นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน คือกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ที่เรียนจากบทเรียนโมดูลจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มที่เรียนจากการเรียนการสอนแบบปกติ
3. นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง และก่อนการทดลองแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2521 โรงเรียนสวนอนันต์ อำเภอบางกอกน้อย จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน และใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง แบบ Stratified Random Sampling โดยแบ่งออกเป็น 3 Stratum ตามคะแนนความรู้พื้นฐานทาง วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ กลุ่มสูงเป็นนักเรียนที่มี คะแนนอยู่ในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 75 ขึ้นไป กลุ่มปานกลางมีคะแนนอยู่ใน เปอร์เซ็นต์ไทล์ ระหว่าง 25 - 74 และกลุ่มต่ำมีคะแนนต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 เลือกสุ่มมา Stratum ละ 75 % ต่อจากนั้นจึงจับฉลากสุ่มนักเรียนแต่ละระดับอีก ครั้งหนึ่ง เพื่อจัดเข้าเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 การแบ่งกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

| ระดับ<br>ความรู้พื้นฐาน<br>กลุ่มตัวอย่าง | กลุ่มทดลอง | กลุ่มควบคุม | รวม |
|------------------------------------------|------------|-------------|-----|
| สูง                                      | 11         | 11          | 22  |
| ปานกลาง                                  | 25         | 25          | 50  |
| ต่ำ                                      | 9          | 9           | 18  |
| รวม                                      | 45         | 45          | 90  |

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จะแยกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. บทเรียนโมดูล
2. คู่มือที่ใช้สำหรับการสอนปกติ
3. แบบทดสอบ

### 1. การสร้างบทเรียนโมดูล

บทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเป็นขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนโมดูลจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น การร่างหน่วยการเรียนรู้การสอน (ชมพันธุ์ ฤกษ์ - ณ อุทยาน, 2519 : 1-11) กระบวนการสร้างบทเรียนโมดูล (Houston, 1971 : 125-132) การปรับปรุงบทเรียน การประเมินการรูปแบบ และเนื้อหาของ บทเรียนโมดูลของลอเรนซ์ (Lawrence, 1973 : 18-26) การหาความ เห็นตรงของบทเรียนโมดูลตามวิธีการของวิลเกอร์สัน (Wilkerson, 1974 : 4666 -A ) เป็นต้น และผู้วิจัยได้ปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้

1.2 ศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรและขอบข่ายของเนื้อหา

1.3 ศึกษาจุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น จากหลักสูตร ประโยคประถมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2503 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2510 : 22-26) และจุดประสงค์ของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต จากหลักสูตรประโยค- ประถมศึกษา พุทธศักราช 2520 ฉบับร่าง

1.4 ศึกษาขอบข่าย และรายละเอียดของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำ ทั้งหลักสูตรประโยคประถมศึกษา และมัธยมศึกษา พร้อมทั้งศึกษาเพิ่มเติม จากอนุสารประกอบหลักสูตร ประถมศึกษา ชุดที่ 2 ประโยคประถมศึกษาตอนปลาย อันดับ 5 ตลอดจนแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กรมวิชาการอนุญาต ให้ใช้เป็นแบบเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วย ดังนี้

- หน่วยที่ 1 แหล่งน้ำธรรมชาติ
- หน่วยที่ 2 ธรรมชาติของน้ำ
- หน่วยที่ 3 การทำน้ำให้สะอาด
- หน่วยที่ 4 ประโยชน์ของแหล่งน้ำและการสงวนรักษาน้ำ

1.5 เขียนบทเรียนโมดูลตามลำดับเนื้อหาที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรอย่างละเอียดโดยวิเคราะห์เนื้อหาในหลักสูตร กำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไป และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และการประเมินผล หลังการเรียนตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ จากนั้นจึงสร้างบทเรียนโมดูลตามหลักเกณฑ์ และวิธีการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสาร หนังสือต่าง ๆ โดยดำเนินการสร้างตามแนวการเขียนบทเรียนโมดูลของวิลฟอร์ด เวเบอร์ (Wilford Weber) แห่งมหาวิทยาลัยฮุสตัน ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1. หลักการและเหตุผล (Rationale)
2. จุดมุ่งหมาย (Objectives)
3. ความรู้พื้นฐาน (Prerequisite)
4. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment)
5. กิจกรรมการเรียน (Learning Alternative)
6. การประเมินผลหลังการเรียน (Post-Assessment)
7. การเรียนซ่อมเสริม (Remediation)

เมื่อสร้างบทเรียนโมดูลเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องในด้านเนื้อหา กิจกรรม เวลา และภาษา ให้เหมาะสมกับระดับชั้นผู้ใช้โมดูล กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมทวีธาภิเศก โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-one-try out)

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนโมดูลให้นักเรียน 1 คนทดลองเรียน เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนเกี่ยวกับการใช้ภาษา ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ระยะเวลาที่ใช้ทำบทเรียนแต่ละหน่วย ตลอดจนความชัดเจนขององค์ประกอบต่าง ๆ ของโมดูล

ครั้งที่ 2 เมื่อได้ทำการปรับปรุงบทเรียนหลังจากการทดลองครั้งที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนนี้ไปทดลองกับกลุ่มย่อย (Small group try out) จำนวน 10 คน ทำการสังเกต และจดบันทึกพฤติกรรม ตลอดจนปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนของนักเรียน เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเช่นเดียวกับครั้งที่ 1

ครั้งที่ 3 การทดลองภาคสนาม (Field try out) หลังจากที่ได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนครั้งที่ 2 แล้ว ได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนในห้องเรียน จำนวน 35 คน การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย เพื่อพิจารณาว่าบทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นสามารถให้ทดลองเกี่ยวกับการสอนได้

## 2. คู่มือครูสำหรับการเรียนการสอนแบบปกติ

ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือครูสำหรับใช้สอนกลุ่มควบคุม ได้แก่แผนการสอนโดยใช้เนื้อหา และจัดลำดับเนื้อหาที่จะสอนเช่นเดียวกันกับบทเรียนโมดูล อุปกรณ์ประกอบการเรียน แบบฝึกหัดต่าง ๆ เหมือนกับที่ใช้ในบทเรียนโมดูล

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีสร้างข้อสอบจากเทคนิคการเขียนข้อทดสอบของศาสตราจารย์ ดร.ชวาล แพทย์กุล (ชวาล แพทย์กุล, 2520 : 1-401) พร้อมทั้งวิธีสร้างข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ และการวิเคราะห์ข้อสอบ (ชวาล แพทย์กุล, 2516 : 110-283) แล้วสร้างแบบทดสอบตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา (วิเชียร เกตุสิงห์, 2518 : 10-18) เพื่อให้ได้ข้อทดสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยเขียนเป็นข้อทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่เขียนขึ้นนี้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมทวีธาภิเศก ทอนภาคปลายปีการศึกษา 2520 จำนวน 100 คน จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตามหลักการตัดกลุ่ม 27 % เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ โดยเรียงกระดาษคำตอบที่ตรวจให้คะแนนแล้ว จากคะแนนสูงสุดไปหาคะแนนต่ำสุด นับกระดาษคำตอบจากคะแนนสูงสุดลงมาจำนวน 27 ฉบับ เป็นกลุ่มสูง และจากคะแนนต่ำสุดขึ้นไป 27 ฉบับ เป็น

กลุ่มต่ำ แล้วหาร้อยละของจำนวนคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อของกลุ่มสูง ( $P_H$ ) และกลุ่มต่ำ ( $P_L$ ) เทียบค่า  $P_H$  และ  $P_L$  จากตารางสำเร็จรูปของ จุง - เทห์ฟาน (Fan, 1952 : 6-32) เป็นรายข้อ คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย ( $P$ ) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ใ้ข้อทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์จำนวน 50 ข้อ คังมีค่าความยากง่าย ( $P$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความยากง่ายมาตรฐาน ( $\Delta$ ) ของข้อสอบแต่ละข้อแสดงไว้ในภาคผนวก

การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำข้อทดสอบจำนวน 50 ข้อที่คัดเลือกไว้นั้น มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการของ Kuder

Richardson (KR20) พร้อมทั้งหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด - ( $SE_{meas}$ ) ด้วย ผลปรากฏว่าแบบทดสอบชุดนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .84 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ  $\pm 3.16$

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แหล่งน้ำบนพื้นโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 50 ข้อ ที่ได้วิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนไว้เปรียบเทียบกับผลการทดสอบหลังเรียน (Post-test)
2. ดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้เนื้อหาการจัดลำดับเนื้อหาเช่นเดียวกัน แต่วิธีการสอนแตกต่างกัน ดังนี้

2.1 การสอนกลุ่มทดลอง นักเรียนเรียนด้วยตนเองจากบทเรียน-โมดูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปฏิบัติดังนี้

1. นักเรียนทำข้อทดสอบก่อนเรียน จากแบบทดสอบประเมินผลเบื้องต้นของบทเรียนโมดูลแต่ละบทเรียนทุกครั้งก่อนเริ่มเรียน แล้วตรวจให้คะแนน ถ้านักเรียนคนใดทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ (กำหนดตามความยากง่าย และความสำคัญของบทเรียน) ก็ให้ไปเรียนหน่วยต่อไป

2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในกิจกรรม - การเรียน โดยนักเรียนจะเป็นผู้ทำกิจกรรมทุกอย่างด้วยตนเอง ส่วนครูจะเป็นเพียงผู้คอยแนะนำให้คำปรึกษา

3. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมจนครบตามที่เสนอแนะไว้แล้ว ให้ทำแบบทดสอบประเมินผลหลังการเรียน ครูตรวจให้คะแนน พิจารณาคะแนนนักเรียนแต่ละคน ถ้าคนใดทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดในแต่ละบทเรียน ถือว่ามีความรู้บรรลุจุดหมาย ผ่านบทเรียนนั้นไปได้ และไปเรียนบทเรียนหน่วยต่อไป

4. การเรียนซ่อมเสริม (Remediation) ถ้านักเรียนคนใดทำแบบประเมินผลหลังการเรียนไม่ผ่าน จะต้องเรียนซ่อมเสริมจนมีความรู้ผ่านเกณฑ์ วิธีการเรียนซ่อมเสริมจะเป็นการตัดสินใจของผู้เรียนว่าจะเรียนโดยวิธีใด

2.2 การสอนกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยใช้นั้นที่การสอนเป็นคู่มือ และใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ประกอบการสาธิต การทดลองอย่างเดียวกันกับอุปกรณ์ประกอบโมดูล และนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสาธิต การทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ใช้เวลาสัปดาห์ละ 6 ชั่วโมง รวม 2 สัปดาห์ ทำการสอนกลุ่มละ 12 ชั่วโมง โดยจัดตารางเรียนในช่วงเวลาใกล้เคียงกันในแต่ละวัน สำหรับสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. เมื่อทำการทดลองจนจบเนื้อหาแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหลังการเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มาทดสอบซ้ำอีกครั้งหนึ่งทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. การตรวจให้คะแนน สำหรับข้อสอบที่นักเรียนตอบถูกต้องให้ข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

5. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มาทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- / 1. หาค่าสถิติพื้นฐาน
- / 2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR 20 ของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน (อนันต์ ศรีโสภา, 2526 : 150)
- ✓ 3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการทดลองและภายหลัง การทดลองของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มด้วย  $t$ -test ชนิดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน (ล้วน สายยศ และ อังณา ตันศิริตานนท์, 2515 : 215)
- ✓ 4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างภายหลังการทดลอง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Winer, 1971 : 445-449)
5. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่มากกว่า 2 กลุ่ม โดยวิธี - Studentized Range-Test (Winer, 1971 : 210-218)
6. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของสองกลุ่ม โดยใช้  $t$ -test ชนิดกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระแก่กัน และกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ( $N < 30$ ) (ล้วน สายยศ และ อังณา ตันศิริตานนท์, 2515 : 217)
7. หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (ล้วน สายยศ และ อังณา ตันศิริตานนท์, 2515 : 180)

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ได้กำหนดสัญลักษณ์ขึ้นไว้ดังนี้

|           |     |                                                              |
|-----------|-----|--------------------------------------------------------------|
| N         | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง                                 |
| $\bar{X}$ | แทน | คะแนนเฉลี่ย                                                  |
| $s^2$     | แทน | ความแปรปรวนของคะแนน                                          |
| D         | แทน | ความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน             |
| $\bar{D}$ | แทน | รายเฉลี่ยของความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังการเรียน |
| SS        | แทน | ผลบวกกำลังสองของคะแนน                                        |
| MS        | แทน | รายเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของคะแนน                               |
| t         | แทน | ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t-distribution                    |
| F         | แทน | ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา F-distribution                    |

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลและกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างโดยส่วนรวมมาเปรียบเทียบกันด้วย  $t$ -test แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระกัน ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

| กลุ่มตัวอย่าง | N  | $\bar{X}$ | $S^2$  | t     |
|---------------|----|-----------|--------|-------|
| กลุ่มทดลอง    | 45 | 26.955    | 33.942 | 1.491 |
| กลุ่มควบคุม   | 45 | 25.088    | 36.754 |       |

ตารางที่ 2 ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโมดูลและการสอนปกติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ  $2 \times 3$  Factorial Design ถ้าพบว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็จะทดสอบนัยสำคัญโดยใช้  $t$ -test ในกรณีที่มีสองกลุ่ม และทดสอบนัยสำคัญโดยใช้  $q$ -statistic ตามวิธีการของ นิวแมน คีลส์ (Newman-Keuls Method) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมากกว่าสองกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 3

ตาราง 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโมดูลและกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ

| Source of Variation | SS       | df | MS      | F                    |
|---------------------|----------|----|---------|----------------------|
| Row                 | 78.399   | 1  | 78.399  | 3.971 <sup>*</sup>   |
| Column              | 1446.839 | 2  | 723.419 | 36.647 <sup>**</sup> |
| Interaction         | 5.749    | 2  | 2.874   | 0.145                |
| Error               | 1658.969 | 84 | 19.74   |                      |
| Total               | 3179.956 | 89 | 824.432 |                      |

\* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

\*\* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากการวิเคราะห์ในตาราง 3 พบว่านักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชา - วิทยาศาสตร์กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ของกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนแตกต่างจากกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่า นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน ยังคงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งกลุ่มที่ เรียนจากบทเรียนโมดูล และกลุ่มที่เรียนจากการเรียนการสอนปกติ

เพื่อให้ทราบว่านักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันระดับใด ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน จึงทำ การทดสอบด้วย t-test แบบกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ( $N < 30$ ) และทำการทดสอบ จากคะแนนเฉลี่ยแต่ละคู่ของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันคือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ โดยใช้ q-statistic ของ นิวแมน-คีสส์ ดังแสดงใน ตารางที่ 4, 5 และ 6 ดังนี้

ตาราง 4 การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

| วิธีสอน | กลุ่มสูง  |        |       | กลุ่มปานกลาง |        |       | กลุ่มต่ำ  |        |       |
|---------|-----------|--------|-------|--------------|--------|-------|-----------|--------|-------|
|         | $\bar{X}$ | $S^2$  | t     | $\bar{X}$    | $S^2$  | t     | $\bar{X}$ | $S^2$  | t     |
| โมดูล   | 32.545    | 15.272 | 0.695 | 26.8         | 20.412 | 1.795 | 20.555    | 17.272 | 0.333 |
| ปกติ    | 31.272    | 21.613 |       | 24.46        | 21.335 |       | 19.222    | 18.668 |       |

$$t_{.05} = 1.684$$

$$df = 48$$

จากการวิเคราะห์ในตารางที่ 4 แสดงว่านักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ ปานกลางของกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มปานกลางของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกนั้นไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 5 การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแต่ละคู่ของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันคือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ที่เรียนจากบทเรียนโมดูล

| ระดับความรู้พื้นฐาน |             | กลุ่มต่ำ | กลุ่มปานกลาง | กลุ่มสูง  |
|---------------------|-------------|----------|--------------|-----------|
|                     | คะแนนเฉลี่ย | 20.555   | 26.80        | 32.545    |
| กลุ่มต่ำ            | 20.555      | -        | 5.255 **     | 11.990 ** |
| กลุ่มปานกลาง        | 26.80       |          | -            | 5.745 **  |
| กลุ่มสูง            | 32.545      |          |              | -         |

|             |                       |       |       |
|-------------|-----------------------|-------|-------|
| r           |                       | 2     | 3     |
| q.95 (r,84) | $\sqrt{MS_{error}/n}$ | 3.554 | 4.270 |
| q.99 (r,84) |                       | 4.722 | 5.745 |

มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 5 แสดงว่านักเรียนกลุ่มที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง และปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา - วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 6 การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแต่ละคู่ของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ ต่างกันคือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ที่เรียนจากการเรียนการสอนปกติ

| ระดับความรู้พื้นฐาน | กลุ่ม                 |          |              |           |
|---------------------|-----------------------|----------|--------------|-----------|
|                     | คะแนนเฉลี่ย           | กลุ่มต่ำ | กลุ่มปานกลาง | กลุ่มสูง  |
|                     |                       | 19.222   | 24.48        | 31.272    |
| กลุ่มต่ำ            | 19.222                | -        | 5.258 **     | 12.050 ** |
| กลุ่มปานกลาง        | 24.48                 |          | -            | 6.792 **  |
| กลุ่มสูง            | 31.272                |          |              | -         |
| r                   |                       |          | 2            | 3         |
| q.95 (r, 84)        | $\sqrt{MS_{error}/n}$ |          | 3.554        | 4.270     |
| q.99 (r, 84)        |                       |          | 4.722        | 5.375     |

\*\* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 6 แสดงว่านักเรียนกลุ่มที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูงและปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการทดลองมาเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองด้วย  $t$ -test แบบกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเกี่ยวข้องกัน ดังแสดงในตารางที่ 7, 8, 9 และ 10 ดังนี้

ตาราง 7 คาสติพิพื้นฐาน และค่านัยสำคัญของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ของกลุ่มทดลอง

| ระดับความรู้พื้นฐาน | N  | คะแนน                  | $\bar{X}$        | $\bar{D}$ | $s^2_D$ | t        |
|---------------------|----|------------------------|------------------|-----------|---------|----------|
| กลุ่มสูง            | 11 | ก่อนเรียน<br>หลังเรียน | 17.818<br>32.545 | 14.727    | 11.814  | 14.212** |
| กลุ่มปานกลาง        | 25 | ก่อนเรียน<br>หลังเรียน | 15.68<br>26.8    | 12.42     | 21.687  | 11.944** |
| กลุ่มต่ำ            | 9  | ก่อนเรียน<br>หลังเรียน | 14<br>20.585     | 6.555     | 3.775   | 10.131** |

$$t_{.01} = \pm 3.169, df = 10, \quad t_{.01} = \pm 2.797, df = 24, \quad t_{.01} = \pm 3.355, df = 8$$

จากตารางที่ 7 ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 / แสดงว่า การเรียนด้วยบทเรียนโมเดลสามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ สูงขึ้นจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 8 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการ -  
 ค่าเ็นการทดลองและภายหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยส่วนรวม

| คะแนน     | N  | $\bar{X}$ | $\bar{D}$ | $S^2_D$ | t            |
|-----------|----|-----------|-----------|---------|--------------|
| ก่อนเรียน | 45 | 15.866    | 11.088    | 22.714  | **<br>15.616 |
| หลังเรียน |    | 26.955    |           |         |              |

$$t_{.01} = \pm 2.704, df = 44$$

จากตารางที่ 8 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองของ  
 นักเรียนกลุ่มทดลองโดยส่วนรวม สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการทดลอง  
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลของนักเรียน  
 สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งหมดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 9 ค่าสถิติพื้นฐานและค่านัยสำคัญของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการทดลอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ของกลุ่มควบคุม

| ระดับความรู้พื้นฐาน | N  | คะแนน                  | $\bar{X}$        | $\bar{D}$ | $s^2_D$ | t           |
|---------------------|----|------------------------|------------------|-----------|---------|-------------|
| กลุ่มสูง            | 11 | ก่อนเรียน<br>หลังเรียน | 18.727<br>31.272 | 12.545    | 41.267  | **<br>6.44  |
| กลุ่มปานกลาง        | 25 | ก่อนเรียน<br>หลังเรียน | 16.12<br>24.48   | 8.36      | 22.915  | **<br>8.772 |
| กลุ่มต่ำ            | 9  | ก่อนเรียน<br>หลังเรียน | 12.11<br>19.22   | 7.11      | 19.607  | **<br>11.27 |

$$t_{.01} = \pm 3.169, df = 10, \quad t_{.01} = \pm 2.797, df = 24, \quad t_{.01} = \pm 3.355, df = 8$$

จากตารางที่ 9 ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันคือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การสอนตามปกติของครูมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ สูงขึ้นจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 10 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการทดลอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมโดยส่วนรวม

| คะแนน     | N  | $\bar{X}$ | $\bar{D}$ | $s^2_D$ | t       |
|-----------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| ก่อนเรียน | 45 | 15.955    | 9.377     | 31.192  | 11.27** |
| หลังเรียน |    | 25.088    |           |         |         |

$$t_{.01} = \pm 2.704, df = 44$$

จากตารางที่ 10 ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มควบคุมโดยส่วนรวม สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการสอนตามปกติของครูมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งหมดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

## สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโมดูลและการสอนปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง และหลังการทดลองของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2521 โรงเรียนสวนอนันต์ อำเภอบางกอกน้อย จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน โดยใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง แบบ Stratified Random Sampling และเลือกสุ่มมา Stratum ละ 75 เปอร์เซ็นต์ แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง 45 คน และกลุ่มควบคุม 45 คน

### เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. บทเรียนโมดูล ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนโมดูล วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรชั้นประถมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2503 ได้บทเรียนโมดูลที่ปรับปรุงแล้ว 4 หน่วย คือ

1. บทเรียนโมดูลเรื่องแหล่งน้ำธรรมชาติ
2. บทเรียนโมดูลเรื่องธรรมชาติของน้ำ
3. บทเรียนโมดูลเรื่องการทำน้ำให้สะอาด
4. บทเรียนโมดูลเรื่องประโยชน์ของแหล่งน้ำและการสงวนรักษาน้ำ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบ -  
ทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ หากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
โดยใช้สูตรของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน 20 (Kuder Richardson Formula 20)  
ได้เท่ากับ .84

3. คู่มือครูสำหรับการสอนปกติ ประกอบด้วยบันทึกการสอนที่กำหนด  
จุดมุ่งหมายเนื้อหา อุปกรณ์การสอน และแบบฝึกหัดเช่นเดียวกันกับบทเรียนโมดูล

### การดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเป็นขั้น ๆ ดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 สร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
- ขั้นที่ 2 ดำเนินการทดลอง
- ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูล

### วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองได้กระทำในภาคต้นปีการศึกษา 2521 การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ดำเนินการ  
เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มก่อนทำการทดลอง
2. ทำการทดลองสอนกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลองนักเรียนเรียนด้วยตนเองโดยใช้บทเรียนโมดูลที่ผู้วิจัย  
สร้างขึ้น โดยครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ

2.2 กลุ่มควบคุม นักเรียนจะเรียนกับครูตามปกติ ซึ่งผู้วิจัยเป็น  
ผู้สอน

3. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มภายหลังจากการทดลองสิ้นสุด

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างภายหลังจากทดลองสิ้นสุดโดยใช้การทดสอบค่าที ( $t$ -test)

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโมดูล และการสอนปกติ ด้วยการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง และทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่มากกว่า 2 กลุ่ม โดยวิธี - Studentized Range Test และทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในกรณีที่มี 2 กลุ่ม ด้วย  $t$ -test

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนทำการทดลอง และภายหลังจากทดลองของกลุ่มตัวอย่าง แต่ละกลุ่มเป็นส่วนรวมด้วย  $t$ -test

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนทำการทดลองและภายหลังจากทดลองของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำด้วย  $t$ -test

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง นักเรียนที่เรียนโดยบทเรียนโมดูล สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยบทเรียนโมดูล และกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ ไม่แตกต่างกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ปานกลางระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยบทเรียนโมดูลและกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์  
ต่ำระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล และกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนปกติไม่แตกต่างกัน

5. นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง  
และกลุ่มต่ำ ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการ -  
ทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### อภิปรายผล

1. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่า  
นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจาก  
การเรียนการสอนตามปกติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตาม  
สมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโมดูลสูงกว่า  
นักเรียนที่เรียนจากการเรียนการสอนตามปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

#### 1.1 การเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลเป็นวิธีการที่ค่อนข้างใหม่

(Lawrence, 1973 : 10) นักเรียนในกลุ่มทดลองไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียน ซึ่ง  
จะต้องเรียนด้วยตนเอง จะต้องมีความรับผิดชอบ ความตั้งใจ และมีสมาธิที่จะศึกษา  
หาความรู้โดยมีครูเป็นเพียงผู้แนะนำเท่านั้น ส่วนนักเรียนที่เรียนจากการเรียนการสอน  
ตามปกติของครูนั้น ได้รับฟังการอธิบาย มีการอภิปรายซักถาม และทำการทดลองร่วมกับ  
ครูจนเข้าใจบทเรียน ซึ่งเป็นวิธีการที่นักเรียนคุ้นเคยอยู่แล้ว

1.2 การเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล จะต้องอาศัยทักษะในการอ่าน  
สามารถเก็บใจความสำคัญ รู้จักรวบรวมความคิดจากข้อความที่อ่านได้เป็นอย่างดี  
โดยเฉพาะในการเรียนวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนจะต้องคุ้นเคยกับการปฏิบัติทดลองและ  
การใช้เครื่องมือพอสมควร ตลอดจนรู้จักสังเกตสามารถจดบันทึกข้อมูล

1.3 นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลบางส่วนไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำ  
อย่างเคร่งครัด เช่น ทำแบบฝึกหัดก่อนศึกษาจากเอกสารประกอบบทเรียนหรือก่อนการ  
ทดลองและลอกเฉลยคำตอบลงในแบบฝึกหัดไว้ก่อน นอกจากนั้นนักเรียนไม่กล้าขอคำปรึกษา  
จากครูเมื่อมีปัญหา ในขณะที่นักเรียนซึ่งเรียนจากครูได้รับคำแนะนำและซักถามปัญหาเมื่อ -

ไม่เข้าใจ ส่วนนักเรียนที่เข้าใจแล้วก็ได้รับฟัง เป็นโอกาสได้ทบทวนความรู้อีก จึงทำให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

1.4) ผู้วิจัยสอนกลุ่มควบคุมตามคู่มือครูที่จัดทำขึ้น ประกอบด้วยบันทึก - การสอนที่มีจุดมุ่งหมาย เนื้อหา อุปกรณ์การสอน และแบบฝึกหัดเช่นเดียวกับบทเรียน โมดูล การสอนตามคู่มือ จึงแตกต่างจากวิธีการสอนตามปกติ ซึ่งครูทั่วไปปฏิบัติกัน ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล จึงไม่แตกต่างจากการเรียนการสอนตามปกติ

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยนี้จึงสอดคล้องกับการวิจัยของ ชีระ จิตต์จนะ (ชีระ จิตต์จนะ, 2519 : 21-25) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และผลการวิจัยของ เบ็ญจา โสทรโยม (เบ็ญจา โสทรโยม, 2520 : 21-37) ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน - คณิตศาสตร์แนวใหม่ เรื่อง สมการเชิงเส้นหนึ่งตัวแปร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และสอดคล้องกับการวิจัยในต่างประเทศของ แมคคาเนย์ (McCarney, 1977 : 4296- A) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอน โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบปกติ ในการอบรมผู้ที่จะไปเป็นครูในระดับปริญญาตรี และผลการวิจัยของ คอจกี (Caucchi, 1971 : 3000 - A) ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนแบบบรรยาย-อภิปราย

อย่างไรก็ตาม การเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลก็สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ผลดีเท่าเทียมกับการมีครูเป็นผู้สอน บทเรียนโมดูลอาจใช้เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการเรียนรู้ โดยลดบทบาทของครูผู้สอนให้น้อยลง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น ได้เรียนตามความสามารถ และช่วยให้นักเรียนทุกคนประสบผลสำเร็จได้เหมือนกัน โดยหลักการสำคัญของบทเรียนโมดูลแล้ว จะสอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนตามแนวหลักสูตรใหม่ ดังนั้น -

บทเรียนโมดูลจึงน่าจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งจุดหมายปลายทางอยู่ที่การฝึกให้เด็กคิดเป็น ทำเป็น และมีคุณธรรม นอกจากนั้นบทเรียนโมดูลสามารถนำไปใช้ในระบบการศึกษานอกโรงเรียนได้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันคือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการเรียนการสอนแบบปกตินั้น เป็นการศึกษาในกลุ่มย่อย

เฉพาะกลุ่มที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน น่าจะเป็นเพราะว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ก็มักจะสามารถในด้านอื่นสูงด้วย เช่น ความเข้าใจในคำณานา ขอบศึกษาหาความรู้ สามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้ มีวิธีการเรียนเป็นของตนเอง สำหรับกลุ่มที่เรียนจากครูก็ย่อมจะมีโอกาสได้รับฟังเนื้อหาสาระสำคัญของบทเรียนจากการอธิบายของครู และมีการซักถามปัญหาที่ยังไม่เข้าใจ ฉะนั้นนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาที่เรียนสูงอยู่แล้วจะเรียนโดยวิธีใดก็สามารถเรียนรู้ได้พอ ๆ กัน

กลุ่มที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ปานกลาง ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนของครู ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนโมดูลมีโอกาสได้เรียนซ่อมเสริม และยังมีการทดสอบระหว่างเรียน เมื่อเรียนจบบทเรียนหนึ่ง ๆ ซึ่งการทดสอบย่อยก็นับได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการสอน นักเรียนที่มีความรู้ความสามารถพอ ๆ กัน แต่กลุ่มหนึ่งมีโอกาสได้เรียนซ่อมเสริมในสิ่งที่เขายังไม่รู้ และได้รับทราบผลการทดสอบซึ่งเป็นแรงจูงใจอย่างหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้

สำหรับนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำนั้น ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะนักเรียนที่เรียนอ่อนนั้นจะต้องใช้เวลาในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ขาดทักษะในการอ่าน การเขียน ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียนด้วยตนเอง ถึงแม้ว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล จะมีโอกาสได้เรียน -

ซ่อมเสริม แต่เนื่องจากพื้นฐานความรู้ของนักเรียน และระยะเวลาจำกัด อีกประการหนึ่ง บทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นนี้ อาจจะเป็นบทเรียนที่ยังไม่เหมาะสมสำหรับนักเรียนกลุ่มอ่อน - ก็เป็นได้ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากการสอนตามปกติของครู ถ้าหากได้สร้างบทเรียนโมดูลเฉพาะกลุ่มตามระดับความสามารถ อาจจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันก็ได้

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานใน วิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ก่อนการทดลอง และภายหลังการทดลอง ทั้ง กลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล และกลุ่มที่ครูสอนตามปกติ ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย ตามจุดมุ่งหมายข้อนี้ก็เพื่อจะเป็น การยืนยันให้แน่นอนว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนสิ่งหนึ่งสิ่งใดไปแล้ว เขาเกิดการเรียนรู้ ในสิ่งที่เรียนจริง มีสัมฤทธิ์ผลในการเรียนมากขึ้นเพียงใด

#### ข้อเสนอแนะ

##### ก. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า บทเรียนโมดูลสามารถใช้กับนักเรียน ให้เกิดการเรียนรู้ได้สูงกว่าการเรียนการสอนตามปกติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่บทเรียน โมดูลมีข้อดีหลายประการ เช่น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่ นักเรียนแข่งขันกับตนเอง ฝึกให้มีความรับผิดชอบมากขึ้น ผู้วิจัยจึงเห็นสมควรที่จะได้มีการ ทดลองสร้างและใช้บทเรียนโมดูลให้แพร่หลายยิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุง - การเรียนการสอนให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

2. สถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญทาง บทเรียนโมดูล ควรจะเป็นผู้มีบทบาทในการเผยแพร่และส่งเสริมให้มีการทดลองสร้าง และใช้บทเรียนโมดูลในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง เช่น จัดให้มีการฝึกอบรม- ปฏิบัติการให้กับครู อาจารย์ นิสิต นักศึกษา และอาจารย์ผู้สอนควรใช้บทเรียนโมดูลสอน นักศึกษา เพื่อให้เกิดความเคยชินทั้งกระบวนการเรียน โดยใช้บทเรียนโมดูล และการ สร้างบทเรียนโมดูลที่มีคุณภาพ

3. ผู้บริหารการศึกษา ควรให้ความร่วมมือในการสร้างบทเรียน - โมดูล เพื่อแบ่งเบาภาระครูในเรื่องการสอน และมองเห็นความสำคัญของนักเรียนว่า สามารถเรียนรู้ได้จากสิ่งอื่น ไม่จำเป็นต้องนั่งฟังการบรรยายจากครูเท่านั้น

4. การสร้างบทเรียนควรจะได้มีการร่วมมือกันหลายฝ่าย ก็ฝ่ายผลิตบทเรียน ฝ่ายเทคโนโลยีทางการศึกษา และฝ่ายวัดผล เพื่อให้การผลิตและการปรับปรุงบทเรียนโมดูลมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ข. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรนำบทเรียนโมดูลเรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนตามปกติ เพื่อคุณประโยชน์ที่เกิดขึ้น และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

2. ควรมีการสร้างบทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ เนื้อหาเรื่องอื่นแล้วนำไปทดลองสอนเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนตามปกติ เพื่อรู้ว่าเนื้อหาใดบ้างที่ใช้สอนด้วยบทเรียนโมดูลได้ผลดีกว่าการมีครูเป็นผู้สอน และทดลองเปรียบเทียบกับนักเรียนในระดับชั้นที่ต่างกัน

3. ควรมีการศึกษาว่า มีองค์ประกอบอะไรบ้างที่จะทำให้การเรียน-การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลได้รับผลดี เช่น ลักษณะวิชา ระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนแต่ละครั้ง กิจกรรมการเรียนและบทบาทของครูที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

4. ควรจะมีการศึกษาผลของการใช้บทเรียนโมดูล สำหรับการสอนซ่อมเสริม เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

5. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะพฤติกรรมค่านต่าง ๆ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ เช่น ความรับผิดชอบในการเรียน ความมีวินัยในตนเอง ความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ทักษะในการทำงาน เป็นต้น

6. ควรศึกษาเปรียบเทียบความคงทนในการจำของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ

,

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- ก๋อ สวัสดิ์พาณิชย์ "แนวคิดใหม่ทางการศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรม - และเทคโนโลยีการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา 2517, 250 หน้า.
- ✓ จรรยา สุวรรณทัต และ ดวงเดือน กาสตรภักดิ์ ผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของ - เด็กไทยในระดับต่าง ๆ รายงานการวิจัย ฉบับที่ 16 ของสถาบันระหว่างชาติ สำหรับคนพิการเรื่องเด็ก โรงพิมพ์คุรุสภา 2517, 511 หน้า.
- ✓ จำนง พรายแย้มแซ เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2516, 217 หน้า.
- ✓ จำนง วิสุทธิแพทย์ การประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์บางประการของนักเรียน ระดับประถมศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.ก.3) โรงเรียนรัฐบาล จังหวัดพระนครศรี ปีการศึกษา 2512 ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 129 หน้า.
- ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 8 โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2518, 434 หน้า.
- ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ โรงพิมพ์คุรุสภา 2520, 407 หน้า.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ "ศูนย์การเรียน - แนวทางใหม่สำหรับการปฏิรูปห้องเรียน" วารสารครูศาสตร์ 3(6-7) : 54-62, ตุลาคม 2516 - มกราคม 2517
- ✓ ทองคำ บอคำ การศึกษาปัญหาความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา - ตอนปลาย ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2517 ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 91 หน้า.
- ✓ ชีระ จิตต์จนะ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าในระดับ - ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนโมเดลกับการสอนปกติ ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 25 หน้า.
- นิยม ทองอุคม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องบรรยากาศ โดยใช้บทเรียนโมเดลกับการสอนปกติ ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 35 หน้า.

- นิพนธ์ สุขปรีดี นวัตกรรมเทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์พิมพ์เนศ 2519, 175 หน้า.
- บุญมี กองทอง "บทเรียนโมดูลเพื่อเสริมสร้างความรู้" วิทยาสาร 26(1) : 21-23, 1 มกราคม 2518.
- ๘ เบญจา โสทรโยม การทดลองเปรียบเทียบการเรียนสมการเชิงเส้นหนึ่งตัวแปรโดยใช้หน่วยการเรียนการสอน (Instructional Modules) กับการสอนปกติ ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 136 หน้า.
- ประยัก จีระวรพงศ์ การศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอน ประกอบหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับความเป็นอยู่และปัญหาชนบทภาคกลาง ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 156 หน้า.
- เป็รื่อง กุมุท "สู่ทางในการนำเทคโนโลยีมาช่วยปรับปรุงคุณภาพของการศึกษาในระดับประถมศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา 2517, 250 หน้า.
- พิทักษ์ รัชพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์โรงเรียนเนติศึกษา (แผนกการพิมพ์) พระนคร, 2513, 74 หน้า.
- ๘ โยเซฟ ซี.ดี. การสอนวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนประถมศึกษาในประเทศไทย โครงการพัฒนาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เจริญ บุญญวัฒน์ และ ส่องศรี ชูติวงศ์ แปลและเรียบเรียง 2504, 308 หน้า.
- ระวี ภาวิไล "นโยบายทางวิทยาศาสตร์ของชาติ และการศึกษาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี" วารสารวิทยาศาสตร์ 1 (26) 45-55, มกราคม 2515.
- รุ่ง แก้วแดง "การลงทุนเพื่อการศึกษาของประเทศไทย" วารสารสภาการศึกษา-แห่งชาติ 4 (8) : 51-68, มีนาคม 2513.
- โรเบิร์ต แอล, อาเรนดส์ และคณะ หน่วยการเรียนการสอน ชมพันธ์ุ กุญชร ณ อยุธยา แปลและเรียบเรียง เอกสารโรเนียว 2519, 11 หน้า.

ล้วน สายยศ และ อังคณา ตันศิริตานนท์ สถิติวิทยาทางการศึกษา โรงพิมพ์ -  
วัฒนาพานิช 2515, 210 หน้า.

วิจิตร ศรีสอาน "เทคนิควิทยาการศึกษา" รายงานการสัมมนาเรื่องการพิจารณานำ  
นวัตกรรมและเทคโนโลยี มาปรับปรุงคุณภาพการประถมศึกษาในโรงเรียนที่มี  
ครูสอนไม่ครบชั้น โรงพิมพ์คุรุสภา 2516, 150 หน้า.

วิเชียร เกตุสิงห์ หลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ โอเคียนการพิมพ์ 2518,  
161 หน้า.

ศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, มหาวิทยาลัย การประเมินผลสัมมนาปฏิบัติการใช้  
โมดูลในการสอนชีววิทยาและวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ เอกสารโรเนียว 2517,  
5 หน้า.

ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมการฝึกหัดครู การสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น โรงพิมพ์คุรุสภา  
2515, 249 หน้า.

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2503,  
65 หน้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การดำเนินงานของสถาบันส่งเสริม  
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารโรเนียว 2518, 37 หน้า.

สามัญศึกษา, กรม ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เมื่อเทียบกับ -  
หลักสูตร โรงพิมพ์คุรุสภา 2511, 229 หน้า.

✓ สุกันต์ แพงศรีสาร การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงธรรมชาติ  
ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการเรียนการสอนตามปกติ  
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร 2521,  
229 หน้า.

✓ สุมาลี ศรีทองกิตติกุล การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการ -  
เปลี่ยนแปลงในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ  
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร 2521, 219 หน้า.

- ๙ อารี สัมพนวิ "การนำนวัตกรรมการศึกษา มาปรับปรุงคุณภาพการศึกษา" ประมวล -  
บทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา 2517,  
250 หน้า.
- อนันต์ ศรีโสภา หลักการวิจัยเบื้องต้น เล่ม 1 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย -  
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 215 หน้า.
- อัมพร มีสุข "สภาพปัจจุบันและแนวทางการปฏิรูปการศึกษา" จันทร์เกษม 20 : 14-17,  
กันยายน - ตุลาคม 2517.
- อุทัย บุญประเสริฐ "เทคโนโลยีทางการศึกษา" วารสารบัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 6 (1) : 80-90, มกราคม - มิถุนายน 2517.
- ✓ อรพิน ทินวัฒน์ การทดลองสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนตราค-  
สรวรเสวี จังหวัดตราก ปีการศึกษา 2511 โดยใช้อุปกรณ์และไม่ใช้อุปกรณ์  
ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2512, 116 หน้า.
- ✓ อำนาจ เจริญศิลป์ "หลักการเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา"

/APEID Regional planning workshop, an, Module on the Construction  
of Modules, 1975, 45 pp.

- ✕ Brawley, Oetha Daniels "A Study to Evaluation the Effort of Using  
Multi-Media Instructional Modules to Teach Time-telling  
to Retarded Learners" Dissertation Abstracts, 35 (7) :  
4280-A, January, 1975.
- ✕ Caucci, David John, "A Summative Education of A Module Method'  
of Instruction," Dissertation Abstracts, 32 (6) : 3000-A  
December, 1971.
- Fan, Chung Teh, Item Analysis Table, Educational Testing Service,  
Princeton New Jersey, 1952, 32 pp.
- ✕ Guley, Helen, Murphy, "Modular Instruction Implication for  
Dietetic Education," Dissertation Abstracts, 36 (10) :  
6632-A, April, 1976.

- ✕ Hatcher, Martha Taylor, "Audio-Tutorial Modules in the Preparation of College Biology Teacher," Dissertation Abstracts, 34 (8) : 4910-A, February, 1974.
- Houston, Robert W., Performance Education : Strategies and Resource for Developing a Competency - Base Teacher Education Program, University of Houston, New York, 1972, 137 pp.
- ✓ Houston, Robert W. and others, Developing Instructional Modules: A Module System for Writing Modules, College of Education, University of Houston, Houston, Texas, 1972, 188 pp.
- ✓ John, Keneth W., "A. Comparison of Two Method of Teaching Eight Grade General Science : Traditional and Structured Problem - Solving" Dissertation Abstracts, 27 : 994-995 - A, October, 1966.
- ✓ Lawrence, Gordon, Florida Modules on Generic Teacher Competencies: Module on Modules, University of Florida Gainesville Florida, 1973, 27 pp.
- ✕ McCarney, Stephen Bart "Modularized, Modularize and Traditional, and Traditional Teaching Method Utilized in Pre-Service Teacher-Training : An Experiment Study," Dissertation Abstracts, 37(7) : 4296-A, January, 1977.
- ✓ Novinsky, John Edward, "A Summative Evaluation of Two Program in Elementary School Science Relative to Measurable Differences in Achivement, Creativity, and Attitudes of Fifth Grade - Pupils in The United State Dependents School, European Area", Dissertation Abstracts, 35(6) . 3399-A, December, 1974.
- ✕ Sasscer, John Clarence, "The Development, Implementation, and Evaluation of Modularized, Student - centered General Biology Curriculum at the College Level," Dissertation Abstracts, 34(11) : 6957-6958-A, May, 1974.
- Shavelson, R.J. and Munger, M.r. "Individualized Instruction" A System Approach, Lockheed Missles and Space Company, Sunnyvale, California, 1971, 153 pp.
- Wilkerson, George James, "The Design and Validation of an Inservice Training Module Entitled : Changing Students' Attitude, For Use With Community College Instructors," Dissertation Abstracts, 34(8) : 4666-A, February, 1974.
- Winer, B.J., Statistical Principles in Experimental Design, McGraw-Hill Company, Inc., New York, 1971, 907 pp.

ภาคผนวก ก.  
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก

| ข้อ | p   | r   | ข้อ | p   | r   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1   | .78 | .21 | 26  | .69 | .81 |
| 2   | .70 | .60 | 27  | .57 | .67 |
| 3   | .59 | .64 | 28  | .75 | .28 |
| 4   | .67 | .54 | 29  | .60 | .46 |
| 5   | .48 | .37 | 30  | .68 | .62 |
| 6   | .36 | .32 | 31  | .52 | .37 |
| 7   | .59 | .23 | 32  | .73 | .55 |
| 8   | .42 | .20 | 33  | .78 | .59 |
| 9   | .38 | .36 | 34  | .38 | .42 |
| 10  | .59 | .23 | 35  | .52 | .44 |
| 11  | .63 | .59 | 36  | .42 | .42 |
| 12  | .52 | .52 | 37  | .46 | .48 |
| 13  | .66 | .45 | 38  | .69 | .29 |
| 14  | .52 | .52 | 39  | .55 | .31 |
| 15  | .82 | .52 | 40  | .38 | .36 |
| 16  | .57 | .38 | 41  | .54 | .48 |
| 17  | .31 | .21 | 42  | .56 | .24 |
| 18  | .75 | .38 | 43  | .48 | .30 |
| 19  | .31 | .21 | 44  | .62 | .36 |
| 20  | .79 | .38 | 45  | .52 | .44 |
| 21  | .44 | .30 | 46  | .58 | .42 |
| 22  | .73 | .55 | 47  | .76 | .24 |
| 23  | .37 | .24 | 48  | .50 | .34 |
| 24  | .72 | .57 | 49  | .35 | .20 |
| 25  | .49 | .74 | 50  | .59 | .31 |

ค่าความเชื่อมั่น ( Reliability ) ของแบบทดสอบ

| ข้อ | p   | q   | pq    | ข้อ | p   | q   | pq                    |
|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----------------------|
| 1   | .49 | .51 | .2499 | 26  | .47 | .53 | .2491                 |
| 2   | .81 | .19 | .1539 | 27  | .58 | .42 | .2436                 |
| 3   | .37 | .63 | .2331 | 28  | .78 | .22 | .1716                 |
| 4   | .43 | .53 | .2451 | 29  | .51 | .49 | .2499                 |
| 5   | .41 | .59 | .2419 | 30  | .74 | .26 | .1924                 |
| 6   | .22 | .78 | .1716 | 31  | .42 | .58 | .2436                 |
| 7   | .46 | .54 | .2484 | 32  | .71 | .29 | .2059                 |
| 8   | .19 | .81 | .1539 | 33  | .72 | .28 | .2016                 |
| 9   | .59 | .41 | .2419 | 34  | .63 | .37 | .2331                 |
| 10  | .44 | .56 | .2464 | 35  | .45 | .55 | .2475                 |
| 11  | .61 | .39 | .2379 | 36  | .32 | .68 | .2176                 |
| 12  | .52 | .48 | .2496 | 37  | .79 | .21 | .1659                 |
| 13  | .60 | .40 | .2400 | 38  | .72 | .28 | .2016                 |
| 14  | .32 | .68 | .2176 | 39  | .52 | .48 | .2496                 |
| 15  | .67 | .33 | .2211 | 40  | .15 | .85 | .1275                 |
| 16  | .44 | .56 | .2464 | 41  | .38 | .62 | .2356                 |
| 17  | .28 | .72 | .2016 | 42  | .50 | .50 | .2500                 |
| 18  | .69 | .31 | .2139 | 43  | .57 | .43 | .2451                 |
| 19  | .39 | .61 | .2379 | 44  | .59 | .41 | .2419                 |
| 20  | .54 | .46 | .2482 | 45  | .48 | .52 | .2496                 |
| 21  | .64 | .36 | .2304 | 46  | .44 | .56 | .2464                 |
| 22  | .40 | .60 | .2400 | 47  | .69 | .31 | .2139                 |
| 23  | .55 | .45 | .2475 | 48  | .47 | .53 | .2491                 |
| 24  | .88 | .12 | .1056 | 49  | .73 | .27 | .1971                 |
| 25  | .27 | .73 | .1971 | 50  | .24 | .76 | .1824                 |
|     |     |     |       |     |     |     | $\Sigma pq = 10.8959$ |

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาวิทยาศาสตร์  
ใช้สูตร คูเคอร์-ริชาร์ดสัน 20 คือ

$$r_{tt} = \frac{N}{N-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_x^2} \right\}$$

$r_{tt}$  = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$N$  = จำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบ

$s_x^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$p$  = สัดส่วนของคนที่ตอบถูกต้องจำนวนคนทั้งหมด

$q$  = สัดส่วนของคนที่ตอบผิด  $(1-p)$

$pq$  = ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ

ข้อมูลจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

$$N = 50, \sum pq = 10.8959, s^2 = 61.8863$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ} &= \frac{50}{50-1} \left\{ 1 - \frac{10.8959}{61.8863} \right\} \\ &= \frac{50}{49} \left\{ \frac{61.8863 - 10.8959}{61.8863} \right\} \\ &= \frac{50}{49} \times \frac{50.9904}{61.8863} \\ &= \frac{50}{49} \times 0.8236 \\ &= 0.8404 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์} = .84$$

ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก

| เนื้อหา \ พฤติกรรม  | ความรู้ - ความเข้าใจ | ความเข้าใจ | ทักษะและการนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | การสังเคราะห์ | การประเมินค่า | รวมย่อย | อันดับความสำคัญ |
|---------------------|----------------------|------------|--------------------|--------------|---------------|---------------|---------|-----------------|
| แหล่งน้ำธรรมชาติ    | 1                    | 1          | 2                  | 1            | 0             | 1             | 6       | 5               |
| ธรรมชาติของน้ำ      |                      |            |                    |              |               |               |         |                 |
| การไหลของน้ำ        | 1                    | 1          | 2                  | 1            | 0             | 1             | 6       | 5               |
| สถานะของน้ำ         | 1                    | 1          | 1                  | 1            | 1             | 0             | 5       | 7               |
| การละลาย            | 2                    | 1          | 2                  | 1            | 1             | 1             | 8       | 2               |
| การให้น้ำให้สะอาด   | 2                    | 2          | 3                  | 1            | 1             | 1             | 10      | 1               |
| ประโยชน์ของแหล่งน้ำ | 2                    | 1          | 2                  | 1            | 0             | 1             | 7       | 4               |
| การสงวนรักษาน้ำ     | 2                    | 2          | 2                  | 1            | 0             | 1             | 8       | 2               |
| รวมย่อย             | 11                   | 9          | 14                 | 7            | 3             | 6             | 50      |                 |
| อันดับความสำคัญ     | 2                    | 3          | 1                  | 4            | 6             | 5             |         |                 |

ภาคผนวก ข.

บทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลกสำหรับชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 4 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 แหล่งน้ำธรรมชาติ

หน่วยที่ 2 ธรรมชาติของน้ำ

หน่วยที่ 3 การทำน้ำให้สะอาด

หน่วยที่ 4 ประโยชน์ของแหล่งน้ำ และการสงวนรักษาน้ำ

## คู่มือการใช้บทเรียนโมดูล

บทเรียนโมดูลไม่ใช่แบบฝึกหัด แต่เป็นวิธีการ เรียนที่นักเรียนจะต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ตามความสามารถ และความสามารถ โดยครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำปรึกษาปัญหาต่าง ๆ และอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน ดังนั้นการนำบทเรียนโมดูลไปใช้สอน ครูจะต้องศึกษารายละเอียดของบทเรียนเสียก่อน และจัดเตรียมสื่อการสอนและอุปกรณ์ประกอบบทเรียน หรือแจ้งให้นักเรียนทราบว่านักเรียนจะต้องจัดเตรียมอะไรบ้างในการเรียนบทเรียนโมดูล แต่ละหน่วย การนำบทเรียนโมดูลนี้ไปใช้ครูจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำดังนี้

คำแนะนำการใช้บทเรียนโมดูลสำหรับครู

1. ศึกษาบทเรียนโมดูล อ่านเนื้อหา และศึกษาขั้นตอนของกิจกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ ให้ละเอียด พร้อมทั้งทำความเข้าใจกระบวนการเรียนของนักเรียนทุกขั้นตอน
2. ครูจะต้องจัดเตรียมวัสดุต่าง ๆ ที่ไปใช้จัดไว้ในชุดการเรียน เช่น วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองในแต่ละหน่วย หรือจะสั่งให้นักเรียนเป็นผู้เตรียมมาเองตามความเหมาะสม
3. ครูจะต้องอธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ และให้นักเรียนทำความเข้าใจกับกิจกรรมการเรียนที่กำหนดไว้ หรือให้นักเรียนเสนอกิจกรรมการเรียนที่เขาคิดขึ้นเอง
4. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีเรียน และเข้าใจกิจกรรมการเรียนต่าง ๆ ค่อยจึงให้เริ่มเรียน
5. การใช้บทเรียนโมดูลในการสอน จะต้องทำการทดสอบก่อนเรียน และหลังการเรียน
6. การกำหนดเกณฑ์ความรู้ที่นักเรียนจะผ่านบทเรียน อาจพิจารณาตามความยากง่ายของบทเรียน และระดับของผู้เรียน
7. จะต้องพยายามให้นักเรียนทุกคนได้ประสบความสำเร็จในการเรียนตามความสามารถของเขา โดยให้นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์เรียนซ่อมเสริม

### คำแนะนำการใช้บทเรียนโมดูลสำหรับนักเรียน

การใช้บทเรียนโมดูลนักเรียนจะต้องเรียนด้วยตนเอง และ  
ไม่ใช่เป็นการทำแบบฝึกหัด นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. อ่านจุดมุ่งหมายของบทเรียน
2. ทำแบบทดสอบประเมินผลก่อนการ เรียน
3. ทำกิจกรรมการเรียนตามที่ระบุไว้ในบทเรียนว่าจะให้นักเรียน  
เลือกเรียน หรือจะต้องทำกิจกรรมทั้งหมดที่กำหนดไว้
4. เมื่อทำกิจกรรมการเรียนเสร็จแล้ว ให้ทำแบบทดสอบประเมินผล  
หลังการเรียน
5. นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมินผล ให้ทำกิจกรรมซ่อมเสริมโดย  
ทำกิจกรรมตามคำแนะนำในบทเรียนโมดูล
6. นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโมดูล จะต้องมีความรับผิดชอบใน  
การเรียน มีความซื่อสัตย์ และจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนที่บอกไว้ในบทเรียน

### บทนำ

บทเรียนโมดูล เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก เป็นบทเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ประกอบด้วยบทเรียนย่อย 4 หน่วย คือ แหล่งน้ำธรรมชาติ ธรรมชาติของน้ำ การทำน้ำให้สะอาด ประโยชน์ของแหล่งน้ำและการสงวนรักษาน้ำ ใช้เวลาเรียนหน่วยละประมาณ 3 ชั่วโมง บทเรียนแต่ละหน่วยจะบอกจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้ทราบล่วงหน้า กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดไว้ กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดไว้ในโมดูลนี้ มีลักษณะ เป็นแบบกิจกรรมหลักที่ทุกคนจะต้อง เรียนเพื่อให้บรรลุผลตาม – จุดมุ่งหมาย และมีกิจกรรมเสริมสำหรับให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม และเพื่อนักเรียนเรียนจบแต่ละหน่วย จะมีแบบทดสอบไว้ให้นักเรียนวัดผลตนเอง เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก หน่วยที่ 1 มีจำนวน 15 ข้อ หน่วยที่ 2 มีจำนวน 25 ข้อ หน่วยที่ 3 มี – จำนวน 20 ข้อ หน่วยที่ 4 มีจำนวน 25 ข้อ นอกจากแบบทดสอบย่อยของแต่ละหน่วยแล้ว จะมีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบรวมหลังจากที่นักเรียนเรียนจบทุกหน่วยแล้ว

## บทเรียนโมดูล (Module Instruction) : เรื่องแหล่งน้ำบนพื้นโลก

### หลักการและเหตุผล

ส่วนประกอบของโลกที่สำคัญส่วนหนึ่งคือของเหลว อันได้แก่น้ำหรือบางทีเรียกว่าแหล่งน้ำ มีอยู่มากเป็นปริมาณถึงสามส่วนในสี่ส่วนของโลก แหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น แม่น้ำ ลำธาร ทะเลสาบ มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ มนุษย์ได้ใช้แหล่งน้ำเหล่านี้ในการอุปโภค บริโภค ทำการประมง การเกษตรกรรม การคมนาคม การพักผ่อนหย่อนใจ และใช้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ นอกจากนั้นน้ำยังเป็นแหล่งทรัพยากรอันมหาศาลอีกด้วย ซึ่งให้ทั้งอาหารและเครื่องประดับที่มีราคาแพง

น้ำนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อการมีชีวิตอยู่ของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ถ้าขาดน้ำร่างกายจะมีชีวิตอยู่ไม่ได้ ในร่างกายของเรามีน้ำเป็นส่วนประกอบถึงสองส่วนในสามส่วน เมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว และน้ำยังเป็นส่วนประกอบในร่างกายของสัตว์และพืชอีกด้วย

จะเห็นได้ว่าในชีวิตประจำวันของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายจะขาดน้ำไม่ได้ แต่ในสภาพการณ์ปัจจุบันนี้ จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นปริมาณน้ำเสียที่ถ่ายเทลงสู่แหล่งน้ำก็เพิ่มขึ้นด้วย น้ำในแม่น้ำลำคลองสกปรกเน่าเหม็นจนสัตว์น้ำไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ฝนไม่ตกตามฤดูกาล เกิดการขาดแคลนน้ำในการอุปโภค บริโภค ปริมาณน้ำไม่พอเพียงในการเพาะปลูก อันมีผลทำให้เศรษฐกิจของประเทศต้องสูญเสียไปเป็นละมาก ๆ ความเสียหายต่าง ๆ เหล่านี้ เกิดจากการไม่รู้จักสงวนรักษาน้ำ ในเมื่อน้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต และเศรษฐกิจของประเทศชาติดังนี้แล้ว การเรียนเรื่องแหล่งน้ำเพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงแหล่งน้ำที่มีอยู่ ความสำคัญและประโยชน์ของน้ำ ตลอดจนวิธีการสงวนรักษาน้ำเพื่อให้มีน้ำใช้ในด้านต่าง ๆ อย่างพอเพียง

### จุดมุ่งหมายทั่วไป

1. เพื่อให้นักเรียนทราบถึงแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของโลก
2. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องธรรมชาติของน้ำ
3. เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าของน้ำต่อการดำรงชีวิตทั้งทางตรงและทางอ้อม

4. เพื่อให้นักเรียนรู้จักสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ
5. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจถึงวิธีการทำน้ำให้สะอาด
6. เพื่อให้นักเรียนสามารถประดิษฐ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ ได้
7. เพื่อให้นักเรียนทราบถึงผลเสียที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำ
8. เพื่อให้นักเรียนรู้จักพลังงานที่ได้จากแรงน้ำ
9. เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง และฝึกการสังเกต
10. เพื่อให้นักเรียนรู้จักเลือกใช้เครื่องมือปฏิบัติการทดลองได้อย่างเหมาะสม
11. เพื่อให้เรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
12. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกความรับผิดชอบในการทำงานเป็นกลุ่ม
13. เพื่อให้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสงวนรักษาน้ำ
14. เพื่อให้เรียนได้เห็นความสำคัญของป่าไม้ที่ช่วยในการสงวนรักษาน้ำ
15. เพื่อให้เรียนเกิดความรู้สึกในการที่จะร่วมมือในการรักษาแหล่งน้ำ ต้นน้ำลำธาร
16. เพื่อให้เรียนมีความรู้ และเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ
17. เพื่อให้เรียนทราบถึงประโยชน์ของแหล่งน้ำ
18. เพื่อให้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเลือกตั้งถิ่นฐานของคนโบราณ
19. เพื่อให้เรียนมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องการชลประทาน การเก็บกักน้ำ การระบายน้ำ
20. เพื่อให้เรียนเป็นผู้มีเหตุผล และรักการค้นคว้าหาความจริง
21. เพื่อให้เรียนมีทัศนคติวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์
22. เพื่อให้เรียนมีความสามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

### ความรู้พื้นฐาน

นักเรียนที่จะเรียนบทเรียนโมดูลนี้ ต้องผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาก่อน

## การประเมินผลเบื้องต้น

ใช้ข้อทดสอบของแต่ละบทเรียนโมดูลทดสอบก่อนเรียน ข้อทดสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 85 ข้อ ใช้เวลาทำ 1 ชั่วโมง 25 นาที

## กิจกรรมการเรียนรู้

### หน่วยที่ 1

1. ศึกษาจากเอกสารประกอบการเรียน
2. ปฏิบัติการทดลอง /
3. ทักษะศึกษา /

### หน่วยที่ 2

1. บทเรียนสำเร็จรูป
2. ศูนย์การเรียนรู้

### หน่วยที่ 3

1. ศูนย์การเรียนรู้
2. ทักษะศึกษา

### หน่วยที่ 4

1. บทเรียนสำเร็จรูป
2. คู่มือ - เทป เรื่องประโยชน์ของแหล่งน้ำ
3. อานเอกสาร
  - การชลประทาน
  - การอนุรักษ์ต้นน้ำ
4. ศึกษาจากแผนภาพ
5. ภาพยนตร์ - " สิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ธรรมชาติ " ของ สสวท
  - ภาพยนตร์ 16 มม. " การทำนาเกลือ " ของ สสวท

### การประเมินผลหลังการเรียน

ใช้ข้อทดสอบฉบับเดียวกันกับการประเมินผลเบื้องต้น

### การเรียนซ่อมเสริม

นักเรียนที่จะเรียนซ่อมเสริม คือ นักเรียนที่ทำคะแนนข้อทดสอบประเมินผลหลังการเรียนได้ไม่ถึงเกณฑ์ 80% ของแต่ละบทเรียนโมดูล ซึ่งจะเรียนโดยวิธี

- ให้ศึกษาเพิ่มเติมจากเอกสารประกอบการเรียน
- เรียนจากครู
- อื่น ๆ

บทเรียนโมดูลหน่วยที่ 1  
เรื่อง แหล่งน้ำธรรมชาติ

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกสถานที่ที่ฝนน้ำอยู่ได้ถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถบอกชื่อแหล่งน้ำต่าง ๆ บนพื้นโลกได้
3. นักเรียนสามารถบอกสัดส่วนระหว่างพื้นน้ำกับพื้นดินได้ถูกต้อง
4. นักเรียนสามารถอธิบายถึงการเกิดของแหล่งน้ำต่าง ๆ ได้
5. นักเรียนสามารถทดลองได้ว่าในดินมีน้ำอยู่ด้วย
6. นักเรียนสามารถบอกเหตุผลของการเกิดน้ำของบ่อน้ำร้อนได้
7. นักเรียนสามารถทดลองได้ว่าในอากาศมีน้ำอยู่ด้วย
8. นักเรียนสามารถบอกชื่อแหล่งน้ำที่สำคัญในท้องถิ่นได้

การประเมินผลเบื้องต้น

ให้นักเรียนทำข้อทดสอบของบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 1 ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือกจำนวน 15 ข้อใช้เวลา 15 นาที ก่อนที่จะเรียนในกิจกรรมการเรียนต่อไป

กิจกรรมการเรียน

1. อ่านเอกสารประกอบการเรียนบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 1 เรื่องแหล่งน้ำธรรมชาติ
2. ศึกษาแผนที่โลกหรือลูกโลกเพื่อดูแหล่งน้ำธรรมชาติ
3. ปฏิบัติการทดลองเรื่องน้ำที่อยู่ในดิน และในอากาศจากคู่มือปฏิบัติการทดลองของบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 1
4. ทักษะศึกษาแหล่งน้ำธรรมชาติในท้องถิ่นและบริเวณใกล้เคียง
5. ทำแบบฝึกหัด

### การประเมินผลหลังการ เรียน

ให้นักเรียนทำข้อทดสอบจับ เคียวกันกับการ ประเมินผล เบื้องต้น

### การ เรียนซ่อมเสริม

นักเรียนที่ทำข้อทดสอบประเมินผลหลังการ เรียนได้ต่ำกว่า 12 คะแนน  
คือต่ำกว่า 80 % จะต้อง เรียนซ่อมเสริม โดยให้ไปตกลงกับครูผู้สอนว่า จะเรียน  
จากบทเรียนใบคู่มือเพิ่มเติม หรือเรียนโดยวิธีการอื่น

แบบทดสอบ บทเรียนไมโครหน่วยที่ 1

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกข้อที่สุด ในกระดาษคำตอบ  
เพียงคำตอบเดียว

1. แหล่งน้ำธรรมชาติมีที่ไหนบ้าง?  
 ก. ในดิน  
 ข. ในทะเล  
 ค. ในอากาศ  
 ง. ถูกหมดทุกข้อ
2. โลกของเราประกอบด้วยพื้นน้ำกับพื้นดิน  
 เป็นอัตราส่วนต่อกันเท่าใด ?  
 ก. 1 : 3  
 ข. 3 : 1  
 ค. 3 : 4  
 ง. 4 : 3
3. แหล่งน้ำบนพื้นโลกที่มีปริมาณน้ำ  
 มากที่สุดคือข้อใด ?  
 ก. แม่น้ำ  
 ข. ทะเล  
 ค. น้ำใต้ดิน  
 ง. น้ำในอากาศ
4. เพราะเหตุใดน้ำทะเลจึงไม่เหมาะ  
 ที่จะนำมาใช้ดื่มและชำระล้าง ?  
 ก. มีสีเขียว  
 ข. ไม่สะอาดพอ  
 ค. มีสารละลายมาก  
 ง. สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย
5. แหล่งน้ำในข้อใดที่ช่วยให้ชาวกรุงเทพฯ  
 ไม่ขาดแคลนน้ำดื่มมาใช้ ?  
 ก. แอ่งท่าจีน  
 ข. แม่น้ำแม่กลอง  
 ค. น้ำจากลำคลอง  
 ง. แม่น้ำเจ้าพระยา
6. แหล่งน้ำในข้อใดที่ประเทศเราใช้ประโยชน์  
 ในทางเกษตรกรรมมากที่สุด ?  
 ก. น้ำฝน  
 ข. น้ำใต้ดิน  
 ค. น้ำทะเล  
 ง. น้ำจากแม่น้ำ
7. บ่อน้ำร้อนมีอยู่ที่จังหวัดใด ?  
 ก. ชลบุรี  
 ข. สระบุรี  
 ค. กาญจนบุรี  
 ง. ลำปาง
8. น้ำในดินที่รวมกันเป็นบ่ออยู่ใต้ชั้นหิน ทำให้  
 เรานำมาใช้ได้อีก ได้แก่ข้อใด ?  
 ก. น้ำแร  
 ข. น้ำพุ  
 ค. น้ำบอ  
 ง. น้ำบาดาล

9. บ่อน้ำร้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร ?
- ก. สายน้ำใต้ดินเกิดแรงดันมาสู่ผิวโลก
  - ข. สายน้ำใต้ดินที่ไหลไปที่ยื่นไม่ไค่ แล้วจึงพุ่งขึ้นมาสู่ผิวโลก
  - ค. น้ำบาดาลที่ไหลอยู่ในสายน้ำใต้ดินลึก ๆ แล้วพุ่งขึ้นมาสู่ผิวโลก
  - ง. น้ำบาดาลที่ไหลอยู่ในสายน้ำใต้ดินชั้น ๆ แล้วขึ้นมาสู่ผิวโลก
10. ข้อใดคือน้ำที่มีอยู่ในบรรยากาศ ?
- ก. น้ำที่เกาะรอบ ๆ แก้วน้ำแข็งที่วางทิ้งไว้
  - ข. น้ำที่เกาะอยู่ตามใบไม้ใบหญ้าในฤดูหนาว
  - ค. น้ำที่เกล็ดในครว้หูกเขาตัวจนเย็บเหลวกลายเป็นน้ำ
  - ง. ทั้งสามข้อใน ก. ข. และ ค.
11. ในน้ำทะเลมีสารชนิดใดละลายอยู่มากที่สุด ?
- ก. แกลือแกง
  - ข. โซเดียม
  - ค. กัลเซียม
  - ง. โบรมีน
12. ถ้าในท้องดินที่ก้นดาร์มาก ๆ จะจัดหาน้ำคืนน้ำใช้จากแหล่งใดเพิ่มเติม ?
- ก. ทำฝนเทียม
  - ข. แหล่งน้ำใต้ดิน
  - ค. ชุดสระน้ำฝน
  - ง. แม่น้ำ ลำคลอง
13. ทำไมโอเอซิสจึงเป็นแหล่งที่มีต้นไม้ขึ้นอุดมสมบูรณ์ ?
- ก. ฝนตกชุก
  - ข. มีบ่อบนดินมาก
  - ค. น้ำใต้ดินอยู่ตื้น
  - ง. มีลำธารไหลผ่าน
14. น้ำธรรมชาติจากแหล่งใดที่นักเรียนคิดว่าสะอาดที่สุด ?
- ก. น้ำฝน
  - ข. น้ำบ่อ
  - ค. น้ำพา
  - ง. น้ำทะเล
15. ประชาชนที่อาศัยอยู่ตามชายทะเลได้นำจากแหล่งใดในการอุปโภคบริโภค ?
- ก. น้ำน้ำทะเลมากลั่น
  - ข. น้ำบ่อทรายริมทะเล
  - ค. น้ำบ่อที่น้ำทะเลไปไม่ถึง
  - ง. สูดน้ำทะเลมาเก็บไว้ให้ตกตะกอน

## เอกสารประกอบการเรียน บทเรียนโมดูลหน่วยที่ 1

### เรื่อง แหล่งน้ำธรรมชาติ

ถ้าเราเอาแผนที่โลกหรือดูโลกมาพิจารณาเปรียบเทียบส่วนของ พื้นน้ำกับพื้นดิน เราจะเห็นว่ามีส่วนที่เป็นพื้นน้ำมากกว่าส่วนที่เป็นพื้นดิน เท่าที่มีผู้คำนวณดู ปรากฏว่า -

ผิวโลกเป็นดินเพียงหนึ่งส่วน แต่เป็นน้ำถึงสามส่วน น้ำบนพื้นโลกได้แก่ น้ำในทะเล มหาสมุทร เป็นส่วนใหญ่ นอกนั้นเป็นน้ำตามแม่น้ำ ลำคลอง ห้วย หนอง บ่อ บึง และลำธาร

เราได้นำจากแหล่งต่าง ๆ หลายแห่ง เช่น

น้ำฟ้า ได้แก่ น้ำฝน น้ำค้าง หิมะ ลูกเห็บ และหมอก ในประเทศร้อน น้ำฝนเป็นแหล่งน้ำสำคัญ สำหรับประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม และลมพายุในเขตร้อน ที่พาเอาฝนมาตก ส่วนใหญ่ได้ฝนในฤดูฝน แต่มีบางส่วนที่ไคฝนตลอดปี เช่นภาคใต้ ปริมาณ - น้ำฝนที่ตกในประเทศไทยโดยเฉลี่ยประมาณ 1,000 มม. ต่อปี ซึ่งนับว่าไม่น้อย แต่เนื่องจากปัจจัยทางธรรมชาติบางประการทำให้ภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยได้รับปริมาณน้ำฝน ไม่เท่ากัน

น้ำฝนเป็นน้ำธรรมชาติที่สะอาดที่สุด ตามนอกเมืองที่ไม่มีน้ำประปาใช้ เขาจึง - ร่อนน้ำฝนไว้สำหรับดื่ม เมื่อฝนตกลงมาครั้งแรก ๆ น้ำฝนจะชะเอาฝุ่นละอองที่มีในอากาศ ติดมาด้วย ตามหลังคาบ้านที่ไชรองรับน้ำฝนมักมีฝุ่นละอองต่างๆอยู่ จึงไม่ควรร่อนน้ำฝนเมื่อ - ฝนตกใหม่ๆ ควรปล่อยให้หน้าฝนชะล้างฝุ่นละอองในอากาศ และบนหลังคาให้สะอาดเสียก่อน แล้วจึงค่อยร่อนน้ำฝนเก็บไว้

เมื่อฝนตก น้ำฝนบางส่วนจะระเหยเป็นไอน้ำในอากาศทันที น้ำฝนบางส่วนจะซึม - ลงใต้ดิน บางส่วนจะไหลผ่านพื้นดินลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง ซึ่งเป็นที่ต่ำ ต่อจากนั้นน้ำก็จะไหล - ลงสู่ทะเล ซึ่งเป็นที่ต่ำที่สุด เป็นธรรมชาติของน้ำที่จะไหลลงสู่ที่ต่ำกว่าเสมอ เพราะแรง - ดึงดูดของโลก จะดึงดูดทุกสิ่งทุกอย่างเข้าหาใจกลางของโลก

น้ำผิวพื้นหรือน้ำท่า ไคแก่ น้ำที่ซึ่งไหลอยู่ตามผิวพื้น เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ และอ่างเก็บน้ำ เป็นแหล่งทรัพยากรที่มีความสำคัญ เพราะเป็น

แหล่งกักเก็บน้ำไว้ ลักษณะปริมาณของน้ำผิวพื้น จะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับน้ำฝนที่ตกลงมา บางส่วนซึมลงใต้ดิน บางที่จะซึมออกมาเป็นน้ำซับ และไหล หรือซัง กลายเป็นน้ำผิวพื้น น้ำฝนอีกส่วนหนึ่งจะไหลลงสู่ลำธาร หรือตามที่ลุ่มต่าง ๆ ปริมาณน้ำฝนของไทย คัดเฉลี่ยแล้วจะเป็นน้ำที่ซังอยู่ตามผิวพื้นประมาณ 30 % อีก 70 % ส่วนใหญ่จะระเหยไปในอากาศ และที่เหลือกลายเป็นน้ำใต้ดิน

น้ำท่าหรือน้ำตามแม่น้ำ ลำคลอง เป็นน้ำธรรมชาติที่ไม่สะอาด เพราะเกิดจาก น้ำฝนไหลมาจากที่สูง ผ่านสถานที่ต่าง ๆ แล้วไหลรวมลงสู่แม่น้ำ บ่อ หนอง บึง นอกจาก จะมีเกลือแร่ ดิน ทราย และโคลนตมต่าง ๆ ลอยปะปนอยู่ในน้ำ ทำให้น้ำขุ่นแล้ว ยังมีสาร-อินทรีย์ต่าง ๆ ทั้งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำปนอยู่อีกมาก ถ้าเป็นแหล่งน้ำหรือทางน้ำที่ อยู่ใกล้บ้านหรือผู้คน น้ำก็จะยิ่งสกปรก เพราะผู้คนมักจะโยนขยะมูลฝอย และสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ลงในลำน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้น้ำสกปรกและอาจเกิดโรคติดต่อจากน้ำเข้าไป

น้ำใต้ดิน น้ำมีใต้มืออยู่เฉพาะผิวโลกเท่านั้น ใต้ผิวโลกลงไปก็มีน้ำอยู่เป็นจำนวน-มาก ซึ่งน้ำนี้เกิดขึ้นเมื่อฝนตกลงบนพื้นดิน น้ำส่วนหนึ่งจะซึมลงไปที่ดินผ่านลงไปตามทราย และกรวด ใต้ทรายและกรวดเป็นชั้นของหินก้อนโต ๆ ลึกลงไปเป็นชั้นของหินหนา ชั้นนี้ - บางแห่งก็มีรูพรุนยอมให้น้ำซึมลงไปได้ ใต้หินที่มีรูพรุนลงไปอีกชั้นหนึ่ง เป็นชั้นของหินที่มี - เนื้อแน่นผานไม่ได้ น้ำที่ซึมลงไปข้างล่างนี้ อาจไหลเซาะหินข้างล่างให้เป็นลำธารกว้างใหญ่ เรียกว่า สายน้ำใต้ดิน หรือบางที่รวมกันเป็นบ่อใหญ่อยู่ใต้ดิน เรียกว่า ตาน้ำ ในทะเลทราย ถ้าที่ใดมีตาน้ำก็จะมีต้นไม้ขึ้นเรียกว่า โอ-เอ-ซีส ถ้าเราขุดหรือเจาะของลึกลงไปในดินจนถึง ตาน้ำ หรือสายน้ำใต้ดิน แล้วใช้เครื่องสูบลูบขึ้นมาใช้เราเรียกว่า น้ำบาดาล

สายน้ำใต้ดินบางแห่งก็อยู่ลึกมาก บางแห่งก็อยู่ตื้น บางแห่งความร้อนภายในโลก-จะทำให้สายน้ำใต้ดินไหลออกมาสู่ผิวโลก น้ำบาดาลที่ไหลอยู่ในสายน้ำใต้ดินลึก ๆ มักร้อน เมื่อน้ำนี้พุ่งขึ้นมาสู่ผิวโลก จึงเกิดเป็นบ่อน้ำร้อนและน้ำพุร้อนขึ้น ในประเทศเราก็มีบ่อน้ำร้อน เช่นที่ อ. ศรีราชา จังหวัดชลบุรี ที่ อ. ฝาง จังหวัดเชียงใหม่

น้ำใต้ดินนี้ถ้าอยู่ลึกพอสมควร คือลึกเกินกว่า 3 เมตรขึ้นไป และการก่อสร้างบ่อ ใต้ทำอย่างถูกต้องวิธี คือเทคอนกรีตรอบปากบ่อ น้ำสกปรกไม่สามารถซึมเข้าข้างบ่อได้ และ

บริเวณนั้นอยู่ห่างไกลจากที่ชุมชน น้ำนั้นก็สะอาดพอที่จะใช้ดื่มและบริโภคได้ แต่ถากรูบควยอิฐ หรือหินที่น้ำซึมเข้าได้ และบ่อนั้นอยู่ใกล้บ้านคน น้ำสกปรกที่คนใช้แล้วหรือน้ำจากส้วมก็อาจซึมเข้าข้างบ่อ ทำให้น้ำในบ่อนั้นสกปรก ถาบน้ำยิ่งลึก น้ำก็ยิ่งสะอาด เพราะชั้นของดิน และหินจะช่วยกรองสิ่งสกปรกและเชื้อโรคต่าง ๆ

ในอากาศก็มีน้ำ แต่น้ำในอากาศมีสถานะเป็นก๊าซ คือเป็นไอน้ำ ไอน้ำเกิดจากน้ำ - บนพื้นโลกระเหยขึ้นไป เรามองไม่เห็นไอน้ำในอากาศ แต่สูงขึ้นจากผิวโลก อากาศ เย็นลงไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ รวมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งเราเรียกว่าเมฆ ถ้าละอองน้ำ ในก้อนเมฆรวมตัวกันเป็นหยดโตขึ้น ก็ะตกลงมาสู่พื้นโลกเป็นเม็ดฝน

ทะเลและมหาสมุทรเป็นน้ำเค็ม มีสารต่างๆ เจือปนอยู่มาก ที่มีมากที่สุดก็คือ - เกลือแกง มีผู้ทดลองเอาน้ำทะเลมาแยกดู ว่ามีธาตุอะไรประกอบอยู่บ้าง ปรากฏผลว่า น้ำในทะเล และมหาสมุทรมีสารต่าง ๆ เจือปนอยู่ร้อยละ 3.5 โดยน้ำหนัก น้ำที่ไหลลงสู่ ทะเล และมหาสมุทร ปีหนึ่ง ๆ จะมีสารที่ละลายเจือปนอยู่ในน้ำและมหาสมุทรเพิ่มขึ้น ประมาณ 3 พันล้านตัน เพราะน้ำที่ไหลไปบนดิน สามารถละลายสิ่งต่าง ๆ จากพื้นดินไปได้ ประมาณ 87 ล้านตันต่อหนึ่งตารางไมล์ในปีหนึ่ง ๆ

น้ำแร่ เป็นน้ำที่อยู่ใกล้แหล่งแร่ จึงมีแร่ธาตุต่าง ๆ ละลายอยู่มากกว่าน้ำชนิดอื่น ชนิดของแร่แตกต่างกันไปแล้วแต่สถานที่ น้ำแร่บางชนิดเชื่อกันว่าใช้บริโภคเพื่อป้องกันหรือ รักษาโรคได้ เพราะน้ำแร่นั้นมีแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการ และถ้าขาดก็จะทำให้เกิดโรค น้ำแร่ที่จะใช้ดื่มเพื่อรักษาโรคควร เป็นน้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคอื่น ๆ และทางการแพทย์ ได้วิจัยและรับรองแล้วว่าใช้รักษาโรคได้

- 
- เมื่อนักเรียนอ่านเอกสารจบแล้ว ให้แบ่งกลุ่มทำการทดลองตามคู่มือ -
  - การทดลองที่ 1/1 และ 1/2
  - ตอบคำถามเกี่ยวกับการทดลองเสร็จแล้ว ให้ไปขอตรวจคำตอบที่ครู

วัสดุอุปกรณ์ประกอบบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 1

- 1 เอกสารประกอบการเรียน "แหล่งน้ำธรรมชาติ"
- 2 แผนที่โลก หรือลูกโลก
- 3 คู่มือการทดลอง เรื่องน้ำมีอยู่ในดิน
  - ดินแห้ง 1 ก้อน
  - หลอดทดสอบ
  - ไม้หนีบทดลองทดสอบ
  - ตะเกียงแอลกอฮอล์
  - ไม้ขีดไฟ
  - จุกกอร์ก
- 4 คู่มือการทดลอง เรื่องน้ำมีอยู่ในอากาศ
  - แก้วน้ำ 1 ใบ
  - น้ำแข็งทุบเป็นก้อนเล็ก ๆ
  - น้ำหมึก หรือสีทำขนม
  - ซอล์ก 2 แท่ง
  - หลอดยาหยอดตา
- 5 แบบฝึกหัดบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 1 และเฉลยคำตอบ

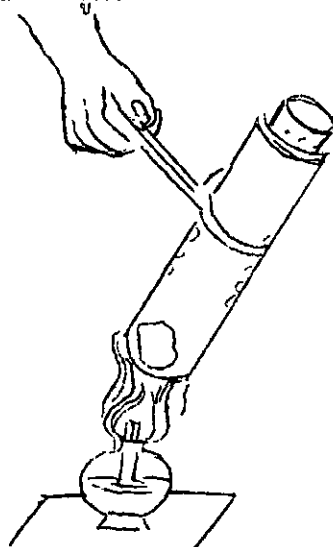
# คู่มือการทดลองที่ 1/1

เรื่อง น้ำธรรมชาติที่มีอยู่ในดิน

จุดประสงค์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าในดินมีน้ำอยู่ด้วย

วัสดุอุปกรณ์

1. ดินแห้ง 1 ถัง
2. หลอดทดสอบ
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์
4. ไขเทียนหลอด
5. จุกคอรัท
6. ไม้ขีดไฟ



วิธีทดลอง

1. เอาดินก้อนโตพอประมาณใส่ในหลอดทดสอบแล้วปิดด้วยจุกคอรัท
2. จุกตะเกียงแอลกอฮอล์
3. ไขเทียนหลอดให้หลอดทดสอบไว้แล้วนำไปลงไฟตะเกียง สังเกตภายใน

หลอดว่าเป็นอย่างไร

คำถาม

1. เมื่อนำหลอดทดสอบไปลงไฟจะสังเกตเห็น.....
2. ละอองน้ำในหลอดทดสอบมาจากไหน.....
3. ถ้าเอาดินที่ตากแดดจนแห้งสนิทแล้วใส่ในหลอดแทนจะมีไอน้ำออกมาหรือไม่..... เพราะเหตุใด.....
4. น้ำในดินเกิดขึ้นได้อย่างไร.....
5. จากการทดลองนี้บ่งชี้ให้เห็นว่า.....

( ขอตรวจคำตอบจากครู ทั้งการทดลองที่ 1/1 และ 1/2 )

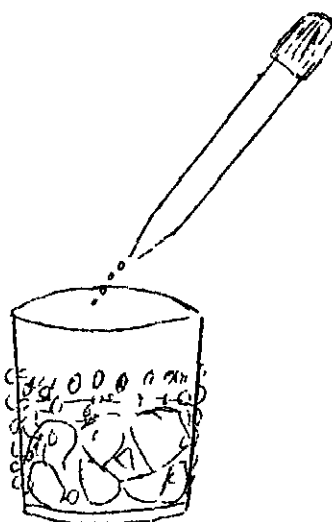
# คู่มือการทดลองที่ 1/2

## เรื่องน้ำธรรมชาติที่มีอยู่ในอากาศ

จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนทราบว่าในอากาศมีน้ำ

### วัสดุอุปกรณ์

1. แก้วน้ำ 1 ใบ (อย่าให้มียารั่ว)
2. น้ำแข็งทูนเป็นก้อนเล็ก ๆ
3. น้ำหมักสั้แดง
4. ซอลล์ 2 แท่ง
5. หอคอยาหยอดตา



### วิธีทดลอง

1. เช็ดแก้วภายนอกให้แห้งสนิทใส่น้ำตั้งไว้
2. เอน้ำแข็ง 4-5 ก้อนใส่ในแก้ว และหยดหมักลงไปสัก 3-4 หยด ตั้งไว้-

### สังเกต

3. ให้นักเรียนสังเกตรอบ ๆ แก้วภายนอก
4. เอาซอลล์แท่งจุ่มน้ำในแก้ว อีกแท่งหนึ่งแตะภายนอกแก้ว แล้วสังเกตซอลล์

ทั้งสองตรงส่วนที่เปียกน้ำว่าแตกต่างกันอย่างไร

### คำถาม

1. กรังแรก มีหยดน้ำภายนอกแก้วหรือไม่ .....
2. เมื่อตั้งแก้วน้ำไว้สักกรจะสังเกตเห็นรอบ ๆ แก้วภายนอกเป็นอย่างไร.....

.....

3. ซอลล์ส่วนที่เปียกน้ำมีสีแตกต่างกันหรือไม่.....
4. ซอลล์แท่งที่จุ่มน้ำในแก้ว เป็นสี ..... เพราะ .....
5. ซอลล์แท่งที่แตะภายนอกแก้วมีสี..... เพราะ .....
6. ถ้าน้ำที่ดูรอบ ๆ แก้วรั่วออกมาจากในแก้ว ซอลล์ส่วนที่เปียกน้ำ

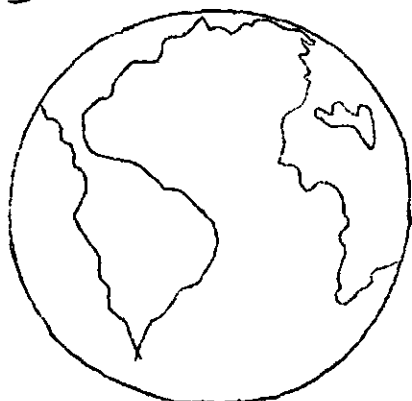
ทั้งสองจะมีสีเหมือนกันหรือต่างกัน.....

7. หยดน้ำที่เกาะอยู่รอบ ๆ แก้ว มาจากไหน.....
8. การทดลองนี้แสดงว่า.....

# แบบฝึกหัดบทเรียนใบกฐล หน่วยที่ 1

ชื่อ.....

## I จากแผนที่โลกที่กำหนดให้ นี้ ให้นักเรียน ระบายสีส่วนที่เป็นแหล่งน้ำ



เมื่อเทียบสัดส่วนแล้วจะเป็นพื้นดินประมาณ

.....ส่วน และพื้นน้ำ.....ส่วน

พื้นน้ำ : พื้นดิน = .... : 1

## II จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. แหล่งน้ำป็นชื่อเรียกแตกต่างกัน เช่น.....
2. แม่น้ำที่เปรียบได้กับเส้นโลหิตใหญ่ของประเทศไทยได้แก่.....
3. น้ำทะเลมีคุณสมบัติแตกต่างจากน้ำตามแม่น้ำลำธาร คือ.....
4. ประชาชนที่อาศัยอยู่แถบชายทะเล ถึงแม้จะอยู่ใกล้แหล่งน้ำก็มีโอกาสจะขาดแคลนนํ้าจืดได้ เพราะ.....
5. หมอกเป็นน้ำธรรมชาติที่เกิดจาก.....
6. แหล่งที่ไม่มีต้นไม้นั้นอุดมสมบูรณ์ในทะเลทรายเรียกว่า.....
7. ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน ปริมาณน้ำจึงมีมากในทุก.....
8. ถ้าฝนตกน้อย ทำให้น้ำที่ค้างอยู่ตามแม่น้ำลำธารมีน้อย เราควรจะหาแหล่งน้ำ.....
9. ที่มีอยู่ตามธรรมชาติจากที่ใด มาใช้อุปโภคบริโภค ตอบ.....

# เฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 1

I

1 ..... 3

3

II

- 1 แม่น้ำ คลอง ทะเล ห้วย บึง ฯลฯ
- 2 แม่น้ำเจ้าพระยา
- 3 มีรสเค็ม
- 4 น้ำทะเลเค็ม นำมาใช้ดื่ม และชำระล้างไม่ได้
- 5 ไอน้ำในอากาศ
- 6 โอ – เอ – ซี
- 7 ฤดูฝน
- 8 ใต้อิน

บทเรียนโมดูลหน่วยที่ 2  
เรื่องธรรมชาติของน้ำ

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะการไหลของน้ำได้
2. นักเรียนสามารถบอกเหตุผลการไหลของน้ำได้
3. นักเรียนสามารถทำการทดลองการไหลของน้ำได้
4. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ที่ได้จากแรงน้ำไหลได้
5. นักเรียนสามารถบอกโทษที่เกิดจากการไหลของน้ำได้
6. นักเรียนสามารถบอกสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำได้
7. นักเรียนสามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ และทดลองให้เห็นจริงได้
8. นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของการละลาย และการแขวนลอยได้
9. นักเรียนบอกความหมายของคำว่า "วัฏจักร" ได้
10. นักเรียนสามารถอธิบาย ปรากฏการณ์ธรรมชาติอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ เช่น เมฆ หมอก น้ำค้าง ได้
11. นักเรียนสามารถบอกวิธีการที่จะแยกสารละลายออกจากน้ำได้
12. นักเรียนสามารถบอกกรณีของสารที่ละลายน้ำ และไม่ละลายน้ำได้
13. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ และโทษของการละลายได้
14. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างชนิดของสารที่ละลาย ในของเหลวเฉพาะอย่างได้

การประเมินผลเบื้องต้น

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ ของบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 2 ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัว เลือกจำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาทำ 20 นาที ก่อนที่จะเรียนใน กิจกรรมการ เรียนต่อไป

### กิจกรรมการ เรียน

1. เรียนจากบทเรียนสำเร็จรูป /
2. เรียนจากศูนย์การเรียน /
3. คู่มือ – เทป “ นกเกลือ ” ของ สสวท

### การประเมินผลหลังการ เรียน

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบนับ คะแนนกับแบบทดสอบประเมินผลเบื้องต้น

### การ เรียนซ่อมเสริม

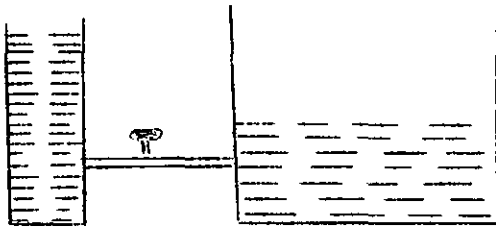
หลังจากที่นักเรียนเรียนจบบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 2 และได้ทำแบบทดสอบหลังการเรียนแล้ว จะต้องทำคะแนนอย่างต่ำ 20 คะแนน หรือ 80% จึงจะถือว่าผ่านบทเรียนไปได้อย่างสมบูรณ์

ถ้านักเรียนได้คะแนนไม่ถึงเกณฑ์ จะต้องไปปรึกษากับครูผู้สอนว่าจะเรียนซ่อมเสริมจากบทเรียนโมดูลชุดเดิม หรือเรียนโดยวิธีการอื่น

## แบบทดสอบ บทเรียนใบความรู้หน่วยที่ 2

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ในกรณีหากตอบ  
เพียงข้อเดียว

1. น้ำที่ไหลลงบนโต๊ะจะไหลลงสู่พื้น เป็นเพราะเหตุใด ?  
 ก. เพราะโต๊ะสูงกว่าพื้น  
 ข. เพราะน้ำชอบไหลลงไปในดิน  
 ค. เพราะน้ำจะไหลไปยังที่ที่น้ำน้อยกว่า  
 ง. เพราะน้ำจะไหลลงตามแรงดึงดูดของโลก



จากรูป จงตอบคำถามข้อ 2 - 5

2. จากภาพถ้า เปิดก๊อกน้ำจะไหลอย่างไร?  
 ก. จากดังเล็กไปสู่ดังใหญ่  
 ข. จากดังใหญ่ไปสู่ดังเล็ก  
 ค. ไหลจากน้ำมากไปสู่ให้น้อย  
 ง. ไหลในขณะที่มีน้ำในถังทั้งสองเท่ากัน
3. การไหลของน้ำในถังทั้งสอง เป็นเพราะเหตุใด?  
 ก. จำนวนน้ำต่างกัน  
 ข. ระดับน้ำต่างกัน  
 ค. ขนาดถังใบเท่ากัน  
 ง. น้ำในถังมีแรงดันไม่เท่ากัน

4. น้ำจะหยุดไหลเมื่อใด ?  
 ก. น้ำในถังทั้งสองปริมาณเท่ากัน  
 ข. ระดับน้ำในถังทั้งสองเท่ากัน  
 ค. น้ำในถังใหญ่มีน้อยกว่าถังเล็ก  
 ง. ระดับน้ำในถังเล็กสูงกว่าถังใหญ่
5. วากรูปเราจะพบความจริงเกี่ยวกับการไหลของน้ำอย่างไร ?  
 ก. น้ำจะไหลอย่างรวดเร็ว  
 ข. น้ำจะไหลอย่างช้า ๆ สม่ำเสมอ  
 ค. น้ำจะไหลช้าบ้าง เร็วบ้างตามลักษณะภาชนะที่บรรจุ  
 ง. น้ำจะไหลจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำ และรักษาระดับของมันเสมอ
6. ต่อไปนี้ข้อใดไม่เกี่ยวกับธรรมชาติในการไหลของน้ำ ?  
 ก. น้ำตกธรรมชาติ  
 ข. การใช้เครื่องสูบน้ำจากบ่อ  
 ค. การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ  
 ง. การตักสิ่งต่าง ๆ ขึ้นน้ำประปาไว้ที่สูง
7. มนุษย์ใช้พลังงานจากน้ำในข้อใด ?  
 ก. ฝาย  
 ข. เขื่อน  
 ค. ประตูนํ้า  
 ง. อ่างเก็บน้ำ

8. น้ำไหลแรงขึ้นอยู่กับสิ่งใด ?  
 ก. ระคัมน้ำ  
 ข. ปริมาณน้ำ  
 ก. ระคัมและปริมาณของน้ำ  
 ง. พื้นที่ราบ ไม่มีสิ่งกีดขวาง
9. ของแข็งที่ละลายน้ำได้คือข้อใด ?  
 ก. กิน  
 ข. หวาย  
 ค. น้ำตาล  
 ง. ผงชอล์ก
10. " น้ำเชื่อม " สารใดเป็นตัวยุทละลาย ?  
 ก. น้ำ  
 ข. น้ำตาล  
 ก. มะพร้าว  
 ง. น้ำและน้ำตาล
11. น้ำย่อยบางแห่งมีรสกร่อยเพราะเหตุใด ?  
 ก. เพราะปีเกลือแร่ธาตุ ละลายอยู่  
 ข. เพราะการตกตะกอนของหินปูน  
 ค. เพราะไม่มีเกลือแร่ธาตุ ละลายอยู่  
 ง. เพราะไม่มีอากาศละลายปนอยู่
12. แรงน้ำเกิดขึ้นได้เพราะเหตุใด ?  
 ก. น้ำมีแรงกัน  
 ข. น้ำมีพลังงาน  
 ก. น้ำมีแรงบีบเกาะ  
 ง. น้ำเกิดการ เคลื่อนที่
13. แสงอาทิตย์มีบทบาทสำคัญในการ เปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำอย่างไร ?  
 ค. ทำให้น้ำบนพื้นดินเหือดแห้งหมด  
 ข. ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลงประจำวัน  
 ค. เติมน้ำกลายเป็นไอน้ำตลอดเวลา  
 ง. ทำให้อากาศแห้งแล้ง เพราะขาดน้ำ
14. สารในข้อใดไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ?  
 ก. น้ำตาล  
 ข. สีทำขนม  
 ค. ผงชอล์ก  
 ง. กากทับทิม
15. เครื่องดื่มที่เรามักเรียกกันว่า " น้ำอัดลม " นั้นมีก๊าซชนิดใดผสมอยู่ ?  
 ก. ไฮโดร เจน  
 ข. ออกซิเจน  
 ค. ไนโตร เจน  
 ง. คาร์บอนไดออกไซด์
16. วัฏจักร ของน้ำคือข้อใด ?  
 ก. การที่น้ำกลายเป็นไอ  
 ข. การที่ไอกลายเป็นน้ำ  
 ค. การที่น้ำแข็งกลายเป็นน้ำ และน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง  
 ง. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องในข้อ ก. ข. และ ค.

17. สารชนิดใดที่ไม่ละลายในน้ำ ?

- ก. เกลือเม็ด
- ข. กงทาบิม
- ค. เกร็ดไอโอดีน
- ง. น้ำตาลทราย

18. ผลที่เกิดจากการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำคือข้อใด ?

- ก. น้ำในทะเลมีรสเค็มจัดขึ้นทุกปี
- ข. น้ำคลองแก่งสารสมตกตะกอน
- ค. น้ำแข็งวางไว้ในอากาศกลายเป็นน้ำ
- ง. การเคี้ยวเพี้ยนเพื่อหล่อเลี้ยงพระนา

19. การใช้แรงน้ำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ผลิตได้ในข้อใด ?

- ก. ปีไฟฟ้าใช้สม่ำเสมอ
- ข. ไม่เปลืองเชื้อเพลิง
- ค. ประหยัดค่าก่อสร้าง
- ง. ส่งกระแสไฟฟ้าไปได้ไกล

20. ตะกอน หรือกราบที่จับอยู่ตามก้นน้ำคือข้อใด ?

- ก. เกลือ
- ข. ตะกั่ว
- ค. หินปูน
- ง. ฟอสฟอรัส

21. สารที่ดำรงตัวอยู่ในทั้ง 3 สถานะคือข้อใด ?

- ก. น้ำ
- ข. ปรอท
- ค. น้ำหอม
- ง. คาร์บอนไดออกไซด์

22. คุณสมบัติในการละลายของน้ำที่ไม่เป็น -

ประโยชน์ต่อเราก็คือข้อใด ?

- ก. นำกระดาง
- ข. การขงเครื่องเคี้ยว
- ค. พืชถูกเกลือแร่ในดิน
- ง. ทำนาเกลือจากน้ำทะเล

23. ชวน้ำในภาชนะเป็นจกนน้ำในขวดกลาย - เป็นน้ำแข็ง จะแตกเป็นเพราะเหตุใด ?

- ก. เพราะขวดขยายตัวเมื่อถูกความเย็น
- ข. เพราะขวดหดตัวเมื่อถูกความเย็น
- ค. เพราะน้ำขยายตัวแค่ขวดหดตัว
- ง. น้ำขยายตัวเมื่อกลายเป็นน้ำแข็ง

24. สารในข้อใดที่เป็นสถานะหนึ่งของน้ำ ?

- ก. อากาศ
- ข. น้ำหอม
- ค. น้ำแข็งในตู้เย็น
- ง. คาร์บอนไดออกไซด์

25. ข้อใดเป็นข้อกล่าวที่ไม่ถูกต้อง ?

- ก. น้ำเกิดการระเหยเฉพาะตอนที่นำไปต้ม
- ข. ลูกเห็บเป็นน้ำแข็งที่เกิดตามธรรมชาติ
- ค. ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานสำคัญที่ทำให้เกิดน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง
- ง. น้ำในตู้เย็นกลายเป็นน้ำแข็งได้เพราะถูกดึงความร้อนออก

## วัสดุอุปกรณ์ประกอบบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 2

### 1. บทเรียนสำหรับวัยเยาว์ด้วยตนเอง

#### อุปกรณ์การทดลองการทำน้ำแข็ง

1. น้ำแข็ง
2. กระป๋องนมเจาะรูที่ก้น
3. แก้วเม็ก
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. หลอดทดสอบ
6. ถาดหรือกระป๋องรองรับน้ำ

#### อุปกรณ์ทดลองแรงน้ำไหล

1. กังหัน
2. กระป๋องเจาะรู  
( ใส่น้ำจนน้ำพุ่งขึ้นส่วบนก็ได้ )
3. ที่รองรับน้ำไหล

#### อุปกรณ์การทดลองการละลาย

1. แก้วน้ำ 5 ใบ
2. น้ำ
3. แก้ว
4. น้ำตาลทราย
5. ผงชอล์ก
6. สารส้ม
7. ค้างทัพปิม

หมายเหตุ อาจจะใช้สารละลาย และไม่ละลาย อื่น ๆ นอกเหนือจากนี้ได้

ขอแนะนำในการ เรียนบทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง

1. นักเรียนให้แนบกระดานแข็งที่แนบมา กับบทเรียนฉบับนี้ ปิดคำตอบทางด้านขวามือของนักเรียนในหน้าที่นักเรียนกำลัง เรียนบทเรียน
2. บทเรียนจะมีคำอธิบายสลับคำถามให้นักเรียนตอบ แต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างไว้ให้นักเรียนเติมคำตอบสั้น ๆ หรือทำเครื่องหมาย
3. อ่านบทเรียนซ้ำ ๆ ในแต่ละกรอบ และทำความเข้าใจไปเรื่อย ๆ เพื่ออ่านจบกรอบหนึ่ง ๆ แล้ว ให้ตอบคำถามโดยการ เติมคำตอบลงในช่องว่างที่เว้นไว้ หรือทำเครื่องหมายตามคำสั่ง
4. ตอบคำถามเสร็จกรอบหนึ่ง ให้เลื่อนกระดานปิดคำตอบลงมา 1 ช่อง เพื่อตรวจคำตอบว่าถูกต้องตรงกันหรือไม่
5. นักเรียนที่ตอบคำถามในกรอบหนึ่ง ๆ ผิดเพราะไม่เข้าใจ ให้ลองอ่านคำอธิบายในกรอบนั้นซ้ำอีกครั้ง ถ้ายังไม่เข้าใจให้ถามครูที่สอน
6. การตอบคำถามนั้นนักเรียนต้องที่อาศัยตัวเอง โดยไม่ต้องถามก่อน การตอบผิดไม่เสียหายอะไร แต่จะทำให้นักเรียนทำความเข้าใจกับบทเรียนมากยิ่งขึ้น

ขอให้นักเรียนโชคดีและอ่านบทเรียนด้วยความสะดวกสบายใจ

## บทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง

## เรื่องธรรมชาติของน้ำ

## ตอนที่ 1 สถานะของน้ำ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <p>ก. 1</p> <p>เราทราบแล้วว่า สารมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ<br/>         ของเหลวและก๊าซ เป็นของไหล เพราะมันไหลได้ไม่มีรูปร่างของมันเอง แต่มี<br/>         รูปร่างตามภาชนะที่ใส่ น้ำเป็นสารที่ไหลได้ ไม่มีรูปร่างของตัวเอง<br/>         ดังนั้นน้ำจึงอยู่ในสถานะที่เป็น .....</p> |                                  |
| <p>ก. 2</p> <p>ในแถบขั้วโลกหรือบนยอดเขาสูง ๆ ที่มีอากาศหนาวจัดหรือฤดูหนาวใน<br/>         เขตหนาว น้ำจะกลายเป็นน้ำแข็ง<br/>         น้ำที่กลายเป็นน้ำแข็งนี้จึงอยู่ในสถานะที่เป็น .....</p>                                                                                                   | <p>ก. 1<br/>         ของเหลว</p> |
| <p>ก. 3</p> <p>น้ำที่อยู่ตามผิวพื้นของโลก จะมีส่วนหนึ่งที่เกิดการระเหย ลอยไปอยู่ใน<br/>         บรรยากาศ เพราะโมเลกุลหลุดจากกันกระจัดกระจายเป็นก๊าซ<br/>         ฉะนั้นเมื่อน้ำระเหยเป็นไอลอยอยู่ทั่วไปในอากาศ เราจะมองไม่เห็น<br/>         ไอน้ำในอากาศจะอยู่ในสถานะ .....</p>              | <p>ก. 2<br/>         ของแข็ง</p> |
| <p>ก. 4</p> <p>จากบทเรียนที่ผ่านมาแล้วนั้นจะเห็นว่า น้ำเป็นสารที่อยู่ได้ .....สถานะ<br/>         คือ .....</p>                                                                                                                                                                               | <p>ก. 3<br/>         ก๊าซ</p>    |

ก. 5

ที่อุณหภูมิปกติ น้ำมีสถานะเป็นของเหลว แต่ในขณะที่เกี่ยวข้องกันก็มีการระเหยเป็นไอน้ำตลอดเวลา เราจะสังเกตได้โดยการเอาน้ำใส่ในภาชนะแล้ววางทิ้งไว้ จะปรากฏว่าน้ำในภาชนะลดลงเรื่อย ๆ ถ้าวางไว้ในกลางแจ้งที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น น้ำก็ยิ่งลดลงเร็วขึ้น เมื่อน้ำนำมาต้มให้เดือดจะสังเกตเห็นการระเหยของน้ำได้ชัดเจน คือจะเห็นควันสีขาวพุ่งออกมาจากกาหรือภาชนะที่ใส่ต้มน้ำ แล้วจางหายไปในอากาศเป็นไอน้ำ

จงเขียนเครื่องหมาย ✓ หรือ ✕ หน้าข้อต่อไปนี้

- .... ก. น้ำจะระเหยเป็นไอเฉพาะตอนที่อากาศร้อนจัดเท่านั้น
- .... ข. ไอน้ำก็คือน้ำในสถานะก๊าซ
- .... ค. น้ำในแก้วที่วางไว้ในห้องเย็นจะแห้งช้ากว่าน้ำในแก้วที่วางไว้ในกลางแจ้ง
- .... ง. ฝ้าที่ตากไว้ในร่มจะแห้งพร้อมกับฝ้าที่ตากไว้ในกลางแจ้ง
- .... จ. ควันสีขาวที่ลอยออกมาจากพวยกาเกิดจากไอน้ำ

ก. 4

3 สถานะ  
ของแข็ง  
ของเหลว  
ก๊าซ

ก. 6

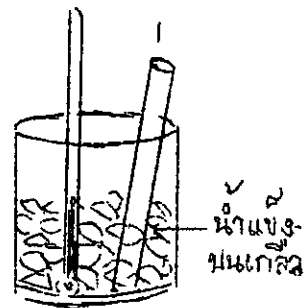
ถ้าอุณหภูมิของน้ำลดลงเรื่อย ๆ จนถึงศูนย์องศาเซลเซียส น้ำจะกลายเป็นน้ำแข็ง ดังนั้นประเทศในเขตหนาวซึ่งมีอากาศหนาวจัดในฤดูหนาวน้ำจะเป็นน้ำแข็ง แต่เมื่อสิ้นฤดูหนาว อากาศคอบ ๆ อบอุ่นขึ้น น้ำแข็งจะหลอมเหลวกลายเป็นน้ำเช่นเดิม

### การทดลอง

อุปกรณ์ หลอดทดสอบ เกลือไม้ค น้ำแข็ง กระจกปองนมเจาะรูที่ก้น  
ที่รองกระจกปอง เทอร์โมมิเตอร์

### วิธีทดลอง

1. เอนน้ำใส่หลอดทดสอบประมาณหนึ่งในสี่ของหลอด แล้วนำไปเสียบลงในกระจกปองที่ใส่น้ำแข็งปนเกลือไว้แล้ว ให้ส่วนที่มีน้ำอยู่ในน้ำแข็งปนเกลือ



2. เสียบเทอร์โมมิเตอร์ไว้ในกระจกปอง ตั้งไว้ประมาณ 5 - 10 นาที แล้วสังเกต

- ก. ระดับอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์จะอ่านได้ .....
- ข. น้ำในหลอดทดสอบเริ่มเปลี่ยนสถานะเป็น .....
- ค. นักเรียนจะพบว่า มีหยดน้ำค้างมาเกาะข้างกระจกปอง หยดน้ำนี้มาจาก .....

ก. 5

ก. X

ข. ✓

ค. ✓

ง. X

จ. ✓

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <p>ก. 7</p> <p>เขอสั่งเกตไคละเอียดยกทองคี่แล้ว อุนหภูมิของน้ำแข็งในกระป๋อง จะต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียส เพราะไสเกล็ลงไปชวยตูดความรอน ความรอนของน้ำในหลอดทดสอบจะถายมายังน้ำแข็งในกระป๋อง ในที่สุดอุนหภูมิของน้ำในหลอดทดสอบจะลดลงจนถึงศูนย์องศาเซลเซียส น้ำก็จะกลายเป็น้ำแข็ง ฉะนั้นน้ำจะกลายเป็น้ำแข็งไคจะตองคาย .....</p>                                                                  | <p>ก. 6</p> <p>ต่ำกว่า 0 - องศาเซลเซียส น้ำแข็ง ใอน้ำในอากาศ</p> |
| <p>ก. 8</p> <p>ในปัจจุบันมนุษย์ได้พยายามนำหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์มา ประดิษฐ์สิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน เช่น ถ้าเราต้องการน้ำแข็งเพียง แต่เอาน้ำใส่ภาชนะไปแช่ไว้ในตู้เย็น เราก็จะได้น้ำแข็งมาผสมเครื่องดื่มแก้กระหาย ได้</p> <p>ก่อนน้ำแข็งขณะที่อยู่ในตู้เย็นจะมีอุณหภูมิประมาณ ..... แต่เมื่อเอาก่อนน้ำแข็งออกจากตู้เย็น น้ำแข็งจะค่อย ๆ กลายเป็นน้ำ ทั้งนี้เพราะ .....</p> | <p>ก. 7</p> <p>ความรอน</p>                                       |
| <p>ก. 9</p> <p>ประเทศในแถบหนาว พอถึงฤดูหนาว อุนหภูมิลดต่ำลงจนถึง 0 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านั้น น้ำในแม่น้ำลำคลองจะกลายเป็น้ำแข็ง แต่ในประเทศไทย น้ำตาม แม่น้ำลำคลอง ไม่มีโอกาสที่จะเป็น้ำแข็งโดยธรรมชาติ เพราะ .....</p>                                                                                                                                                                | <p>ก. 8</p> <p>0 องศา ซ. อุนหภูมินอก ตู้เย็นสูง</p>              |

ก. 10

น้ำมีความแตกต่างจากสารอื่นเนื่องจากปริมาตร เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะ คือ เมื่อน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศา ซ. เปลี่ยนเป็นน้ำอุณหภูมิ 0 องศา ซ. ปริมาตรกลับเล็กลงกว่าเดิม

น้ำที่เป็นของเหลว เมื่อนำไปแช่ตู้เย็นจนกลายเป็นน้ำแข็ง จะมีปริมาตรเป็นอย่างไร (ปริมาตรเพิ่มขึ้นหรือลดลง) .....

ก. 9

อากาศไม่เย็นลงถึง 0 องศา ซ. (หรืออากาศร้อน)

ก. 11

น้ำอัดลมที่เราดื่มกันทั่วไปมักจะนิยมนำไปแช่เย็น ซึ่งบางครั้งน้ำในขวดจะเย็นจัดกลายเป็นน้ำแข็งจนล้นขวด และทำให้ขวดแตกได้

ดังนั้นการบรรจุน้ำอัดลมลงขวด เขาจะเหลือที่ว่างไว้เล็กน้อยเพื่อ .....

ก. 10

เพิ่มขึ้น

ก. 12

เราทราบแล้วว่าน้ำอยู่ได้ 3 สถานะ เช่น น้ำที่เป็นจืดเพราะถูกดึง - ความร้อนออกจะกลายเป็นน้ำแข็ง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก็เป็นน้ำเหลว ถ้ามั่นน้ำหรือนำไปต้ังไฟให้เดือดน้ำจะกลายเป็นไอมองเห็นได้ชัดเจน

ตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงก็คือ .....

ก. 11

น้ำขยายตัวเมื่อกลายเป็นน้ำแข็ง

ก. 13

น้ำจะมีขีดอุณหภูมิที่เป็นจุดเปลี่ยนสถานะโดยแน่นอน ขีดอุณหภูมิที่กั้นระหว่างสถานะของแข็งกับของเหลวคือ 0 องศาเซลเซียสหรือ 32 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งเรียกว่าจุดหลอมเหลว หรือจุดเยือกแข็งของน้ำ ขีดอุณหภูมิที่กั้นระหว่างสถานะของเหลวกับสถานะก๊าซ ของน้ำก็คือ 100 องศา ซ. หรือ 212 องศา ฟ. ซึ่งเรียกว่า จุดเดือด

ดังนั้นถ้าน้ำถูกลดความร้อนลง จนอุณหภูมิถึงจุดเยือกแข็ง น้ำจะค้างตัวอยู่ในสถานะ ..... แต่ถาเพิ่มความร้อนให้กับน้ำจนถึงจุดเดือด โมเลกุลจะหลุดออกจากกัน กระจุกกระจายไปน้ำจะอยู่ในสถานะ .....

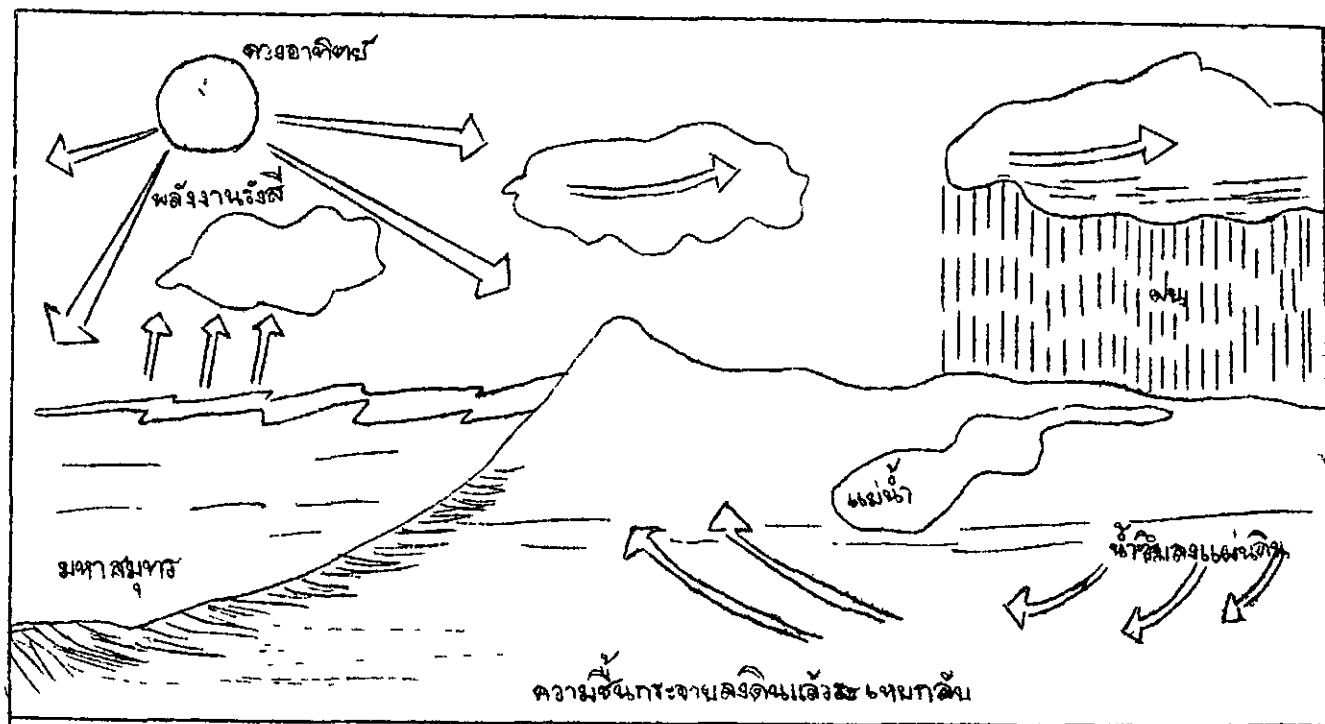
ก. 12

ความร้อน

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <p>ก. 14</p> <p>ทางภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งเต็มไปด้วยภูเขาสูง ๆ บางปีที่<br/> อากาศหนาวจัดในฤดูหนาว ไอน้ำในอากาศจะกลายเป็นเกล็ดน้ำค้างได้เหมือน<br/> กัน หรือในฤดูฝน ขณะที่ฝนตกมีพายุพัดจัดเมื่ฝนที่ตกลงมาถูกลมหอบขึ้นไปปะทะกับ<br/> อากาศเย็นเบื้องบนอีก ก็จะเกิดเป็นลูกเห็บ<br/> ฉะนั้นน้ำแข็งธรรมชาติที่อาจพบในประเทศไทยได้แก่ .....</p>                                                          | <p>ก. 13<br/> ของแข็ง<br/> น้ำ</p> |
| <p>ก. 15</p> <p>เมื่อเราเอาเกล็ดน้ำแข็งมาใส่ในถ้วยโดยไม่มีฝาปิด ถ้าทิ้งไว้หลาย ๆ วัน<br/> จะพบว่า เกล็ดน้ำแข็งกลายเป็นน้ำ เพราะเกล็ดน้ำแข็งเข้าไป<br/> น้ำที่เกล็ดน้ำแข็งเข้าตัวจนน้ำแข็งเหลวกลายเป็นน้ำมาจาก .....</p> <p>.....</p>                                                                                                                                                                 | <p>ก. 14<br/> ลูกเห็บ</p>          |
| <p>ก. 16</p> <p>เมื่อไอน้ำในอากาศลอยสูงขึ้นจากพื้นโลก ไอน้ำจะเย็นลงและกลายเป็น<br/> เป็นละอองน้ำเล็ก ๆ รวมกันอยู่เป็นกลุ่มใหญ่ เราเรียกกลุ่มละอองน้ำนี้ว่า<br/> เมฆ ที่เราสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ถ้าอากาศเย็นจัดเขา ละอองน้ำจะ<br/> แข็งตัวขึ้น และตกลงมายังพื้นโลก เราเรียกว่า ฝน<br/> ก. เมฆที่เราเห็นนั้นประกอบด้วย .....<br/> ข. สิ่งที่ทำให้เมฆกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตกลงมาเป็นฝนคือ .....</p> | <p>ก. 15<br/> ไอน้ำในอากาศ</p>     |

นักเรียนหยุดพักได้ 5 นาที และระบายสีภาพ ก. 17

ก. 17



ก. 18

จากภาพในกรอบที่ 17 เราจะพบว่าพลังงานรังสีของดวงอาทิตย์ ทำให้น้ำจากพื้นดิน แม่น้ำ ทะเล และมหาสมุทร เปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำ ดังนั้นแหล่งพลังงานที่สำคัญซึ่งทำให้น้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะไปเป็นไอน้ำได้จาก .....

ก. 16

ก. กลุ่มละอองน้ำ  
ข. ความเย็น

ก. 19

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามภาพในกรอบที่ 17 จะเป็นดังนี้

น้ำจากทะเล มหาสมุทร และแหล่งน้ำอื่น ๆ บนพื้นโลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนสถานะกลายเป็น ..... เมื่อไอน้ำลอยตัวสูงขึ้นก็จะเย็นลงและควบแน่นเป็นละอองน้ำ เกาะรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม ๆ เรียกว่า ..... เมื่อก่อนเมฆเย็นตัวลงอีก ไอน้ำในอากาศที่แทรกแซงอยู่ระหว่างละอองน้ำก็จะควบแน่นเพิ่มขึ้น รวมตัวกับละอองน้ำในเมฆเป็นหยดน้ำที่ใหญ่ขึ้น และตกลงมาเป็น .....

ก. 18

ดวงอาทิตย์

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <p>ก. 20</p> <p>การที่น้ำจากแหล่งน้ำบนพื้นโลก ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ แล้วระเหยกลายเป็นไอน้ำ และไอน้ำไปกระทบความเย็น เกิดการควบแน่น รวมตัวกันเป็นก้อนเมฆ เมื่อรวมตัวกันมากเข้าและเย็นตัวลงอีก จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่ใหญ่ขึ้น และตกลงมาเป็นฝน ไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลองอีก วนเวียนอยู่เช่นนั้น เราเรียกว่าวัฏจักรของน้ำ</p> <p>ฉะนั้นวัฏจักรของน้ำจึงหมายถึง (เขียนวงกลมล้อมรอบข้อถูก)</p> <p>ก. การเกิดมา                      ข. การเปลี่ยนไป</p> <p>ค. การเปลี่ยนแปลง            ง. การเปลี่ยนแปลงสถานะแบบหมุนเวียน</p> | <p>ก. 19</p> <p>ไอน้ำ</p> <p>เมฆ</p> <p>ฝน</p> |
| <p><u>ตอนที่ 2</u> การไหลของน้ำ</p> <p>ก. 21</p> <p>นักเรียนทราบไหมว่า น้ำฝนที่ตกลงมานั้นหายไปไหนหมด ทำไมน้ำฝนจึงไม่ค้างอยู่บนหลังคา อยากรู้ก็อ่านต่อไป น้ำฝนเหล่านั้นไม่ได้หายไปไหน เมื่อตกลงบนหลังคาจะไหลลงจากหลังคาซึ่งเป็นที่สูง ลงสู่พื้นดินที่ต่ำกว่า บางส่วนเมื่อตกถึงพื้นดินแล้วจะซึมลงไปในดินทันที ส่วนที่ซึมไม่ทันจะไหลไปหาที่ต่ำกว่า</p> <p>เวลาปลูกบ้านเขามักจะสร้างให้หลังคาเอียง เพื่อให้ให้น้ำฝน ..... จากหลังคาได้สะดวก</p>                                                                                | <p>ก. 20</p> <p>ข. ง.</p>                      |
| <p>ก. 22</p> <p>จากการสังเกตเวลาฝนตก นักเรียนจงเติมคำตอบ</p> <p>น้ำไหลจากที่ ..... ไปสู่ที่ .....</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>ก. 20</p> <p>ไหลลง</p>                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <p>ก. 23</p> <p>จากคำตอบที่กำหนดให้คือ แม่น้ำ ภูเขา ทะเล นักเรียนจงเรียง<br/>คำตอบว่า น้ำไหลจากที่ไหนไปที่ไหน<br/>น้ำไหลจาก (1) ..... (2) ..... (3) .....</p>                                                                                                                                         | <p>ก. 22</p> <p>ที่<br/>สูง<br/>น้ำ<br/>ที่ต่ำ</p>        |
| <p>ก. 24</p> <p>นักเรียนคงสังเกตเห็นแล้วว่า เมื่อฝนตกลงมาแล้ว น้ำฝนที่ไหลขึ้นไป<br/>ในดินไม่ทัน ก็จะไหลลงไปตามพื้นดินที่ต่ำกว่าเสมอ การที่น้ำไหลลงสู่ที่ต่ำ<br/>นี้เอง จึงทำให้เกิดแม่น้ำ ลำคลองขึ้นมา<br/>ฉะนั้นแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่มีน้ำขังอยู่ทั่วไปก็เพราะธรรมชาติในการ .....<br/>ของน้ำนั่นเอง</p> | <p>ก. 23</p> <p>(1) ภูเขา<br/>(2) แม่น้ำ<br/>(3) ทะเล</p> |
| <p>ก. 25</p> <p>น้ำไหลจากที่สูงไปสู่ต่ำกว่าเสมอ ก็เพราะแรงดึงดูดของโลก<br/>นักเรียนจะสังเกตเห็นว่าขณะฝนตก น้ำฝนจะไหลลงสู่พื้นดิน และลงสู่ที่<br/>ต่ำกว่าเสมอ<br/>เมื่อฝนตกน้ำฝนจะไหลลงสู่รูปร่างน้ำ และน้ำฝนจากรูปร่างน้ำจะไหล<br/>ลงสู่พื้นดิน การไหลของน้ำฝนดังกล่าวก็เพราะ .....</p>               | <p>ก. 24</p> <p>ไหล</p>                                   |
| <p>ก. 26</p> <p>นักเรียนคงเคยเห็นน้ำตก หรือเคยไปเที่ยวชมน้ำตกมาแล้ว น้ำตกจะ<br/>ไหลจากยอดเขาสู่เชิงเขา การไหลของน้ำตกก็เนื่องจาก .....</p>                                                                                                                                                            | <p>ก. 25</p> <p>แรงดึงดูดของ<br/>โลก</p>                  |

ก. 27

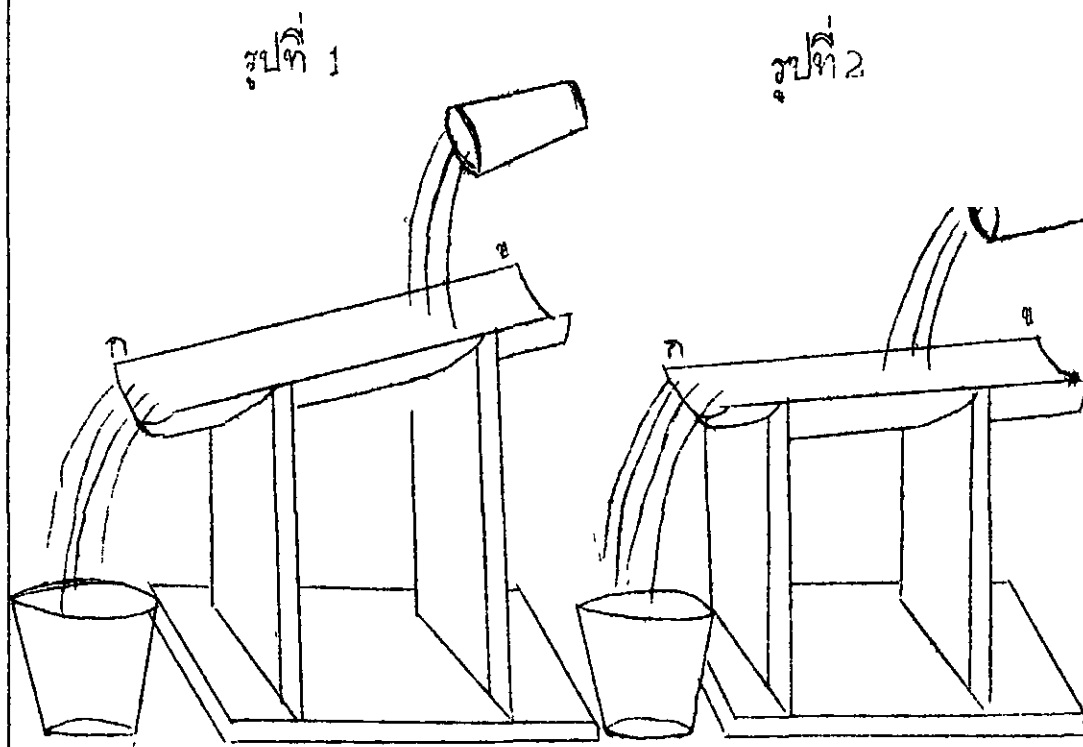
การไหลของน้ำจะไหลเร็วหรือช้ามีสาเหตุมาจากความแตกต่างกันในเรื่องระดับ ที่ใดระดับต่างกันมากน้ำจะไหลเร็ว ที่ใดระดับต่างกันน้อยน้ำจะไหลช้า ดังรูปที่ 1 และ รูปที่ 2

ก. 26

แรงดึงดูดของโลก

รูปที่ 1

รูปที่ 2



การวางรางในรูปที่ 1 นั้น ปลายราง ก. กับปลายราง ข. ระดับต่างกันมาก การวางรางในรูป 2 ปลายราง ก. กับ ปลายราง ข. ระดับต่างกันน้อยกว่ารูป 1

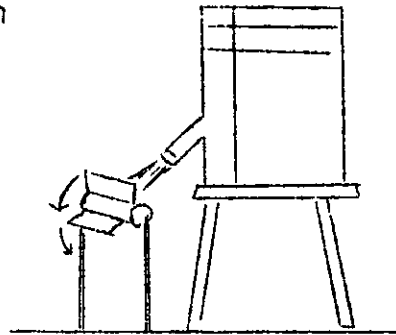
ดังนั้น น้ำที่ไหลจากรางในรูปที่ 1 จะไหลเร็วกว่า หรือช้ากว่า น้ำที่ไหลจากรางในรูปที่ 2 .....

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <p>ก. 28</p> <p>จากรูปในกรอบที่ 27 น้ำที่ไหลจากรางในรูปที่ 2 จะไหลช้ากว่าน้ำที่ไหลจากรางในรูปที่ 1 เพราะว่าการวางรางในรูปที่ 2 ปลายราง ก. กับปลายราง ข. มี ..... ต่างกันเพียงเล็กน้อย</p>                                                                                                                              | <p>ก. 27</p> <p>เร็วกว่า</p> |
| <p>ก. 29</p> <p>น้ำจะไหลเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับความแตกต่างกันในเรื่องอะไร ?</p> <p>ตอบ .....</p>                                                                                                                                                                                                                       | <p>ก. 28</p> <p>ระดับ</p>    |
| <p>ก. 30</p> <p>นักเรียนได้ทราบแล้วว่า น้ำไหลจากที่สูงไปหาที่ต่ำ ขณะที่น้ำกำลังไหล ไม่ว่าจะเป็นน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง น้ำตก ขณะที่น้ำดังกล่าวไหล จะมีแรงเกิดขึ้น ซึ่งเราจะสังเกตได้จาก ขอนไม้ กอสวะ ลอยไปตามกระแสน้ำ</p> <p>ฉะนั้นการเคลื่อนที่หรือการไหลของน้ำทำให้เกิด .....</p>                                | <p>ก. 29</p> <p>ระดับ</p>    |
| <p>ก. 31</p> <p>แรงที่เกิดขึ้นขณะที่น้ำกำลังไหลเรียกว่า .....</p>                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>ก. 30</p> <p>แรง</p>      |
| <p>ก. 32</p> <p>แรงน้ำที่เกิดจากน้ำไหลตามธรรมชาติมีแรงไม่มาก แรงน้ำดังกล่าวมีประโยชน์ต่อนมนุษย์ในการล่องเรือ ล่องแพไม้จากภาคเหนือ ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำมาสู่ภาคกลาง</p> <p>หอคาสสามารถนำแพลากซุง หรือแพไม้ไผ่ จากภาคเหนือมาขายยังภาคกลางได้ เพราะหอคาสล่องให้แพซุงเหล่านั้นล่องมาตามแม่น้ำโดยอาศัย ..... พืชในแม่น้ำ</p> | <p>ก. 31</p> <p>แรงน้ำ</p>   |

ก. 33

มนุษย์เรานี้ฉลาดนัก รู้จักคิดเอาแรงน้ำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ เช่น ช่วยในการล่องแพ ล่องซุง ปล่อยให้แพ และซุงล่องมาตามน้ำ ถึงจุดหมายได้ โดยไม่ต้องใช้แรงเครื่องจักร เครื่องยนต์ นอกจากนี้เราทราบแล้วว่า น้ำจะพยายามไหลจากที่สูงลงมาที่ต่ำ น้ำยิ่งไหลจากที่สูงยิ่งมีพลังงานมาก ถ้าเรานำพลังงานที่มีอยู่ในน้ำไปหมุนกังหัน ก็สามารถถ่ายทอดพลังงานน้ำไหลไปทำงานอย่างอื่นได้

การทดลอง เอน้ำใส่ในถังเปิดก๊อกให้น้ำไหลลงบนกังหันที่วางรองรับไว้สังเกตดูว่ากังหัน .....



ก. 32

แรง

ก. 34

ในบางครั้งเราไม่สามารถนำพลังงานจากน้ำมาใช้ได้โดยตรง เราจึงใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กังหันน้ำ นำพลังงานจากน้ำไหลไปทำงานอื่น เช่น นำแรงหมุนของกังหันไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เราก็จะได้พลังงานไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ

ดังนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของไฟฟ้าพลังน้ำสามารถทำงานได้ด้วย ..... โดยให้น้ำไหลผ่าน .....

ก. 33

หมุนได้

ก. 35

แรงจากน้ำตกธรรมชาติ และแรงน้ำไหลจากเขื่อนที่สร้างขึ้นทำให้กังหันน้ำหมุน แล้วทำงานได้

แรงที่ได้จากการไหลของน้ำทั้งที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้นทำให้ ..... ทำงานได้

ก. 34

แรงน้ำ  
กังหันน้ำ

ก. 36

แรงน้ำไหลจากเขื่อนที่สร้างขึ้นจะนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้  
 กระแสไฟฟ้าที่ผลิตโดยอาศัยแรงน้ำจากเขื่อนมีชื่อว่า "ไฟฟ้าน้ำตก"  
 ดังนั้นแรงน้ำตกที่ไหลแรงอยู่ตลอดเวลาสามารถนำมาใช้ผลิต .....

ก. 35

กังหัน

ก. 37

มนุษย์ได้รับประโยชน์ จากแรงน้ำตกจากเขื่อนในการ .....

ก. 36

กระแสไฟฟ้า

ก. 38

เราทราบแล้วว่าน้ำมันมีพลังงานอยู่ในตัวมาก ถ้าเราสามารถทำให้น้ำ  
 ไหลแรงสม่ำเสมอ แล้วนำแรงน้ำมาใช้หมุนกังหันแทนเครื่องจักร ซึ่งต้องใช้  
 น้ำมันเชื้อเพลิง แล้วนำแรงหมุนนั้นไปใช้งานต่าง ๆ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้  
 ฉะนั้นมนุษย์จึงหาวิธีกักเก็บน้ำในลำน้ำให้ด้านหนึ่งมีระดับสูงกว่าอีก  
 ด้านหนึ่ง โดยการสร้าง ..... เพื่อให้น้ำ .....

ก. 37

ผลิตกระแสไฟฟ้า

ก. 39

ถ้าเราสามารถนำแรงที่เกิดจากการไหลของน้ำมาใช้ในกิจการต่าง ๆ  
 ได้ ย่อมจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยลง เช่น ไฟฟ้าพลังน้ำ ไม่ต้องซื้อน้ำมัน  
 เชื้อเพลิงมาหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เหมือนกับไฟฟ้าที่ผลิตโดยวิธีอื่น  
 ดังนั้น ..... จากเขื่อนจะช่วยให้การผลิตไฟฟ้ามีราคาถูก

ก. 38

เขื่อน

ไหลแรงสม่ำเสมอ

ก. 40

สิ่งใดที่มีคุณแล้ก็ยอมมีโทษ แรงน้ำก็เช่นเดียวกัน บางครั้งก็ทำให้เกิดโทษได้ อันตรายจากแรงน้ำอาจเกิดขึ้นรุนแรงที่เรียกว่า อุทกภัย แรงน้ำจะทำให้บ้านเรือนพัง คน สัตว์ จมน้ำตาย พืชผักเสียหาย แรงน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง จะะตลิ่งให้พังทลาย และขณะที่ฝนตกน้ำไหลไปบนพื้นดิน น้ำจะพัดพา ดินไปด้วย ทำให้ดินขาดปุ๋ย

เป็นอย่างไ แรงน้ำที่มีอยู่มากมายนั้นน้ำกลัวไหม เธอคิดว่าภัยจาก แรงน้ำอย่างไ่นั้นกลัวมากกว่ากัน ลองเรียงลำดับอันตรายจากมากไปหาน้อย

1. ....

2. ....

3. ....

ก. 39  
แรงน้ำ

เก่งมาก พัก 3 นาที ทำจิตใจให้สบาย... อ่านต่อไปเรื่อย ๆ

### ตอนที่ 3 น้ำละลายสิ่งต่าง ๆ

ก. 41

นักเรียนได้เรียนในวิชาสุขศึกษามาแล้วว่า น้ำดื่ม น้ำใช้ ต้องเป็น น้ำที่สะอาด โดยเฉพาะน้ำดื่มต้องปราศจากเชื้อโรคด้วย น้ำสะอาดต้องเป็น น้ำที่ใส จืด ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นน้ำกระด้าง แต่ในน้ำโดยทั่วไป จะมีแร่ธาตุละลายเจือปนอยู่เสมอ เพราะน้ำเป็นตัวย่อยสลายสารบางอย่างได้ดี ดังนั้นน้ำที่เราเห็นว่าใสสะอาดนั้นความจริงมี ..... ละลายอยู่ด้วย

#### การทดลอง

จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนทราบธรรมชาติของน้ำในการละลายสิ่งต่าง ๆ

อุปกรณ์

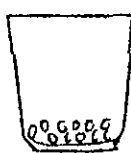
1. แก้วน้ำ 5 ใบ
2. เกลือ น้ำตาล สารส้ม ผงซักฟอก คางทับทิม



เกลือ



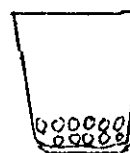
น้ำตาล



สารส้ม



ผงซักฟอก



คางทับทิม

วิธีทดลอง

1. ให้นักเรียนตักน้ำใส่แก้วครึ่งแก้วทุกใบ
2. เอาสารที่เตรียมมาใส่ลงในแก้วน้ำ แก้วละประมาณครึ่งช้อนชา (คางทับทิมใส่ 3 - 4 เกร็ด ก็พอ) แล้วใช้ช้อนคนให้ทั่ว คอยสังเกตการทดลอง ดังนี้

|                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| น้ำ + เกลือมีสี.....      | ละลายหมดหรือไม่ ..... |
| น้ำ + น้ำตาลมีสี.....     | ละลายหมดหรือไม่ ..... |
| น้ำ + สารส้มมีสี.....     | ละลายหมดหรือไม่ ..... |
| น้ำ + คางทับทิมมีสี.....  | ละลายหมดหรือไม่ ..... |
| น้ำ + ผงซักฟอก มีสี ..... | ละลายหมดหรือไม่ ..... |

(ตรวจคำตอบผลการทดลองจากครู )

ก. 40

1. น้ำท่วมบ้าน - เรือนพัง คนสัตว์จมน้ำตาย
2. กินชาคปุย
3. เซาะตลิ่งพัง

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <p>ก. 42</p> <p>ถ้าเราเอาสารอย่างหนึ่งใส่ลงไปในน้ำ แล้วโมเลกุลของสารทั้งสอง<br/>ปะปนแทรกซึมกันจนทุกส่วนเป็นเนื้อเดียวกัน เราเรียกการรวมตัวของสารทั้ง<br/>สองว่า การละลาย</p> <p>ฉะนั้นการที่เราใส่เกลือ และน้ำตาล ลงไปในน้ำ เม็ดเกลือและ<br/>น้ำตาลหายไป เพราะเกลือและน้ำตาล ..... ในน้ำ</p>                                                                                                                                    | <p>ก. 41<br/>แร่ธาตุต่าง ๆ</p> |
| <p>ก. 43</p> <p>การละลายต้องประกอบด้วยสารสองชนิด คือ ตัวถูกละลายและตัว<br/>ทำละลาย เราเรียกสารที่ไปทำให้สารอื่นเกิดการละลายว่า เป็นตัวทำ<br/>ละลาย เช่น น้ำทำให้เกลือละลาย ดังนั้นเราจึงเรียกน้ำว่าเป็นตัว .....</p>                                                                                                                                                                                                            | <p>ก. 42<br/>ละลาย</p>         |
| <p>ก. 44</p> <p>"น้ำเชื่อม" เป็นสารละลายซึ่งเกิดจากน้ำรวมกับน้ำตาล<br/>สารที่เป็นตัวถูกละลายคือ .....</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>ก. 43<br/>ทำละลาย</p>       |
| <p>ก. 45</p> <p>วิชาช่วยคุณแม่ทำแต่งไทยน้ำกะทิ เขาสังเกตเห็นว่า คุณแม่นำหม้อ<br/>กะทิไปตั้งไฟด้วย และน้ำตาลที่ใส่ลงไปก็ละลายได้เร็วขึ้น<br/>สิ่งที่ทำให้น้ำตาลละลายในน้ำกะทิได้เร็วขึ้นก็ คือ .....</p>                                                                                                                                                                                                                         | <p>ก. 44<br/>น้ำตาล</p>        |
| <p>ก. 46</p> <p>จากการทดลองที่ผ่านมา ถ้านักเรียนเติมเกล็ดลงไปในแก้วน้ำเกลือ<br/>ก็จะพบว่าน้ำยังละลายเกล็ดได้อีกมาก และน้ำเกลือในแก้วจะเค็มจืดยิ่งขึ้น<br/>ในที่สุดจะถึงขีดหนึ่ง ซึ่งแม้จะเติมเกล็ดลงไปอีก เกล็ดก็จะไม่ละลายอีกต่อไป<br/>แต่จะนอนอยู่ที่ก้นแก้ว แสดงว่าน้ำละลายได้เต็มที่แล้ว จึงไม่สามารถละลายเกล็ด<br/>ได้อีก เราเรียกสารละลายที่มีตัวถูกละลายอยู่เต็มที่ว่า สารละลายอิ่มตัว<br/>สารละลายอิ่มตัว คือ .....</p> | <p>ก. 45<br/>ความรอน</p>       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ก. 47</p> <p>นักเรียนอาจจะสงสัยว่าน้ำละลายได้เฉพาะสารที่เป็นของแข็งเท่านั้นหรือ<br/>         เธอจึงลองนึกถึงปลาว่า มันเป็นสิ่งมีชีวิตต้องการออกซิเจนในการหายใจเช่นเดียวกับคน<br/>         แต่ปลาก็อยู่ในน้ำได้ นั่นแสดงให้เห็นว่าในน้ำมี .....ละลายอยู่</p>                                                                       | <p>ก. 46</p> <p>สารละลายที่ไม่<br/>         สามารถละลาย<br/>         ตัวถูกละลายต่อ-<br/>         ไปอีก</p> |
| <p>ก. 48</p> <p>น้ำโซดาที่โซดสมเหล้า หรือโซดนั้นคือน้ำธรรมดา แต่อัดก๊าซคาร์บอน<br/>         ไดออกไซด์ลงไปด้วย เพื่อให้มีรสชวนดื่ม<br/>         การที่เราสามารถอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปผสมกับเครื่องดื่ม<br/>         เช่น เปปซี่ โคล่า ฯลฯ ได้ ก็เพราะว่าน้ำละลายสารที่เป็น .....ได้</p>                                        | <p>ก. 47</p> <p>อากาศ<br/>         (หรือก๊าซออกซิ-<br/>         เจน)</p>                                    |
| <p>ก. 49</p> <p>ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อละลายในน้ำ จะทำให้น้ำมีคุณสมบัติเป็น<br/>         กรดอย่างอ่อนและมีรสชวนดื่ม<br/>         เครื่องดื่มที่มีรสชาดคอ เช่น เปปซี่ สไปรท์ หรือที่เรามักจะ<br/>         เรียกว่าน้ำอัดลมได้แก่เครื่องดื่มที่มีก๊าซ .....ละลายอยู่</p>                                                             | <p>ก. 48</p> <p>ก๊าซ</p>                                                                                    |
| <p>ก. 50</p> <p>นักเรียนคงเคยชิมน้ำมะนาวที่คั้นออกมาใหม่ ๆ จะเห็นว่ามีรสเปรี้ยวจัด<br/>         แต่ถาเคิมน้ำลงไป แล้วลองชิมอีกครั้ง น้ำมะนาวจะมีรสแตกต่างไปจากเดิม ทั้งนี้<br/>         ก็เพราะน้ำไปรวมกับน้ำมะนาว<br/>         การที่น้ำไปรวมกับน้ำมะนาวแล้ว ทำให้รสเปลี่ยนไป แสดงว่าน้ำละลาย<br/>         สารในสถานะ ..... ได้</p> | <p>ก. 49</p> <p>คาร์บอนได-<br/>         ออกไซด์</p>                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <p>ก. 51</p> <p>น้ำแกงที่มีรสเค็มเกินไป แสดงว่าเราใส่น้ำปลาหรือเกลือมาก ถ้าต้องการให้น้ำแกงมีรสเค็มพอดี จะต้องเติมน้ำลงไปอีก ทั้งนี้ก็เพราะน้ำเป็นตัว ..... จะช่วยให้น้ำแกงลดความเค็มลง</p>                                                                                                                                       | <p>ก. 50</p> <p>ของเหลว</p> |
| <p>ก. 52</p> <p>เรามักได้ยินชื่อน้ำหลายชนิด เช่น น้ำทะเล น้ำแร่ น้ำจุนสี น้ำปลาก็เพราะน้ำละลายสารต่าง ๆ เข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี และน้ำก็มีสารต่าง ๆ ละลายปนอยู่ด้วยเสมอ ฉะนั้นเราจึงไม่พบน้ำบริสุทธิ์ในธรรมชาติ ดังเช่นน้ำทะเลก็มีรสเค็ม เพราะมี ..... ละลายอยู่</p>                                                           | <p>ก. 51</p> <p>ทำละลาย</p> |
| <p>ก. 53</p> <p>น้ำทะเลที่มีรสเค็มนั้นก็เพราะมีเกลือต่าง ๆ หลายชนิดละลายอยู่ เนื่องจากน้ำฝนที่ตกลงมาจะละลายเอาเกลือ แร่ธาตุตามพื้นดินไหลลงทะเลไป ด้วย ถ้าปล่อยให้น้ำทะเลเข้ามาเก็บไว้ในนา แล้วให้แสงแดดเห่าน้ำระเหยเป็นไอไป จนแห้งหมด จะเหลือส่วนที่เป็นเกลือ</p> <p>เกลือที่ได้นี้ก็คือแร่ธาตุที่ ..... อยู่ในน้ำทะเลนั่นเอง</p> | <p>ก. 52</p> <p>เกลือ</p>   |
| <p>ก. 54</p> <p>.ขณะที่ฝนตกลงมานั้น น้ำฝนจะไหลลงไปตามพื้นดิน ละลายเอาเกลือแร่ต่าง ๆ จากดิน และหิน พาไหลลงทะเลไปด้วยเสมอ จึงทำให้เราได้ ..... จากน้ำทะเล</p>                                                                                                                                                                       | <p>ก. 53</p> <p>ละลาย</p>   |
| <p>ก. 55</p> <p>พื้นที่แถบชายทะเล ที่สามารถนำน้ำทะเลเข้ามาขังในนาได้ เช่น แถบจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร ฯลฯ ทำให้เกิดอาชีพ .....</p>                                                                                                                                                                                            | <p>ก. 54</p> <p>เกลือ</p>   |

ก. 56

บางครั้งเวลาเราชักผ้าถึงแม่น้ำจะใส ไม่เห็นมีอะไรปนอยู่เลย แต่  
สบู่หรือผงซักฟอกที่ใสไม่คอยจะมีฟอง จะสังเกตเห็นโคลนนิด ๆ หรือเป็นฝ้า  
ลอยอยู่ แสดงว่ามีพวกเกลือและแร่ธาตุละลายอยู่ จึงทำให้สบู่เป็นฟองไคยาก  
ซึ่งเรียกว่า น้ำกระดาง

ฉะนั้นถ้าเราใช้น้ำกระดางจะสังเกตได้ คือ .....

.....

ก. 57

น้ำกระดางทำให้สบู่เกิดฟองไคยาก ถ้าเราใช้น้ำกระดางซักผ้าจะสิ้น  
เปลืองสบู่หรือผงซักฟอกเป็นจำนวนมาก

ฉะนั้นผลเสียในการใช้น้ำกระดางซักผ้า คือ .....

ก. 58

นักเรียนเคยสังเกตกาตมน้ำบ้างไหม คงเคยเห็นแล้วทุกคน และคง  
เคยสังเกตเห็นกาตมน้ำที่โซมานาน ๆ จะมีคราบแข็ง ๆ หนา สีเทาติดอยู่  
ภายในกา เราเรียกว่าตะกรัน ตะกรันนี้มาจากไหนทั้ง ๆ ที่เราก็น้ำที่ใส  
สะอาดไม่เห็นมีอะไรเลย

ตะกรันที่จับอยู่ตามกาตมน้ำ หรือตามท่อน้ำต่าง ๆ นั้นมาจากสาร  
ต่าง ๆ ที่ ..... อยู่ในน้ำ

ก. 55

การพ่นาเกลือ

ก. 56

ทำให้สบู่เกิด-  
ฟองไคยาก

ก. 57

สิ้นเปลืองผงซัก-  
ฟอก

ก. 59

น้ำในแม่น้ำ ลำคลอง ส่วนใหญ่หรือแม่น้ำประปา จะมีสารละลาย  
แคลเซียมไบคาร์โบเนต เมื่อนำมาต้มสารละลายจะตกตะกอนเป็นแคลเซียมคาร์-  
โบเนต หรือหินปูน ซึ่งไม่ละลายน้ำ และจะตกตะกอนอยู่ตามก้นกาที่เราเรียกว่า  
ตะกรันนั่นเอง

ดังนั้นการต้มน้ำจะทำให้สารละลาย .....

ก. 58

ละลาย

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <p>ก. 60</p> <p>น้ำฝนที่ตกลงมาซึ่งเรารองจากหลังคา นับเป็นน้ำธรรมชาติที่สะอาดและบริสุทธิ์ เพราะไม่มีเกลือแร่ละลายอยู่ จึงเหมาะที่จะใช้ในการดื่ม แต่ถ้าวาดน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง ซึ่งมีแร่ธาตุละลายอยู่มาก สารละลายจะไปตกตะกอนในกระเพาะปัสสาวะ และนาน ๆ เข้า จะพอกพูนจับกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้น ทำให้เป็นโรคนิ่ว ถ้าปัสสาวะไม่ออก ฉะนั้นคนที่ เป็นโรคนิ่วก็เพราะ.....</p> | <p>ก. 59</p> <p>ตกตะกอน</p>                       |
| <p>ก. 61</p> <p>พวกเกลือหรือแร่ธาตุบางชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำ เมื่อส่วนที่เป็นน้ำหรือส่วนที่เป็นกาซระเหยออกไปจนหมดแล้ว จะมีตะกอนที่เหลืตกค้างอยู่ เช่นหินปูนตามเพดานถ้ำเกิดเป็นหินงอกหินย้อย กลายเป็นสิ่งสวยงามตามธรรมชาติ</p> <p>ดังนั้นสิ่งสวยงามตามธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นเพราะน้ำละลายสารต่าง ๆ ก็คือ.....</p>                                                   | <p>ก. 60</p> <p>คือน้ำกระด้าง</p> <p>เขาไปมาก</p> |
| <p>ก. 62</p> <p>ในบรรดาของเหลวนั้น น้ำนับได้ว่าเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด แต่มิได้หมายความว่า น้ำจะละลายสารได้ทุกชนิด สารบางชนิดละลายได้ ในของเหลวเฉพาะอย่าง เช่นทิงเจอร์ไอโอดีนที่เราใส่แผลนักเรียนจะไคกลืนแอลกอฮอล์ เพราะเป็นยานิคน้ำที่มีแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย</p> <p>ดังนั้นทิงเจอร์ไอโอดีน จึงเป็นสารละลายไอโอดีนใน.....</p>                              | <p>ก. 61</p> <p>หินงอกหินย้อย</p>                 |
| <p>ก. 63</p> <p>นักเรียนคงจะเคยได้ยินข่าวเกี่ยวกับเรือน้ำมันแต่ว่ามีน้ำมันกระจายลอยเป็นผาอยู่ตามผิวน้ำ การที่มีคราบน้ำมันลอยเป็นผาอยู่เหนือน้ำ เป็นเพราะน้ำไม่.....น้ำมัน</p>                                                                                                                                                                                   | <p>ก. 62</p> <p>แอลกอฮอล์</p>                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p>ก. 64</p> <p>นักเรียนเคยเข้าไปไหว้พระตำมโบสถ์บ้างไหม ซึ่งมักจะมีอ่าง<br/>น้ำมันหรือบาตรน้ำมันตั้งอยู่ จะสังเกตเห็นน้ำตาเทียนที่หยดลงไปในน้ำ<br/>เป็นก้อนแข็งเล็ก ๆ ลอยอยู่ ที่เป็นเช่นนี้แสดงว่าเทียนไขไม่ละลายใน.....<br/>.....</p>                                                                                                                                                                                                                           | <p>ก. 63</p> <p>ละลาย</p>                 |
| <p>ก. 65</p> <p>สมัยก่อนหรือปัจจุบันก็ยังมียูเรียม เวลาจะถูพื้นให้เป็นมัน เขาจะใช้ขี้ผึ้ง<br/>ไปตากแดด หรือใส่ภาชนะตั้งไฟให้หลอมเหลว แล้วใส่น้ำมันก๊าดลงไป น้ำมัน<br/>ก๊าดจะรวมกับขี้ผึ้งเป็นเนื้อเดียวกันเป็นสารละลายขี้ผึ้งในน้ำมันก๊าด<br/>การที่ขี้ผึ้งเข้าไปผสมกับน้ำมันก๊าดได้ก็เพราะขี้ผึ้งสามารถละลายได้<br/>ใน ..... แต่ไม่ละลายใน .....</p>                                                                                                             | <p>ก. 64</p> <p>น้ำ</p>                   |
| <p>ก. 66</p> <p>ในเวลาที่ฝนตก หลังจากฝนตกใหม่ ๆ เราจะสังเกตเห็นว่าน้ำใน<br/>แม่น้ำ ลำคลองจะมีสีขุ่น เพราะน้ำฝนชะล้าง พาเอาดิน ทราย ผงฝุ่น<br/>ไหลลงไปด้วย แต่เมื่อนาน ๆ เข้า หรือเรากักน้ำขุ่นนั้นมาตั้งทิ้งไว้หนึ่ง ๆ น้ำจะ<br/>ใสกว่าเดิม เพราะสิ่งต่าง ๆ ที่น้ำชะพาไปนั้นไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ<br/>แต่จะแขวนลอยปะปนอยู่ และในที่สุดก็จะตกตะกอนลงไป<br/>ดิน ทราย ผงฝุ่นต่าง ๆ เป็นสารที่ไม่ ..... น้ำ แต่จะแขวน<br/>ลอยปะปนอยู่นั่น จึงตกตะกอนได้</p> | <p>ก. 65</p> <p>น้ำมันก๊าด</p> <p>น้ำ</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <p>ก. 67</p> <p>เมื่อเรานำมะพร้าวชกใส่ลงไปในน้ำเพื่อคั้นเอากะทิ นักเรียนจะเห็นว่ามะพร้าวเพียงแต่ปอนอยู่ในน้ำเท่านั้น ไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ เราจึงใช้กระชอนกรองส่วนที่เป็นกากมะพร้าวออก</p> <p>ดังนั้น ผุ่นผง หรือเศษวัตถุเล็ก ๆ ที่ลอยปะปนอยู่ในน้ำ เราจะแยกออกจากน้ำได้โดยวิธี .....</p>                                                                                                                     | <p>ก. 66</p> <p>ละลาย</p> |
| <p>ก. 68</p> <p>น้ำฝนที่ตกลงมาซึ่งเรารองจากหลังคาที่นับได้ว่าเป็นน้ำธรรมชาติที่บริสุทธิ์ที่สุด เพราะไม่มีเกลือแร่ละลายอยู่ด้วย จะมีสิ่งเจือปนอยู่บ้างเล็กน้อย เช่น ผุ่นผง กากคาร์บอนไดออกไซด์</p> <p>ถ้าเราต้องการเก็บน้ำฝนไว้สำหรับดื่ม หากได้ใช้ผ้าเนื้อละเอียดบาง ๆ ..... เสียก่อน จะได้น้ำที่สะอาดมากขึ้น</p>                                                                                                       | <p>ก. 67</p> <p>กรอง</p>  |
| <p>ก. 69</p> <p>น้ำทะเลที่มีรสเค็ม เพราะน้ำละลายเกลือแร่ลงไปถึงจะมาก ๆ แต่เรามองไม่เห็น เพราะเกลือแร่เหล่านั้นละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ เมื่อปล่อยให้ น้ำทะเลเซาแล้วปล่อยให้แสงอาทิตย์เผาไหม้ให้ระเหยกลายเป็นไอไปหมด จะเหลือผลึกเกลือสีขาวอยู่ในน้ำ แต่ถ้าวาน้ำทะเลมากกรองด้วยผ้าขาวบาง จะไม่มีผลึกเกลือตกค้างอยู่บนผ้ากรอง และน้ำที่กรองได้ก็มีรสเค็มเหมือนเดิม แสดงว่าเราไม่สามารถ ..... เอาเกลือออกจากน้ำทะเล</p> | <p>ก. 68</p> <p>กรอง</p>  |

ก. 70

สารบางพวกเมื่อละลายจะเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ เราองไม่เห็นว่าเป็นคนละส่วนกับน้ำ เราเรียกว่าสารที่ละลายน้ำได้ แต่สารบางพวกเมื่อปนอยู่กับน้ำ จะไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ มันจะไม่แตกแยกเป็นโมเลกุลเข้าไปแทรกซึมอยู่ระหว่างโมเลกุลของน้ำ แต่จะลอย "เป็นก้อนเล็ก ๆ" ทำให้น้ำขุ่น คล้ายฝุ่นผงลอยแขวนลอยอยู่ในอากาศ

ฉะนั้นเราจึงแบ่งสารตามลักษณะที่มันปนอยู่กับน้ำเป็น 2 ชนิด คือ

1. ....
2. ....

ก. 69

กรอง

ก. 70

1. สารที่ละลาย-  
น้ำได้

2. สารที่ละลาย-  
น้ำไม่ได้

## บทเรียนโมดูลหน่วยที่ 3

### เรื่อง การทำน้ำให้สะอาด

#### จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของน้ำที่สะอาดได้
2. นักเรียนสามารถบอกแหล่งน้ำที่สะอาดพอที่จะใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้
3. นักเรียนสามารถทดลองการทำน้ำให้สะอาดได้
4. นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่างน้ำที่สะอาดกับน้ำที่บริสุทธิ์ได้
5. นักเรียนสามารถบอกแหล่งน้ำในท้องถิ่นที่ใช้บริโภคและบริโภคได้
6. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการจัดทำน้ำสะอาดในท้องถิ่นได้
7. นักเรียนสามารถสร้างหรือคิดแปลงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง การกลั่น และการกรองได้
8. นักเรียนสามารถบอกคุณสมบัติและประโยชน์ของน้ำกลั่นได้
9. นักเรียนสามารถบอกลำดับขั้นตอนในการทำน้ำประปาได้
10. นักเรียนสามารถอธิบายถึงความแตกต่างของการกรอง และการกลั่นได้
11. นักเรียนสามารถบอกวิธีการทำน้ำสะอาดที่ง่ายที่สุดได้

#### การประเมินผลเบื้องต้น

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบของบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 3 ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใจ้เวลา 20 นาที ก่อนที่จะเรียนในกิจกรรมการเรียนต่อไป

#### กิจกรรมการเรียน

1. เรียนจากศูนย์การเรียน
2. ทดสอบก่อนเรียน ที่ทำการประปา โรงงานทำน้ำกลั่น ฯลฯ

#### การประเมินผลหลังการเรียน

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบแบบปรนัยฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบประเมินผลเบื้องต้น

### การ เรียนรอมเสริม

นักเรียนที่ทำแบบทดสอบประเมินผลหลังการ เรียนได้คะแนนต่ำกว่า 16 คะแนน หรือต่ำกว่า เกณฑ์ 80% จะต้องไปพบกับครูผู้สอนว่าจะเรียนรอมเสริมจากบทเรียนโมดูล ซุกเกม หรือเรียนโดยวิธีการอื่น

แบบทดสอบ บทเรียนโมดูลหน่วยที่ 3

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ในกระดาษคำตอบ  
เพียงคำตอบเดียว

1. ในชนบทที่ห่างไกลจากตัวเมือง -  
น้ำดื่มที่ใสส่วนมากได้มาจากไหน?  
ก. น้ำบอ  
ข. น้ำทา  
ค. น้ำตก  
ง. น้ำประปา
2. ข้อใดจัดว่าเป็นน้ำที่สะอาด?  
ก. น้ำใส จืด  
ข. ปราศจากเชื้อโรค  
ค. ไม่เป็นน้ำกระด้าง  
ง. ถูกทั้ง ก. ข. และ ค.
3. การทำน้ำให้สะอาดด้วยวิธีที่ง่าย  
และสะดวกที่สุดคือข้อใด?  
ก. กรอง  
ข. ปล่อยให้ตก  
ค. ปล่อยให้เดือด  
ง. ต้มให้เดือด
4. น้ำดื่มที่ได้โดยปลอดภัยที่สุดคือข้อใด?  
ก. น้ำบอ  
ข. น้ำประปา  
ค. น้ำบาดาล  
ง. น้ำคลองแวกสารส้ม
5. น้ำที่จัดว่าบริสุทธิ์จริง ๆ ได้แก่ข้อใด?  
ก. น้ำประปา  
ข. น้ำบาดาลที่เจาะลึกๆ  
ค. น้ำที่ได้จากการกลั่น  
ง. น้ำที่ผ่านการกรองหลายๆครั้ง
6. ชาวกรุงเทพมหานครได้นำจากแหล่งใด -  
ในการดื่มและชำระล้าง?  
ก. น้ำในคลอง  
ข. น้ำประปา  
ค. น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา  
ง. น้ำกลั่นจากโรงงาน
7. น้ำที่ได้จากการกลั่นมีลักษณะเป็นอย่างไร?  
ก. มีรสจืดชืด  
ข. มีรสขมนิด  
ค. ปราศจากเชื้อโรค  
ง. ข้อ ก. และ ค. ถูก
8. ถ้าเราจำเป็นต้องใช้น้ำคลองในการชำระ-  
ล้างควรทำอย่างไร?  
ก. แวกสารส้มให้ใส  
ข. กรองด้วยผ้าขาวบาง  
ค. ต้มให้เดือดเสียก่อน  
ง. ตักน้ำคลองขึ้นมาใช้เลย

9. น้ำที่ไคจากการกลั่นจะนำไปใช้ -  
ประโยชน์ในข้อใด?

- ก. ใส่แบตเตอรี่ไฟฟ้า
- ข. ละลายตัวยาต่างๆ
- ค. ใช้ในห้องวิทยาศาสตร์
- ง. ถูกทั้งข้อ ก. ข. และ ค.

10. น้ำบอกจากแหล่งใดที่เหมาะสมสำหรับ -  
จมน้ำมาใช้ดื่ม?

- ก. อยู่ทางแม่น้ำลำคลอง
- ข. ห่างจากหนองสุมอย่างน้อย 10 เมตร
- ค. ปากบ่ออยู่สูงกวาระดับของน้ำหนองสุม
- ง. เกลือกน้ำที่รอบปากบ่อน้ำซึมผ่านไม่ได้

11. เราใช้สารส้มแก้วนํ้าเพื่ออะไร?

- ก. ฆ่าเชื้อโรค
- ข. ทำให้เป็นน้ำจืด
- ค. แก่ความกระด้าง
- ง. สารแขวนลอยตกตะกอน

12. น้ำประปาเหมาะสำหรับดื่มและใช้

เพราะเหตุใด?

- ก. เพราะน้ำใสสะอาด
- ข. เพราะไม่มีสารละลาย
- ค. เพราะผ่านการฆ่าเชื้อโรค
- ง. เพราะสุบขึ้นมาจากใต้ดินลึก

13. น้ำฝนเป็นน้ำธรรมชาติที่สะอาดที่สุด

เพราะเหตุใด?

- ก. เพราะเป็นน้ำที่ตกจากฟ้า
- ข. เพราะในอากาศไม่มีสารพิษ
- ค. เพราะไม่มีเกลือแร่ละลาย
- ง. เพราะมีสิ่งเจือปนที่เป็นก๊าซเท่านั้น

14. ในหม้อกรองที่ใสสารต่างๆเรียงไว้เป็น -  
ชั้นๆนั้น สารใดที่ช่วยกักกั้นและสีของน้ำ?

- ก. ชั้นอิฐ
- ข. ชั้นถ่าน
- ค. ชั้นทราย
- ง. ถูกทุกข้อ

15. สารใดที่ใช้ทำลายเชื้อโรคในน้ำประปา?

- ก. สารส้ม
- ข. ปูนคลอรีน
- ค. ก๊าซคลอรีน
- ง. หิงเจอร์ไอโอไดน์

16. เครื่องกรองชนิดใดที่สามารถกรองเอา -  
ฝุ่นผงที่ละเอียดมากๆออกจากน้ำได้?

- กก. ผ้าขาวบาง
- ข. หม้อกรอง
- ค. ตะแกรงลวด
- ง. กระดาษกรอง

17. เราจะสังเกตการเคี้ยวของน้ำได้  
อย่างไร?
- ก. มีเสียงดังออกจากก้นน้ำ  
ข. น้ำในกาเคลื่อนไหวทุกส่วน  
ค. น้ำวกลงเหลือครึ่งหนึ่ง  
ง. ตั้งไฟไว้ประมาณ 10 นาที
18. การทำน้ำให้สะอาดและได้ปริมาณมาก  
ควรใช้วิธีการใด?
- ก. การต้ม  
ข. การกลั่น  
ค. การกรอง  
ง. การประปา

19. การต้มน้ำสำหรับดื่มมีข้อดีอย่างไร?
- ก. น้ำมีรสขมนิด  
ข. น้ำใสขึ้นกว่าเดิม  
ค. ภาชนะต้มน้ำหนาทนทาน  
ง. สารที่ละลายอยู่ในน้ำตกตะกอน
20. น้ำที่เราสูบขึ้นมาจากใต้ดินลึกๆจะมีคุณลักษณะ  
เหมือนกับน้ำที่ใค้มาโดยวิธีใด?
- ก. การกรอง  
ข. การกลั่น  
ค. การเติมสารเคมี  
ง. การทำให้ตกตะกอน

## วัสดุอุปกรณ์ประกอบการ เรียบเรียงหน่วยที่ 3

ศูนย์การ เรียบเรียง แบ่ง เป็น 5 ศูนย์กิจกรรม

### ศูนย์กิจกรรมที่ 1

1. บัตรคำสั่ง
2. เรื่องย่อศูนย์กิจกรรมที่ 1
3. คู่มือปฏิบัติ การทดลอง เรื่องการทำน้ำให้ตกตะกอน
  - 3.1 แก้วน้ำ 2 ใบ
  - 3.2 ถังใส่น้ำ ( ใส่น้ำจากกกรอง หรือแม่น้ำ )
  - 3.3 สารส้ม
  - 3.4 ขอน
4. แบบฝึกหัดและ เฉลยคำตอบ

### ศูนย์กิจกรรมที่ 2

1. บัตรคำสั่ง
2. เรื่องย่อศูนย์กิจกรรมที่ 2
3. คู่มือปฏิบัติ การทดลอง เรื่องการต้ม
  - 3.1 แก้วน้ำ น้ำ
  - 3.2 เตาไฟฟ้า
  - 3.3 เทอร์โมมิเตอร์
4. แบบฝึกหัดและ เฉลยคำตอบ

### ศูนย์กิจกรรมที่ 3

1. บัตรคำสั่ง
2. เรื่องย่อศูนย์กิจกรรมที่ 3
3. คู่มือปฏิบัติ การทดลอง เรื่องการกรอง
  - 3.1 ขวดน้ำมันพืชตัดกันขวดออก
  - 3.2 สำลี อีฐหัก กรวดหยาบ กรวดละเอียด ถ่านทรายหยาบ ทรายละเอียด
  - 3.3 ภาชนะรองน้ำ
  - 3.4 น้ำที่จะกรอง

3.5 เกือบและกางทับทิม

3.6 กระดานกรอง

3.7 กรวยแก้ว

3.8 ผงชอล์ก

3.9 หลอดแก้ว

3.10 ขวดยและถ้วยริน

4. แบบฝึกหัดและเฉลยคำตอบ

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

1. บัตร คำสั่ง

2. เรื่องย่อศูนย์กิจกรรมที่ 4

3. คู่มือปฏิบัติการทดลอง เรื่องการกลั่น

3.1 หลอดให้ก๊าซนิโคตมที่เสียแล้ว

3.2 หลอดส่งก๊าซ

3.3 สามขา

3.4 จุกกอร์ก

3.5 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.6 กระป๋องนม

3.7 น้ำและสายยาง

3.8 หลอดทดสอบ

3.9 เกือบ

3.10 จุนสี หรือ กางทับทิม

4. แบบฝึกหัดและเฉลยคำตอบ

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

1. บัตร คำสั่ง

2. เรื่องย่อศูนย์กิจกรรมที่ 5

3. แผนภูมิ

4. แบบฝึกหัด และเฉลยคำตอบ

คู่มือครู

กิจกรรมการ เรียนรู้เรื่องการทำน้ำให้สะอาด

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เวลา 3 ชั่วโมง

คำชี้แจง

ศูนย์การเรียนรู้ เรื่องการทำน้ำให้สะอาด ประกอบด้วยศูนย์กิจกรรมดังนี้

ศูนย์ที่ 1 การทำให้ตกตะกอน

ศูนย์ที่ 2 การต้ม

ศูนย์ที่ 3 การกรอง

ศูนย์ที่ 4 การกลั่น

ศูนย์ที่ 5 การทำน้ำประปา

ศูนย์ที่ 6 ศูนย์สำรอง

กิจกรรมชั้นนำ

– ครูนำเสนอเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำที่นักเรียนเรียนมาแล้วจากหน่วยที่ 2

– นำข่าวหรือเรื่องราวเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ออกไป

ปฏิบัติงานในขณะเกิดน้ำท่วมตามท้องถิ่นต่าง ๆ

– ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากเรื่องราวที่กล่าวมาแล้ว และให้นักเรียนช่วยกันสรุป จากนั้นจึงให้นักเรียนแยกย้ายไปเรียนตามศูนย์กิจกรรมต่าง ๆ

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา         | สื่อการเรียน                                                                                                         | กิจกรรมการเรียน                                                                                                                                                                     | ผลที่คาดว่าจะได้รับ                                                                                          |
|----------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | การทำให้ตกตะกอน | 1 บัตร คำสั่ง<br>2 เนื้อเรื่องย่อ<br>3 อุปกรณ์การทดลอง<br>4 คู่มือการทดลอง<br>และคำถามจาก<br>การทดลอง<br>5 บัตร เฉลย | 1 อ่านบัตร คำสั่ง<br>2 อ่านเรื่องย่อ<br>3 ทำการทดลองที่ 1<br>ตามคู่มือ<br>4 ร่วมกันอภิปรายและ<br>สรุปผลการ เรียนรู้<br>โดยตอบคำถามหลัง<br>การทดลอง<br>5 ตรวจสอบคำตอบจากบัตร<br>เฉลย | - นักเรียนบอกวิธีการ<br>ทำให้สารแขวนลอย<br>ในน้ำตกตะกอนได้<br>- นักเรียนนำความรู้ไป<br>ใช้ในชีวิตประจำวันได้ |
| 2        | การต้ม          | 1 บัตร คำสั่ง<br>2 เนื้อเรื่องย่อ<br>3 อุปกรณ์การทดลอง<br>4 คู่มือการทดลอง<br>และคำถามจาก<br>การทดลอง<br>5 บัตร เฉลย | 1 อ่านบัตร คำสั่ง<br>2 อ่านเรื่องย่อ<br>3 ทำการทดลองที่ 2<br>ตามคู่มือ<br>4 อภิปรายกันในกลุ่ม<br>สรุปผลการ เรียนรู้<br>5 ตอบคำถามหลังการ<br>ทดลอง<br>6 ตรวจสอบคำตอบจาก<br>บัตร เฉลย | - นักเรียนบอกผลึกของ<br>การต้มน้ำสำหรับดื่ม<br>และนำความรู้ไปใช้<br>ในชีวิตประจำวันได้                       |

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา   | สื่อการเรียน                                                                                      | กิจกรรมการเรียน                                                                                                                                                    | ผลที่คาดว่าจะได้รับ                                                                                              |
|----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3        | การ กรอง  | 1 บัตร คำสั่ง<br>2 เนื้อเรื่องย่อ<br>3 อุปกรณ์การทดลอง<br>4 คู่มือการทดลองและคำถาม<br>5 บัตร เฉลย | 1 อ่านบัตร คำสั่ง<br>2 อ่านเรื่องย่อ<br>3 ทำการทดลองที่ 3 ตามคู่มือ<br>4 อภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการ เรียนรู้<br>5 ตอบคำถามจากการทดลอง<br>6 ตรวจคำตอบจากบัตรเฉลย | - นักเรียนสามารถทำเครื่องกรองง่าย ๆ ได้ และรู้จักวิธีใช้กระดาษกรองในห้องทดลองวิทยาศาสตร์                         |
| 4        | การ กลั่น | 1 บัตร คำสั่ง<br>2 เนื้อเรื่องย่อ<br>3 อุปกรณ์การทดลอง<br>4 คู่มือการทดลองและคำถาม<br>5 บัตร เฉลย | 1 อ่านบัตร คำสั่ง<br>2 อ่านเรื่องย่อ<br>3 ทำการทดลองที่ 4 ตามคู่มือ<br>4 อภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการ เรียนรู้<br>5 ตอบคำถามจากการทดลอง<br>6 ตรวจคำตอบจากบัตรเฉลย | - นักเรียนทำเครื่องกลั่นอย่างง่าย ๆ ได้<br>- นักเรียนอธิบายหลักของการกลั่นน้ำ และการเกิดปรากฏการณ์ตามธรรมชาติได้ |

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา  | สื่อการเรียน                                                                                                  | กิจกรรมการเรียน                                                                                                                                  | ผลที่คาดว่าจะได้รับ                                                                                                                                              |
|----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5        | การประปา | 1 บัตร คำสั่ง<br>2 เนื้อหา<br>3 แผนภูมิ<br>4 แบบฝึกหัด<br>5 บัตร เฉลย                                         | 1 อ่านบัตร คำสั่ง<br>2 อ่านเนื้อหาโดยละเอียด<br>3 ศึกษาขั้นตอนการทำน้ำประปาจากแผนภูมิประกอบเนื้อหา<br>4 ทำแบบฝึกหัด<br>5 ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย | – นักเรียนบอกขั้นตอนสำคัญ ๆ ในการทำน้ำประปาได้<br>– นักเรียนบอกวิธีการสร้างบ่อน้ำที่ถูกต้องได้<br>– นักเรียนรู้จักวิธีการจัดหา น้ำดื่ม น้ำใช้ที่สะอาดสำหรับชุมชน |
| 6        | สำรวจ    | 1 แวนซ์ขาย<br>2 กล้องจุลทรรศน์<br>3 หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6<br>4 เอกสาร<br>5 น้ำสกปรก | 1 อ่านบัตร คำสั่ง<br>2 เลือกอ่านสิ่งที่นักเรียนสนใจ<br>3 ศึกษาสกปรกในน้ำจากกล้องจุลทรรศน์ หรือ แวนซ์ขาย                                          | – นักเรียนจะได้รับความรู้จากสิ่งที่อ่านตามต้องการ และมีความระมัดระวังในเรื่องน้ำดื่ม น้ำใช้มากขึ้น                                                               |

### กิจกรรมขั้นสรุป

- ให้นักเรียนทั้งหมดมาร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง และสรุปบทเรียน

### ประเมินผล

- ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม และการตอบคำถามภายหลังการทดลอง
- ทำแบบทดสอบประเมินผลหลังการเรียน

### บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 1

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องย่อ
2. อ่านคู่มือการทดลองให้เข้าใจ
3. ทำการทดลองตามคู่มือ
4. ช่วยกันสังเกตผลการทดลองอย่างละเอียด
5. อภิปรายเกี่ยวกับการทดลองและสรุปผลการเรียนรู้
6. ตอบคำถามจากการปฏิบัติทดลอง
7. ตรวจคำตอบจากของเฉลย นักเรียนไม่การดูเฉลยก่อนทำแบบฝึกหัดเสร็จ
8. เก็บอุปกรณ์ และเอกสารให้เรียบร้อย แล้วเปลี่ยนไปเรียนศูนย์ที่ว่าง

## เรื่องย่อนักกิจกรรมที่ 1/3

### การทำให้ตกตะกอน

การทำให้ตกตะกอนเป็นการทำน้ำขุ่นให้ใส โดยการตักน้ำขุ่นนั้นทิ้งทิ้งไว้นิ่ง ๆ ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ หรือปะปนอยู่ในน้ำ เช่น โคลน ทราย ตะกั่ว เศษดินต่างๆ จะตกตะกอน คือน้ำหนักของมันเองลงนอนก้น ขึ้นของแข็งที่แขวนลอยเหล่านี้ยิ่งเล็กก็ยิ่ง - ตกตะกอนยาก เราอาจช่วยให้สารต่างๆ ตกตะกอนเร็วขึ้น โดยใช้สารเคมีบางอย่าง เช่น สารส้ม จะช่วยทำให้ตะกอนและขึ้นของแข็งเล็กๆ เหล่านี้ รวมตัวกันเป็นกลุ่มใหญ่ขึ้น เราเห็นตะกอนเป็นกลุ่มคล้าย ๆ วุ้น แตกกันออกกันในที่สุด

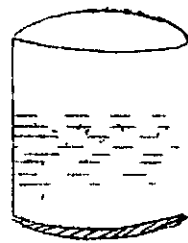
### คู่มือการทดลองที่ 1

#### การทำให้ตกตะกอน

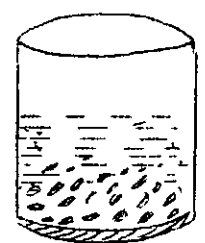
จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนทราบวิธีการทำน้ำขุ่นให้ใส และการทำให้น้ำขุ่นตกตะกอนได้เร็วขึ้น

วัสดุอุปกรณ์

1. แก้วน้ำ 2 ใบ
2. น้ำคลองหรือน้ำขุ่น 1 ถัง
3. สารส้ม
4. ช้อน



แก้วใบที่ 1



แก้วใบที่ 2

วิธีทดลอง

1. เอาแก้วใบที่ 1 ตักน้ำจากกระป๋องทิ้งทิ้งไว้เฉย ๆ
2. ใช้แก้วอีกใบหนึ่ง ตักน้ำจากกระป๋องเช่นเดียวกับใบแรก แล้วใส่สารส้มลงไป และใช้ช้อนคนให้สารส้มละลาย ทิ้งทิ้งไว้สักครู่
3. สังเกตน้ำในแก้วทั้งสองว่าแตกต่างกันอย่างไร

คำถาม จากการทดลองที่ 1

ชื่อ . . . . .

1. น้ำในแก้วที่แก้วสารส้มจะ.....กว่าน้ำในแก้วใบที่ตั่งไว้เฉย ๆ
2. น้ำในแก้วใบที่ 1 หรือใบที่ 2 ตกตะกอนมากกว่ากัน.....
3. สิ่ง чтоช่วยให้เกิดการตกตะกอนได้เร็วคือ.....
4. การแกว่งสารส้มในน้ำเป็นการทำให้..... ตกตะกอน
5. น้ำในแก้วใบที่ 1 ถ้าตั้งไว้นาน ๆ จะตกตะกอนหรือไม่.....
6. น้ำในแก้ว เหมะที่จะใช้ดื่มได้หรือไม่..... เพราะ.....
7. ถ้าจากร่องน้ำในแก้ว สำหรับดื่มจะต้อง.....
8. สารส้มฆ่าเชื้อโรคได้หรือไม่.....

เฉลยคำตอบกุนยที่ 1

1. ใส
2. ใบที่ 2
3. สารส้ม
4. สารแขวนลอย
5. ตกตะกอน
6. ไม่เหมาะ เพราะ มีเชื้อโรค
7. นำไปต้มเสียก่อน
8. ไม่ได้

### บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 2

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องย่อของศูนย์กิจกรรมที่ 2
2. อ่านคู่มือการทดลองให้เข้าใจ
3. ช่วยกันทำการทดลองและสังเกตให้ละเอียด
4. อภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการเรียนรู้
5. ตอบคำถามเกี่ยวกับการทดลอง
6. ตรวจสอบจากของเฉลย นักเรียนไม่ทวนดูเฉลยก่อนทำแบบฝึกหัดเสร็จ
7. เก็บอุปกรณ์ และเอกสารให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์ต่อไป

## เรื่องบอกศูนย์กิจกรรมที่ 2/3

### การต้ม

การต้ม เป็นการทำลายเชื้อโรคในน้ำวิธีหนึ่ง เพราะว่าเชื้อโรคหลายชนิด ยังคงอาศัยน้ำเป็นสื่อ หรือพาหะเข้าสู่ร่างกาย

การต้ม เป็นการใช้ความร้อนฆ่าเชื้อโรคโดยตรง น้ำสำหรับดื่มควรต้มไม่ต่ำกว่า 5-10 นาที ความร้อนยังช่วยทำลายความกระด้างของน้ำอีกด้วย แต่ก็เสียเวลา และเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ไม่นิยมสำหรับทำน้ำดื่มจำนวนมาก ๆ

การต้มน้ำให้เดือด จะสังเกตได้คือ น้ำจะต้องมีการเคลื่อนไหวทั่วทุกส่วน หรือฟองกองของของเหลวขึ้น

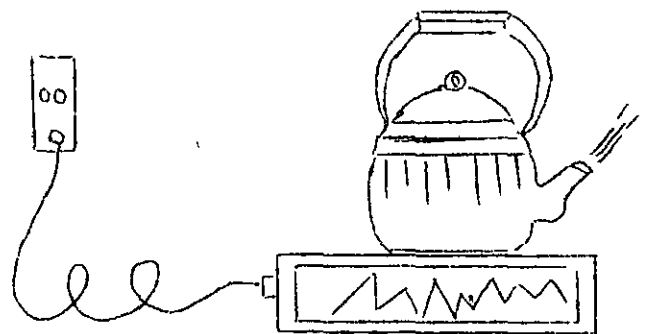
## คู่มือการทดลองที่ 2

### การต้ม

จุดประสงค์ เพื่อให้ทราบวิธีการทำลายเชื้อโรคในน้ำอย่างง่าย ๆ

วัสดุอุปกรณ์

1. กาต้มน้ำ , น้ำ
2. เต้าไฟฟ้า
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. ไม้น้ำมัน



วิธีทดลอง

1. เอนน้ำใส่กาประมาณหนึ่งในสี่ส่วนของกา นำไปตั้งบนเต้าไฟฟ้า
2. ต้มน้ำให้เดือดประมาณ 10 นาที
3. ใช้ไม้น้ำมันเทอร์โมมิเตอร์ไว้แล้วนำไปวัดอุณหภูมิของน้ำที่กำลังเดือด
4. สังเกตคุณลักษณะการเดือด และอ่านอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ว่าจุดใดที่

อุณหภูมิไม่สูงขึ้นไปอีก

คำถาม จากการทดลองที่ 2

ชื่อ.....

1. ขณะที่น้ำกำลังเดือดจะสังเกตเห็น.....พุ่งออกมาจากพวยกา
2. อุณหภูมิที่เป็นจุดเดือดของน้ำคือ... .. องศา เซลเซียส
3. จากการทดลองวัดอุณหภูมิของน้ำเดือดได้..... องศา เซลเซียส  
เป็นเพราะเหตุใด.....
4. การต้มน้ำสำหรับดื่มจะต้มเพียงให้ร้อน หรือต้มให้เดือด.....
5. ทำไมจึงไม่นิยมการ ต้มสำหรับน้ำดื่มจำนวนมาก ๆ .....  
.....
6. คราบสารแข็ง ๆ ที่จับอยู่ภายในกาต้มน้ำมาจากไหน.....  
กาต้มน้ำที่ยังไม่ใช้จะมีคราบติดอยู่หรือไม่.....
7. น้ำที่ต้มจนเดือดเป็นน้ำที่สะอาดเพราะ.....

เฉลยคำตอบศูนย์ที่ 2

1. ถังสี่ขา
- 2 100
3. ( ผลจากการทดลองของนักเรียน ) เพราะไม่มีคำตอบให้  
เหตุผลจากการอภิปรายกันในกลุ่ม )
4. ต้มให้เดือด
5. เพราะเสียเวลา และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย
6. สารที่ละลายอยู่ในน้ำ..... ไม่มี
7. เชื้อโรคถูกฆ่าตาย

### บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 3

- 1 ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์กิจกรรมที่ 3
- 2 อ่านคู่มือการทดลองให้เข้าใจ และปฏิบัติตาม
- 3 ช่วยกันทำการทดลอง พร้อมทั้งสังเกตผลการทดลองอย่างละเอียด
- 4 อภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้
- 5 ตอบคำถามจากการปฏิบัติทดลอง
- 6 กรวณคำตอบจากของเจดีย์แบบฝึกหัดที่ 1 นักเรียนไปตรวจดูเฉลยก่อน

ทำแบบฝึกหัดเสร็จ

- 7 เก็บเอกสารและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เรียบร้อย และเปลี่ยนไปเรียนศูนย์  
อื่นต่อไป

## เรื่องย่อนักกิจกรรมที่ 3/3

### การกรอง

การกรอง เป็นวิธีแยกสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ละลายน้ำ แต่แขวนลอยหรือปะปนอยู่ในน้ำออก เครื่องกรองมีหลายอย่าง เช่น การกรองด้วยกระชอน เป็นการแยกของแข็งชิ้นใหญ่ ๆ ออกจากน้ำ การกรองด้วยผ้า แบบที่พระสงฆ์ใช้ จะแยกของที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่ารูผ้า การกรองด้วยกระดาษกรอง เป็นการกรองในห้องปฏิบัติการ หรือห้องวิทยาศาสตร์ และการกรองด้วยหม้อกรอง โดยการให้น้ำไหลผ่านเครื่องกรองหลาย ๆ ชั้น สารที่ไม่ละลายน้ำจะติดอยู่ตามเครื่องกรองชั้นต่างๆ ทำให้ได้น้ำที่ใสมากขึ้น และยังได้ผงถ่านไว้เพื่อกำจัดกลิ่นและสีของน้ำอีกด้วย

## คู่มือการทดลองที่ 3

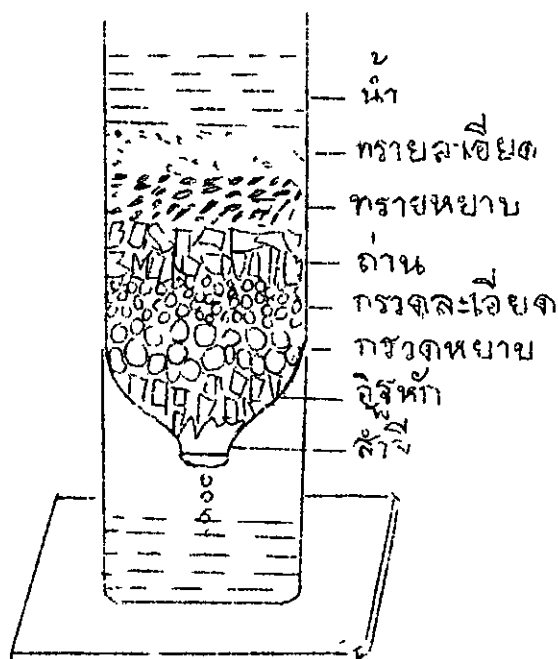
### การกรอง

จุดประสงค์ เพื่อให้ทราบว่าเครื่องกรองมีหลายอย่าง จะใช้อย่างใดนั้นแล้วแต่ความเหมาะสมกับขนาดของสารที่ปะปนอยู่ในน้ำ และการกรองเป็นการทำให้น้ำสะอาดได้โดยแยกสิ่งที่ไม่ละลายออกจากน้ำหรือของเหลว

3.1 การกรองอย่างหยาบด้วยหม้อกรอง - เพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงสารต่างๆ ที่ใส่ในเครื่องกรอง และการทำเครื่องกรองอย่างง่าย

#### วัสดุอุปกรณ์

1. ขวดน้ำมันพืชที่ตัดก้นออก
2. สำลี อีฐหัก กรวดหยาบ กรวดละเอียด ถ่าน หวายหยาบ หวายละเอียด
3. ภาชนะรองรับน้ำกรอง (ขวดน้ำมันพืชส่วนก้น หรือถ้วยแก้ว)
4. น้ำที่จะกรอง
5. เกลือ
6. คางหีบหิม



### วิธีทดลอง

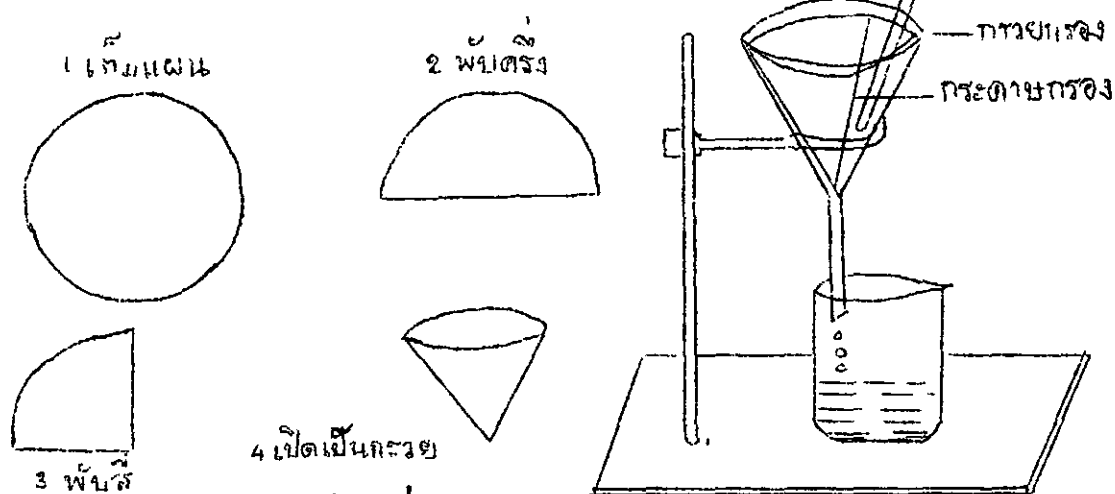
1. ใส่สารต่าง ๆ ในเครื่องกรอง เรียงลำดับ ชั้นล่างสุดรองด้วยสำลี อีร์หัก กรวดหยาบ กรวดละเอียด ถ่าน ทรายหยาบ ทรายละเอียด แล้วตั้งเครื่องมี-ทดลองดังภาพ
2. ตักน้ำขุ่นหนึ่งแก้ว ใส่เกลือหนึ่งช้อน ดินจากที่สะอาด ๆ หนึ่งช้อน คนให้ทั่ว จนละลายและดินแตกกระจายทั่วกัน
3. ก่อขุด ๆ เทน้ำจากแก้วลงในหม้อกรองครึ่งแก้ว ให้น้ำไหลผ่านเครื่องกรองสู่ภาชนะรองรับ และเหลือไว้อีกครั้งหนึ่ง
4. สังเกตน้ำที่กรอง เปรียบเทียบกับน้ำที่เหลือว่าเป็นอย่างไร
5. ลองผสมแป้งต้มลงไปใ้ในน้ำที่เหลือ 2-3 เกร็ด และนำไปกรอง เทน้ำผ่านเครื่องกรองหลาย ๆ ครั้ง น้ำที่กรองได้ใสหรือไม่
6. ลองชิมน้ำที่กรองได้ (เวลาน้ำตะกอนเพียงนิดก็ควรเท่านั้น )

### 3.2 การกรองด้วยกระดาษกรอง เพื่อให้นักเรียนฝึกทักษะในการใช้กระดาษกรอง

- วัสดุอุปกรณ์
1. กระดาษกรอง
  2. กรวยแก้ว
  3. ถ้วยรินใส่น้ำที่ปั่นแป้งหรือผงชอล์กปนอยู่
  4. ขาตั้งรองรับกรวย และถ้วยแก้ว
  5. แท่งแก้ว
  6. ถ้วยแก้ว

#### วิธีทดลอง

1. พับกระดาษกรอง โดยพับครึ่ง แล้วพับอีกครั้ง วางกระดาษกรองที่พับออกเป็นรูปกรวยลงในกรวยให้ติดกับผิวแก้ว ใช้น้ำร่ำหรือพ่นให้เปียกกระดาษกรองเพื่อให้กระดาษสนิทกับกรวยยิ่งขึ้น



2. จัดตั้งเครื่องมือทดลอง ดังรูป
3. ตักน้ำแป้งหนึ่งแก้ว ใส่ผงชอล์กหนึ่งช้อน แล้วคนให้ทั่ว
4. เทน้ำจากถ้วยแก้วลงไปตามหลอดซ้ำ ๆ เพื่อไม่ให้ให้น้ำไหลไป

อยู่ใต้กระดาษกรอง

5. สังเกตน้ำที่กรองได้เป็นอย่างไร
6. ใส่คางพับจิมลงไปใต้น้ำผงชอล์กแล้วกรอง น้ำที่กรองได้แตกต่าง

จากครั้งแรกหรือไม่

คำถาม จากการทดลองที่ 3 ชื่อ .....

1. น้ำที่กรองได้แตกต่างจากน้ำที่ไม่กรองคือ .....
2. สารสีใดในหม้อกรองที่สามารถดูดสีและกลืนจากน้ำได้.....
3. ทำไมน้ำค้างหยดที่กรองด้วยกระดาษกรองจึงไม่ใช่เหมือนกับที่กรองด้วยหม้อกรอง .....
4. จากการทดลองผงขี้เถ้ากลลอกกระดาษกรองลงไปหรือไม่ .....
5. ตามปกติมนุษย์ใช้อาศัยน้ำที่ผ่านการกรองโดยธรรมชาติอยู่แล้ว เช่น น้ำที่ไคจาก .....
6. ถ้าต้องการแยกฝุ่นผงที่ละเอียดมาก ๆ เช่น แป้งมัน พูนขาวที่อยู่ในน้ำออกเราจะกรองโดยวิธีใด .....
7. เครื่องกรองแยกเกลือที่จะละลายไปในน้ำออกจากน้ำได้หรือไม่.....

เฉลยคำตอบขั้นที่ 3

1. น้ำกรองใสกว่า
2. ถ่าน
3. ไม่สารดูดสี
4. ไม่ได้
5. น้ำขุ่น น้ำอากาศ
6. ใช้กระดาษกรอง
7. แยกออกไม่ได้

#### บัตรกำส้งศูนย์ที่ 4

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องย่อของศูนย์กิจกรรมที่ 4
2. อ่านคู่มือการทดลองให้เข้าใจ และปฏิบัติตาม
3. แบ่งหน้าที่ช่วยกันทำการทดลอง
4. อภิปรายผลการทดลอง และช่วยกันสรุปผลการเรียนรู้
5. ตอบคำถามจากการทดลอง
6. ตรวจสอบคำตอบจากของเฉลย นักเรียนไม่การดูเฉลยก่อนทำแบบฝึกหัดเสร็จ
7. เก็บเอกสาร ตรวจสอบให้เรียบร้อยแล้ว ไปเรียนศูนย์อื่น

## เรื่องย่อนโยบายกิจกรรมที่ 4/3

### การกลั่น

การกลั่น เป็นวิธีการทำน้ำบริสุทธิ์จากน้ำไม่สารต่าง ๆ ละลายอยู่หรือแขวนลอยอยู่ น้ำที่ได้เรียกว่า น้ำกลั่น สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สมยา และใส่แบตเตอรี่ไฟฟ้า การกลั่นอย่างง่ายทำได้โดย ถ้าน้ำที่จะกลั่นให้เดือดจนกลายเป็นไอน้ำแล้วทำให้อไอน้ำเย็นลง จนไอน้ำควบแน่นเป็นหยดน้ำบริสุทธิ์ การกลั่นในห้องปฏิบัติการ จะใช้เครื่องควบแน่นของลูปิก หรือเรียกง่าย ๆ ว่า เครื่องกลั่น

## อุปกรณ์ทดลองที่ 4

### การกลั่นน้ำอย่างง่าย

#### จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนรู้จักวิธีทำน้ำไร้สารตกและบริสุทธิ์
2. ให้นักเรียนทำเครื่องกลั่นน้ำอย่างง่าย ๆ ได้

#### วัสดุอุปกรณ์

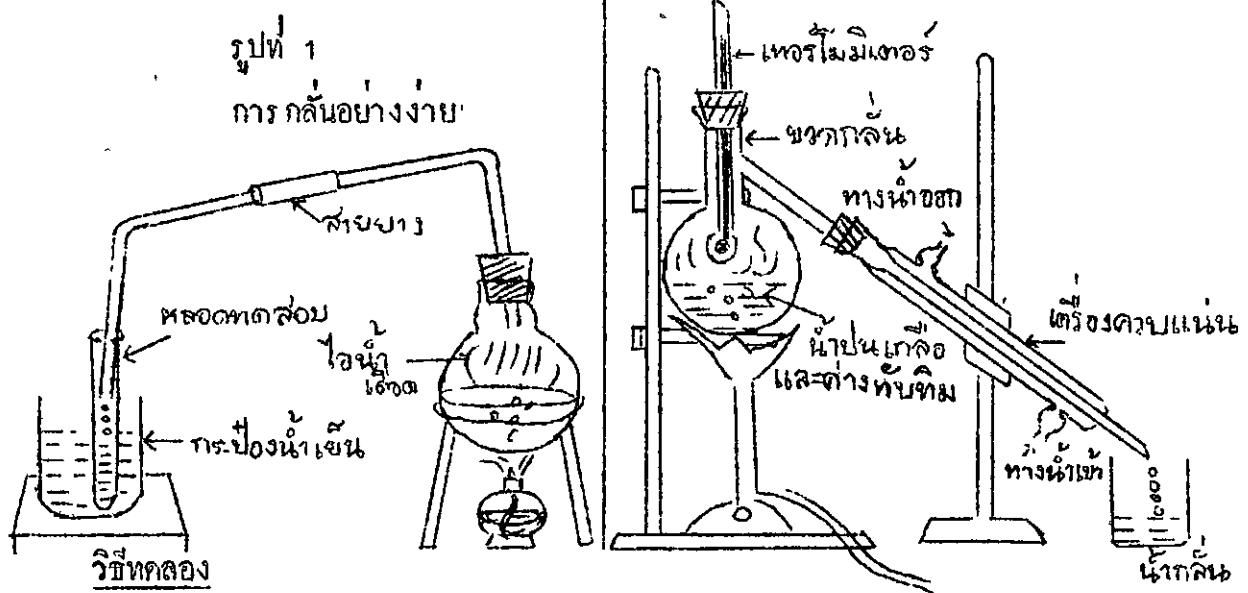
1. หลอดใส่แก้วที่เสียแล้ว (หลอดกลวง)
2. หลอดส่งกา
3. สามขา
4. จุกไม้คอร์ก
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์
6. กระป๋องนม
7. น้ำ
8. สายยาง
9. หลอดทดสอบ
10. เกล็ด
11. จุนสี หรือกำกวม

## วิธีปฏิบัติ

### วิธีทำอุปกรณ์

1. หาหลอดไฟฟ้าที่ใช้ไม่ได้มา โดยกระทุ้งเจาะครั้งที่ชั่วหลอดให้ทะลุหักกันในออก (ใช้ตะไบเล็ก ๆ สอดเข้าไปในก้าน แล้วกดโคนตะไบให้ก้านหลุดออก การกระทำนี้ทำในถังน้ำ เพื่อมิให้หลอดไฟฟ้าแตกง่าย) ใช้ไม้คอร์กปิดแทนที่
2. หากกระป๋องนมให้ความสูงตามต้องการ ตัดเป็นสามขา และตะเกียงแอลกอฮอล์ทำด้วยขวด (ถ้าไม่มีสามขา และตะเกียงแอลกอฮอล์)
3. เจาะรูตรงกลางจุกไม้คอร์กให้พอดี กับหลอดส่งก๊าซที่เสียบลงไปพื้นไม้คอร์กเล็กน้อย แต่อย่าให้ถึงระดับน้ำ
4. ให้นำปลายหลอดส่งก๊าซที่อยู่ภายนอก เข้าไปอยู่ในหลอดทดสอบ หรือถ้วยแก้วซึ่งแช่ไว้ในกระป๋องน้ำเป็น

รูปที่ 2 การกลับโดยใช้เครื่องควบแน่น



1. จัดเตรียมสามขา และอุปกรณ์การทดลองตามรูปที่ 1
2. เอาถังต้มน้ำ หรือจุน้ำ และเกลี่ยละลายน้ำใส่ในหลอดไฟฟ้า ประมาณครึ่งหลอด เอาจุกคอร์กที่เสียบหลอดส่งก๊าซไว้แล้วปิดปากคนโทให้แน่น แล้วจัดตั้งเครื่องมือให้เรียบร้อย
3. จุกตะเกียงแอลกอฮอล์ค้ำน้ำในหลอดไฟฟ้าจนเกือบ และสังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. ให้สังเกตสีของน้ำที่กลั่นได้ และชิมรส
5. อภิปรายหลักการ กลั่นน้ำ

คำถาม จากการทดลองที่ 4

ชื่อ .....

1. น้ำที่นำไปต้มมีสารละลายอยู่หรือไม่.....
2. เมื่อน้ำในหลอดไฟฟ้า เกิดจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร.....
3. น้ำในหลอดทดสอบเกิดจากอะไร .....  
ชิมดูรส.....
5. น้ำเย็นที่ใส่ในกระป๋องทำหน้าที่ยึดอะไรในรูปที่ 2 .....
6. ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นลักษณะเกี่ยวกับการทดลองได้แก่ .....
7. ทำไมน้ำกลั่นจึงเป็นน้ำที่สะอาดและบริสุทธิ์ .....
8. การกลั่นคือ .....

เฉลยคำตอบศูนย์ที่ 4

1. มี
2. น้ำกลายเป็นไอ และมละอองน้ำ
3. ไอน้ำลอยออกมาตามหลอดส่งก๊าซ แล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
4. ไม่เหมือน จืด (หรือไม่รส)
5. เครื่องควบแน่น
6. น้ำกลั่น เมฆ
7. ไอน้ำกลั่นแล้วละลายอยู่
8. การทำน้ำให้บริสุทธิ์

### บัตร คำสั่งศูนย์ที่ 5

1. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาจากเอกสาร และภาพประกอบคำอธิบาย
2. ศึกษาจากแผนภูมิลำดับขั้นการทำน้ำประปาควบคู่กับเอกสารให้เข้าใจ
3. ทำแบบฝึกหัด
4. ตรวจสอบแบบฝึกหัดจากองค์เฉลย นักเรียนไม่ควรดูเฉลยก่อนทำแบบฝึกหัดเสร็จ
5. เก็บเอกสารให้เรียบร้อย แล้วเปลี่ยนไปเรียนศูนย์อื่นต่อไป

## เรื่องบ่อศูนย์กิจกรรมที่ 5/3

### การประปา

การประปา คือ การจัดหา และจัดหาน้ำสะอาดสำหรับดื่มในบ้าน หรือในชุมชน โดยมีการทำน้ำสะอาดพอควร จากแหล่งน้ำไปสู่ที่ทำการประปา ผ่านขบวนการทำน้ำให้ใส การกำจัดสีและกลิ่น การทำลายเชื้อโรค และขบวนการจัดส่งน้ำแจกจ่ายออกไป

ในขบวนการประปา ถ้าได้น้ำจากแหล่งน้ำในระดับสูง ก็จะพุ่งแรงและคายน้ำง่าย โดยไม่ต้องมีการะในเรือสูบน้ำมากนัก แต่ก็ต้องมีการควบคุม กัก และปล่อยน้ำในระหว่างขบวนการประปา ถ้าเป็นน้ำจากแหล่งที่อยู่ในระดับต่ำ เช่น น้ำจากทะเลสาบ แม่น้ำหรืออ่างเก็บน้ำ ต้องมีการสูบน้ำช่วย ทั้งในการสูบน้ำขึ้นถึงเข้าที่ทำการประปา หรือสูบน้ำเข้าสถานีสูบ เพื่อส่งน้ำไปแจกจ่ายตามชุมชน

เราอาจทำน้ำประปาจากน้ำบาดาลได้ แต่ต้องชุกเจาะพร้อมกันหลายๆท่อ จึงจะได้น้ำเพียงพอแก่การทำน้ำประปา และต้องนำน้ำที่ขุดได้มาตรวจว่าป็นธาตุที่เป็นพิษเจือปนอยู่หรือไม่ อาจต้องเพิ่มวิธีการแก้ความกระด้างของน้ำเข้าไปในขบวนการประปาอีกด้วย เพราะน้ำบาดาลมักมีความกระด้าง สูงกว่าน้ำแม่น้ำ หรือน้ำจากแหล่งเก็บน้ำ

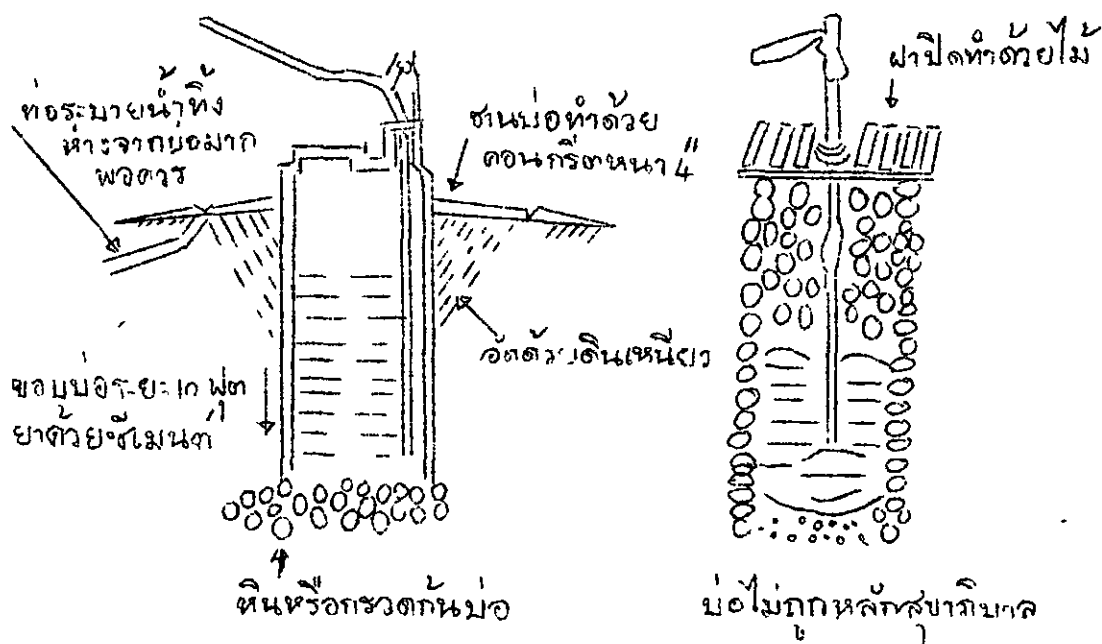
การประปานครหลวง ใช้น้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนตำบลเชียงราก จังหวัดปทุมธานี ถ้าเลี้ยงผ่านคลองส่งน้ำ ที่ขุดขึ้นเพื่อการนี้โดยเฉพาะ เรียกว่า คลองประปามาถึงที่ทำการประปานครหลวงตำบลสามเสน แล้วสูบน้ำจากคลองประปาไปผสมกับสารส้ม 25 ส่วนต่อน้ำลำส่วน โคลน ตะกอน และวัตถุต่างๆ ที่แขวนลอยอยู่จะตกตะกอนไปเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็ยังต้องส่งไปยังถังกรอง ซึ่งมีกรวดอยู่ชั้นล่าง ทราบอยู่ชั้นบนตามแบบถังกรองทั่วไป น้ำที่กรองแล้วจะถูกส่งไปเก็บในถังเก็บน้ำสะอาด ซึ่งจะส่งไปยังสถานีฆ่าเชื้อโรคเพื่อผสมคลอรีน ให้ปีน้ำกลอรีนละลาย 0.8 - 1 กรัม ต่อ น้ำล้านลูกบาศก์ ซม. น้ำที่ฆ่าเชื้อโรคแล้วนี้จะถูกสูบขึ้นไปพักไว้บนถังสูงกักเครื่องสูบแรงสูง ซึ่งจะจ่ายไปตามบ้านเรือนต่อไป

ปัจจุบันนี้การใช้ทำในนครหลวงสูงมาก การประปานครหลวงจึงจำเป็นต้องใช้น้ำจากบ่อบาดาลเพิ่มเก็บกัก

## น้ำสะอาดในชนบท

น้ำสะอาดสำหรับดื่มและใช้ตามชนบทที่ไกลๆ เมือง ส่วนใหญ่ได้จากน้ำบ่อ การสร้างบ่อควรทำให้ถูกต้องลักษณะ การสร้างบ่อน้ำควรคำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

1. เลือกสถานที่สร้างบ่อให้ห่างจากแหล่งโสโครก เช่น ส้วม กองส้วม อย่างน้อย 15 เมตร หรือ 50 ฟุต ต้องไม่เป็นที่มขยชะมาก่อน
2. ขอบบ่อควมยี่เมนค หรือคอนกรีตใน ระยะจากพื้นดิน ลึกลงไปไม่น้อยกว่า 10 ฟุต หรือ 3 เมตร เพื่อป้องกันการซึมของน้ำสกปรกเข้าไปในบ่อ
3. มีบานบ่อพร้อมควมยี่ร างระบายน้ำออกไปทิ้งให้ไกลบ่อ
4. มีฝาปิดมิดชิด
5. มีวิธีการนำน้ำไปใช้ให้ถูกต้อง เช่น ไม้ใช้ กระบอง ถัง ลงไปจ้วงคักไว้ในบ่อ ควรติดตั้งเครื่องสูบน้ำ



## แบบฝึกหัดประจำสัปดาห์ที่ 5/3

คำสั่ง จงวงกลมล้อมรอบตัวอักษรซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ในกระดานคำตอบเพียงคำตอบเดียว

1. ลำดับชั้นในการทำน้ำประปาคือข้อใด?
  - ก. ทำน้ำให้ใส กำจัดสีและกลิ่น มาเชื้อโรค
  - ข. มาเชื้อโรค กำจัดกลิ่น ทำน้ำให้ใส
  - ค. ทำน้ำให้ใส มาเชื้อโรค กำจัดสี
  - ง. กำจัดสีและกลิ่น มาเชื้อโรค
2. การประปานครหลวงใช้น้ำจากแหล่งใดมาทำน้ำประปา?
  - ก. บอบาตาล
  - ข. แม่น้ำแม่กลอง
  - ค. คลองบางกอกน้อย
  - ง. แม่น้ำเจ้าพระยาและบอบาตาล
3. การขุดบ่อน้ำที่ถูกสุขลักษณะควรเป็นอย่างไร?
  - ก. มีฝาปิดทำด้วยไม้
  - ข. กรูข้างบ่อด้วยอิฐ
  - ค. อยู่ใกล้บ้านพักอาศัย
  - ง. ยาวีเมนทวงขอบบ่อ
4. การทำน้ำประปาจากแหล่งน้ำบนภูเขา มีผลดีข้อใด?
  - ก. น้ำไหลแรงตลอดปี
  - ข. แจกจ่ายน้ำไปได้ไกล
  - ค. น้ำสะอาดไม่ของมาเชื้อโรค
  - ง. ประหยัดค่าสูบน้ำขึ้นบนดั่งสูง
5. สารใดใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา?
  - ก. สารส้ม
  - ข. เกลือโซดา
  - ค. ก๊าซคลอรีน
  - ง. ปูนคลอรีน
6. การทำน้ำประปาจากบอบาตาล จะต้องทำอะไรเพิ่มอีกบาง?
  - ก. สร้างถังกรอง
  - ข. สูบน้ำขึ้นเก็บบนดั่ง
  - ค. แกกความกระด้างของน้ำ
  - ง. ทำให้สารละลายตกตะกอน
7. การขุดบ่อน้ำควรวีหาทางจากส้วมหรือคอกสัตว์ ประมาณเท่าใด?
  - ก. 30 ฟุต
  - ข. 40 ฟุต
  - ค. 50 ฟุต
  - ง. 60 ฟุต
8. นักเรียนคิดว่าในชนบทควรจะทำหาน้ำดื่มที่สะอาดโดยวิธีใด?
  - ก. ขุดสระน้ำ
  - ข. สร้างถังเก็บน้ำฝน
  - ค. ขุดลอกแม่น้ำลำคลอง
  - ง. สูบน้ำจากแม่น้ำมาเก็บไว้

ข้อ .....

### กระดาษคำตอบชุดที่ 5

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

### เฉลยคำตอบชุดที่ 5

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

### บัตรคำสั่งศูนย์สำรอง

1. ให้นักเรียนดูสิ่งสกปรกในน้ำจากกล่องจุลทรรศน์ที่ครูจัดตั้งไว้เรียบร้อยแล้ว  
( อย่าใช้มือหมุน หรือเลื่อนกล่อง ) หรือ
2. ใช้แว่นขยายส่องดูสิ่งที่ปะปนอยู่ในน้ำ
3. เลือกอ่านสิ่งที่นักเรียนสนใจจากเอกสารหรือหนังสือที่จัดไว้ดังนี้
  - คุณภาพน้ำและสาเหตุความเสื่อมโทรมของแม่น้ำเจ้าพระยา เอกสารของ  
กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
  - หนังสือสภาพแวดล้อม สำหรับเด็ก
  - หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของ  
 สិងห์โต ปุกนุก และคณะ  
 ประยงค์ พงษ์ทองเจริญ  
 บุญถิ่น อัตถากร  
 วิรุฬ สุวรรณภักติ และคณะ  
 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

บทเรียนโมดูลหน่วยที่ 4  
เรื่อง ประโยชน์ของน้ำและการสงวนรักษาน้ำ

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกความสำคัญของน้ำต่อสิ่งมีชีวิตได้
2. นักเรียนสามารถบอกผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแหล่งน้ำได้
3. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมได้
4. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแหล่งน้ำให้ความบันเทิงในคันท่างๆได้
5. นักเรียนสามารถบอกปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในร่างกายของกันได้
6. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของพลังงานที่ได้จากน้ำได้
7. นักเรียนสามารถบอกถึงความสำคัญของน้ำในคันทอุตสาหกรรมได้
8. นักเรียนสามารถบอกถึงความจำเป็นในการสงวนรักษาน้ำ
9. นักเรียนสามารถอธิบายคำว่าทรัพยากรหมุนเวียนได้
10. นักเรียนสามารถบอกผลเสียของการไม่สงวนรักษาน้ำได้
11. นักเรียนสามารถบอกวิธีการที่จะสงวนรักษาน้ำได้
12. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการรักษาแหล่งน้ำ คันทน้ำสาธารณะ ได้
13. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างป่าไม้กับ น้ำได้
14. นักเรียนสามารถบอกสาเหตุของการขาดแคลนน้ำคันทน้ำใช้ได้
15. นักเรียนสามารถบอกวิธีการเก็บกักน้ำไว้ใช้ประโยชน์ได้
16. นักเรียนสามารถบอกชื่อสถานที่ตั้ง เขื่อนที่สำคัญได้
17. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ที่ได้รับจากเขื่อนกั้นน้ำได้

การประเมินผลเบื้องต้น

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบของบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 4 ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบปี 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที ก่อนที่จะเรียนในกิจกรรมการเรียนต่อไป

## กิจกรรมการ เรียน

1. เรียนจากบทเรียนสำเร็จรูป
2. คู่มือโลก - เทป เรื่องประโยชน์ของแหล่งน้ำ ของ พงศิพงษ์ เล็กศิริรัตน์
3. ภาพยนตร์ 16 มม. " การทำนาเกลือ " ของ สสวท
4. อ่านเอกสารประกอบการ เรียน

4.1 การชลประทาน ของ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและ  
สหกรณ์

4.2 การอนุรักษ์ต้นน้ำ ของกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

5. ภาพยนตร์ เรื่อง สิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ธรรมชาติ ของ สสวท

6. ศึกษาจากแผนภาพ การพัฒนาทรัพยากรน้ำและการใช้ประโยชน์จากน้ำ  
อย่างเต็มที่

7. ทักษะศึกษา เชื้อนกักเก็บน้ำ อ่างเก็บน้ำ ฝ่าย เป็นต้น

## การ ประเมินผลหลังการ เรียน

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับ เดียวกันกับการ ประเมินผลเบื้องต้น

## การ เรียนซ่อมเสริม

นักเรียนที่เรียนบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 4 จบแล้ว ถ้าทำแบบประเมินผล  
หลังการ เรียนได้คะแนนต่ำกว่า 20 คะแนน หรือต่ำกว่าเกณฑ์ 80% ต้องไปพบครู  
ผู้สอน ว่าจะเรียนซ่อมเสริมจากบทเรียนโมดูลชุดเดิม หรือจะเรียนโดยวิธีการอื่น

แบบทดสอบบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 4

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรในกระดาษคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

เพื่อบ่งคำตอบเดียว

1. ข้อใดที่เราไม่ได้อาศัยประโยชน์จากทะเล?
  - ก. เป็นแหล่งอาหาร
  - ข. เล่นกีฬาบางประเภท
  - ค. ทำน้ำดื่ม น้ำใช้
  - ง. การคมนาคมขนส่ง
2. อาชีพสำคัญอย่างหนึ่งที่อาศัยแหล่งน้ำโดยตรงคือข้อใด?
  - ก. การประมง
  - ข. การทำสวน
  - ค. การทำไร่
  - ง. การขุดเหมือง
3. สิ่งที่อยู่ในทะเลและมีส่วนสร้างอาชีพให้แก่นักประมงคือข้อใด?
  - ก. เปลือกหอย
  - ข. ปลา
  - ค. สาหร่ายทะเล
  - ง. ลูกหอย ก. ข. และ ค.
4. วัตถุดิบที่จำเป็นอย่างหนึ่งในการปรุงอาหารของพืชคือข้อใด?
  - ก. น้ำ
  - ข. อากาศ
  - ค. ออกซิเจน
  - ง. น้ำตาลและแป้ง
5. การขนส่งสินค้าหนักๆ เช่น เครื่องจักร-เครื่องยนต์ ไม้ ฯลฯ เรามักนิยมขนส่งทางน้ำด้วยเหตุผลใด?
  - ก. เพราะราคาส่งถูก
  - ข. เพราะการขนส่งสะดวก
  - ค. เพราะประหยัดแรงงาน
  - ง. เพราะสินค้าไม่แตกหัก เสียหาย
6. ข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน้ำไม่ใช่สิ่งจำเป็นสำหรับพืช?
  - ก. การหายใจ
  - ข. การกินอาหาร
  - ค. การสร้างอาหาร
  - ง. การงอกของเมล็ด
7. ส่วนของร่างกายที่ไม่มีน้ำได้แก่ข้อใด?
  - ก. เลือด
  - ข. เนื้อ
  - ค. กระดูก
  - ง. ไม่ถูกทั้ง ก. ข. และ ค.
8. เด็กชายวุฒิมีน้ำหนักตัว 35 กก. จะคิดเป็นน้ำหนักของน้ำในตัวของเขาเท่าใด?
  - ก. 23.33 กก.
  - ข. 23.10 กก.
  - ค. 17.50 กก.
  - ง. 11.66 กก.

9. ตามปกติเราจะออกน้ำไค่นานประมาณเท่าไร?

- ก. 2 - 3 วัน
- ข. 5 - 7 วัน
- ค. 7 - 10 วัน
- ง. 30 วัน

10. ถ้านักเรียนกำลังกระหายน้ำและไม่มีน้ำจะดื่ม นักเรียนจะเลือกกับประทานผลไม้ชนิดใด?

- ก. ขนุน
- ข. แตงโม
- ค. กล้วย
- ง. น้อยหน่า

11. ป่าไมช่วยสงวนรักษาน้ำในแง่ใด?

- ก. ทำให้ฝนตก
- ข. น้ำไม่เน่าเสีย
- ค. ดูดซับน้ำในดินไว้
- ง. ขอ ก. และ ค. ถูก

12. ข้อใดเป็นการทำลายคนน้ำลำธาร?

- ก. เรือทอดทราย
- ข. การขุดสันดอน
- ค. ทำไร่เลื่อนลอย
- ง. ถมคลองทำถนน

13. ผลที่จะได้รับจากการสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำเอาไว้คือข้อใด?

- ก. ป้องกันน้ำท่วม
- ข. ไล่พาปลิงน้ำ
- ค. ไมขาดแคลนน้ำ
- ง. ทุกข้อที่กล่าวมา

14. นักเรียนมีส่วนช่วยในการสงวนรักษาน้ำได้อย่างไร?

- ก. ไม่ดูอาบน้ำในคลอง
- ข. ใญ่อย่างประหยัด
- ค. ไม่ทิ้งขยะมูลฝอยลงคลอง
- ง. ขอ ข. และ ค. ถูก

15. สาเหตุหนึ่งที่ภูมิภาคบางส่วนของประเทศไทยมีฝนตกน้อยคือข้อใด?

- ก. ฤดูใกล้ทะเล
- ข. ป่าไม้ถูกทำลาย
- ค. อากาศแห้งแล้ง
- ง. พื้นดินเป็นที่สูง

16. ผลเสียจากที่มีโรงงานตั้งอยู่ริมแม่น้ำคือข้อใด?

- ก. คนงานทำให้น้ำสกปรก
- ข. การคมนาคมทางน้ำแออัด
- ค. โรงงานปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำ
- ง. น้ำในแม่น้ำจะกลายเป็นน้ำกระด้าง

17. สาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งของการขาดแคลนน้ำดื่มที่ใช้คือข้อใด?

- ก. แหล่งน้ำสกปรก
- ข. จำนวนคนเพิ่มขึ้น
- ค. การมีโรงงานมากขึ้น
- ง. ประชาชนใช้น้ำไม่ประหยัด

18. การสงวนรักษาน้ำเป็นหน้าที่ของใคร?
- ก. เกษตรกร
  - ข. ชาวประมง
  - ค. ชาวเรือแพ
  - ง. ประชาชนทุกคน
19. การทำให้น้ำสกปรกเกิดผลเสียในข้อใด?
- ก. ปลาและสัตว์น้ำตาย
  - ข. เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค
  - ค. การขนส่งทางน้ำหยุดชะงัก
  - ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.
20. วิธีสกัดน้ำไว้ไม่ให้ไหลลงทะเลเร็วเกินไปคือข้อใด?
- ก. สร้างอ่างเก็บน้ำ
  - ข. สร้างเขื่อนขวางลำน้ำ
  - ค.ถมทะเลให้เป็นพื้นที่
  - ง. ขุดคลองและแม่น้ำให้ลึก ๆ
21. การไม่ช่วยกันสงวนรักษาน้ำจะมีผลกระทบกระเทือนในข้อใด?
- ก. เศรษฐกิจของประเทศ
  - ข. การติดต่อระหว่างประเทศ
  - ค. การประกอบอาชีพของพลเมือง
  - ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ค.
22. ข้อใดที่ไม่ใช่จุดประสงค์ของการสร้างเขื่อนเจ้าพระยา?
- ก. การเกษตร
  - ข. พลังงานไฟฟ้า
  - ค. เพาะพันธุ์สัตว์น้ำ
  - ง. การคมนาคมทางน้ำ
23. เขื่อนใดตั้งอยู่ในจังหวัดตาก?
- ก. เขื่อนภูมิพล
  - ข. เขื่อนสิริกิติ์
  - ค. เขื่อนสิรินธร
  - ง. เขื่อนอุบลรัตน์
24. พืชจะคายน้ำออกมามากในวันที่อากาศร้อนจัดเป็นเพราะเหตุใด?
- ก. เพิ่มปริมาณไอน้ำในอากาศ
  - ข. เร่งการกลั่นตัวของไอน้ำ
  - ค. รากดูดน้ำและอาหารได้มาก
  - ง. ปรับอุณหภูมิให้เหมาะกับสภาพอากาศ
25. น้ำเป็นสิ่งที่เราใช้ไม่รู้จักหมดและสามารถปรับปรุงจากสภาพที่เสื่อมแล้วให้กลับคืนดีได้ จึงจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทใด?
- ก. ทรัพยากรสิ้นเปลือง
  - ข. ทรัพยากรหมุนเวียน
  - ค. ทรัพยากรเปลี่ยนแปลง
  - ง. อาจเป็นไปได้ทุกข้อที่กล่าวมา

### วัตถุประสงค์ประกอบบทเรียนโมดูลหน่วยที่ 4

1. วัตถุประสงค์ประกอบการทดลอง ในบทเรียนสำเร็จรูป
  - ต้นผักกะสัง
  - แก้วน้ำ
  - หลอดยาหยอดตา
  - สีแดง ( น้ำหมึกแดงหรือสีทำขนม )
2. หนังสือที่น่าสนใจ ของ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
3. แผนที่ประเทศไทยแสดงที่ตั้งเขื่อน
4. รูปภาพเขื่อน ฝ่าย ทอานบ อ่างเก็บน้ำ ของ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
5. รูปภาพประโยชน์ที่ได้จากแหล่งน้ำ สำหรับจัดป้ายนิเทศ
6. การค้น และนิทาน จากหนังสือสภาพแวดล้อม สำหรับเด็ก

## บทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง

## เรื่องประโยชน์ของน้ำ และการสงวนรักษาน้ำ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <p>ก.1</p> <p>เราทราบแล้วว่า บนพื้นโลกที่เราอาศัยอยู่นี้ปกคลุมไปด้วยส่วนที่เป็นของเหลว คือ น้ำเป็นส่วนใหญ่ และวันหนึ่ง ๆ มนุษย์เราใช้น้ำในการดื่ม อาบชำระร่างกาย ทำความสะอาดเครื่องนุ่งห่ม เครื่องใช้ ที่อยู่อาศัย และใช้ปรุงอาหารเป็นจำนวนมาก</p> <p>การที่คนหรือสัตว์ดื่มน้ำ นี้ จะเข้าไปทำหน้าที่หลาย ๆ อย่าง เช่น ช่วยในการย่อยอาหาร น้ำจะทำให้อาหารเหลว สะดวกในการย่อย น้ำลายในปากช่วยให้กลืนอาหารได้ง่าย และช่วยย่อยอาหารบางประเภท การย่อยอาหารในกระเพาะ ต้องอาศัยน้ำย่อยซึ่งประกอบด้วยน้ำเช่นกัน</p> <p>คนเราใช้ประโยชน์จากน้ำในด้านต่าง ๆ ที่จำเป็นที่สุดคือใช้ในการ.....และยังใช้ในการ.....</p> <p>..... ฯลฯ</p> |                                                                         |
| <p>ก.2</p> <p>อาหารที่เรารับประทานเข้าไป จะถูกย่อยที่ปากบ้าง บางชนิด แต่จะถูกย่อยมากที่สุดที่กระเพาะโดยอาศัย.....</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>ก.1</p> <p>ดื่ม</p> <p>อาบ ชำระล้าง</p> <p>ปรุงอาหาร</p> <p> ฯลฯ</p> |
| <p>ก.3</p> <p>เราดื่มน้ำเพื่อย่อยอาหารอย่างเดียวหรือไม่? ยังมีอีก น้ำช่วยในการขับถ่ายพาสั่งโสโครกออกจากร่างกาย ในรูปของเหงื่อ อุจจาระ ปัสสาวะ น้ำมูก และน้ำตา เป็นต้น</p> <p>ดังนั้น ของเสียในร่างกายที่น้ำช่วยขับถ่ายออกมาได้แก่</p> <p>1.....2.....3.....4.....</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>ก.2</p> <p>น้ำย่อย</p>                                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ก.4</p> <p>น้ำช่วยปรับอุณหภูมิในร่างกาย ในขณะที่อากาศร้อน ๆ ถ้าได้ดื่มน้ำหรืออาบน้ำจะรู้สึกสดชื่นขึ้น ขณะที่รู้สึกว้าวร้อน เหงื่อจะซึมออกตามร่างกาย เหงื่อจะดูดความร้อนมาช่วยในการระเหย ทำให้อุณหภูมิลดลง จึงรู้สึกเย็น</p> <p>ขณะที่อากาศร้อน เราสามารถผ่อนคลายความร้อนได้โดยการ.....และธรรมชาติของร่างกายจะผลิต.....ออกมาตามผิวหนัง ซึ่งจะดึงความร้อนออกจากร่างกาย ขณะที่เกิดการระเหย จึงทำให้รู้สึกเย็น</p> | <p>ก.3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เหงื่อ</li> <li>2. น้ำมูก</li> <li>3. อุจจาระ</li> <li>4. ปัสสาวะ</li> </ol> <p>(ตอบข้อใดก่อน-หลังก็ได้)</p> |
| <p>ก.5</p> <p>การดื่มน้ำหรืออาบน้ำเมื่อรู้สึกร้อน จะทำให้รู้สึกว่าเป็นลง แสดงว่าน้ำช่วยให้.....ในร่างกายลดลง</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>ก.4</p> <p>ดื่มน้ำ หรืออาบน้ำ</p> <p>เหงื่อ</p>                                                                                                                |
| <p>ก.6</p> <p>น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของร่างกาย ในร่างกายทุก ๆ ส่วน ประกอบด้วยน้ำทั้งสิ้น เช่น เลือด เนื้อ หรือแม้แต่กระดูกในร่างกายมีน้ำรวมอยู่ถึงสองในสามส่วน โดยคิดจากน้ำหนักตัว เช่น ถ้าเชหนัก 30 ก.ก. จะเป็นน้ำหนักของน้ำถึง 20 ก.ก.</p> <p>ส่วนประกอบในร่างกายของคนเราที่มีมากที่สุดได้แก่.....</p>                                                                                                       | <p>ก. 5</p> <p>อุณหภูมิ</p>                                                                                                                                       |
| <p>ก.7</p> <p>ถ่านองของเชหนัก 15 ก.ก. จะคิดเป็นน้ำหนักของน้ำกี่กิโลกรัม? ตอบ.....กิโลกรัม</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>ก.6</p> <p>น้ำ</p>                                                                                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <p>ก.8</p> <p>น้ำไม่ใช่มีความจำเป็นเฉพาะแก่คนกับสัตว์เท่านั้น น้ำยังมีความจำเป็นต่อพืชด้วย เพราะเซลล์ของพืชต้องการน้ำมาหล่อเลี้ยง เช่นเดียวกับคนและสัตว์</p> <p>เซลล์ของพืชจะเต่งทำให้ลำต้นทรงตัวอยู่ได้ต้องอาศัย .....</p>                                                                                                         | <p>ก.7</p> <p>10 ก.ก.</p> |
| <p>ก.9</p> <p>น้ำยังช่วยในการดูดซึมอาหาร แร่ธาตุ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช กล่าวคือ น้ำจะช่วยละลายแร่ธาตุที่เป็นอาหารของพืช ทำให้พืชดูดซึมอาหารเข้าไปทางรากได้ และน้ำจะช่วยลำเลียงอาหารจากใบไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืชอีกด้วย</p> <p>เมื่อพืชปรุงอาหารที่ใบเสร็จแล้ว ต้องอาศัย .... เป็นพาหะลำเลียงไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของลำต้น</p> | <p>ก.8</p> <p>น้ำ</p>     |
| <p>ก.10</p> <p>เมื่อเราใส่ปุ๋ยให้ต้นไม้ เรามักจะรดน้ำตามด้วย เพราะเราทราบว่าน้ำจะช่วย ..... ปุ๋ย ทำให้พืชสามารถนำเอาปุ๋ยมาใช้ได้</p>                                                                                                                                                                                                | <p>ก.9</p> <p>น้ำ</p>     |
| <p>ก.11</p> <p>การกินอาหารของพืชต้องอาศัยน้ำ เพราะพืชไม่สามารถกินอาหารที่เป็นของแข็งได้ ถ้าขาดน้ำพืชก็ขาดอาหาร มนุษย์กินอาหารได้ทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว และออกอาหารได้เป็นก้อนโดยไม่ตาย แต่ถ้าวอดน้ำจะอยู่ได้ไม่เกิน 10 วัน</p> <p>ฉะนั้น ถ้าเราไม่ได้อุปโภคน้ำสองสัปดาห์ เราจะ .....</p>                                        | <p>ก.10</p> <p>ละลาย</p>  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <p>ก.12</p> <p>น้ำช่วยให้พืชปรับตัวตามสภาพภูมิอากาศ เมื่ออากาศร้อน พืชต้องการน้ำมากกว่าปกติ เพราะวาระะนั้นพืชจะคายน้ำทางใบ เพื่อทำให้อุณหภูมิลดลง ดังนั้นเมื่อเราเข้าไปนั่งใต้ร่มไม้จึงรู้สึกเย็น</p> <p>ขณะที่อากาศร้อน เราไปนั่งใต้ร่มไม้จะรู้สึกเย็น เพราะได้รับไอน้ำจากการ.....ของพืช</p>                                                                            | <p>ก.11</p> <p>คาย</p>            |
| <p>ก.13</p> <p><u>ทำการทดลอง</u></p> <p><u>อุปกรณ์</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้นผักกาด</li> <li>2. แก้วน้ำ 1 ใบ</li> <li>3. น้ำ</li> <li>4. น้ำหมึกสีแดงหรือสีฟ้าเข้ม</li> </ol> <p><u>วิธีทดลอง</u> นำต้นผักกาดที่ล้างสะอาดแช่ลงในน้ำสี ในแก้วที่เตรียมไว้</p> <p>แช่ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง จะสังเกตเห็นลำต้นเป็นอย่างไร.....</p> <p>.....</p> | <p>ก. 12</p> <p>คายน้ำ</p>        |
| <p>ก.14</p> <p>ต้นผักกาดจะดูดน้ำเข้าไปทางราก เนื่องจากลำต้นผักกาดโปร่งใส เราจึงสามารถมองเห็นน้ำที่รากดูดเข้าไปได้อย่างชัดเจน แต่ถ้าไม่ผสมสีลงไปในน้ำ เราจะมองไม่เห็นน้ำที่พืชดูดเข้าไปพืชอื่น ๆ ก็ดูดน้ำเข้าไปในท่อนองเดียวกันนี้</p> <p>ถ้าหยดน้ำหมึกสีน้ำเงินลงไปในน้ำที่แช่ต้นผักกาดอยู่แทนสีแดง จะเห็นว่าต้นผักกาดมีสี.....เพราะ.....</p>                            | <p>ก.13</p> <p>ลำต้นเป็นสีแดง</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <p>ก.15</p> <p>นักเรียนทราบแล้วว่าพืชมีประโยชน์ตอมมนุษย์และสัตว์อย่างไร<br/>เพื่อเป็นการทดสอบความเข้าใจ ลองตอบปัญหาต่อไปนี้</p> <p>ในฤดูแล้งต้นไม้ที่ขาดน้ำจะแห้งตายเป็นเพราะว่า</p> <p>ก. รากต้นไม้ไม่สามารถดูดน้ำ.....เข้าไป<br/>เลี้ยงลำต้นได้</p> <p>ข. เมื่อขาดน้ำพืชไม่สามารถปรับ.....ตาม<br/>สภาพอากาศ</p>                                                                                                                        | <p>ก.14</p> <p>สีน้ำเงิน</p> <p>รากดูดน้ำสีเข้าไป</p> |
| <p>ก.16</p> <p>น้ำนอกจากเป็นสิ่งจำเป็นต่อชีวิตของพืช สัตว์ และ<br/>มนุษย์แล้ว น้ำยังมีประโยชน์ต่อสังคมมนุษย์ในด้านอื่น ๆ อีกด้วย<br/>เช่น</p> <p>การเกษตร น้ำช่วยในการเพาะปลูก ทำนา ทำไร่<br/>ซึ่งจะให้ผลผลิตที่เป็นอาหารแก่มนุษย์ และผลผลิตนี้ยังนำไปเลี้ยงสัตว์<br/>ที่เราได้อาหารประเภท เนื้อ นม ไข่ ทำให้คนเรามีอาหารการกิน<br/>อุดมสมบูรณ์</p> <p>ในเมื่อน้ำมีความสำคัญต่อการเกษตร จึงกล่าวได้ว่า<br/>น้ำเป็นแหล่ง.....ที่สำคัญ</p> | <p>ก.15</p> <p>อาหาร</p> <p>อุณหภูมิ</p>              |
| <p>ก.17</p> <p>พื้นที่บริเวณใดก็ตามที่มีแม่น้ำไหลผ่าน ที่นั่นมักจะเป็นแหล่ง<br/>ที่อุดมสมบูรณ์ ทั้งนี้ เพราะสามารถนำเอา.....มาใช้ใน<br/>การเพาะปลูก และอาศัยแหล่งน้ำในการทำมาหากิน</p>                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>ก.16</p> <p>อาหาร</p>                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <p>ก.18</p> <p>นักเรียนคงจะเคยได้ยินได้ฟังมาว่า ภาคอีสานนั้น การทำนาทำไร่ไม่ค่อยดี ทั้งนี้ เป็นเพราะว่า</p> <p>ก. ขาดแคลนน้ำเพาะปลูก      ข. คนเกียจคร้าน</p> <p>ค. คนนิยมทำนาอื่น      ง. ไม่มีที่ดินทำการเกษตร</p>                                                                                                                                        | <p>ก.17</p> <p>น้ำ</p>    |
| <p>ก.19</p> <p>เราได้อาหารพวกสัตว์น้ำและพืชหลายชนิด เช่น ปู หอย กุ้ง แมงกระพรุน ไข่จระเข้ค สำหรับทะเล เป็นต้น ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้ เราได้ใช้เป็นทั้งอาหารสดและตากแห้งไว้รับประทานนาน ๆ นอกจากนี้ เรายังได้เกลือและแร่ธาตุอื่น ๆ จากน้ำทะเล ในทะเลยังใช้เลี้ยง หอยมุก เพื่อนำมาใช้ทำเครื่องประดับอีกด้วย</p> <p>ทรัพยากรที่ได้จากน้ำทะเลโดยตรง คือ .....</p> | <p>ก.18</p> <p>ข้อ ก.</p> |
| <p>ก.20</p> <p>สัตว์น้ำซึ่งให้เครื่องประดับราคาแพง และต้องเลี้ยงในทะเล คือ .....</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>ก.19</p> <p>เกลือ</p>  |
| <p>ก.21</p> <p>อาหารที่ได้จากทะเลมีหลายอย่าง มีพืชอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ทำวุ้นเส้นและได้มีบริษัทโฆษณาขายสินค้า กล่าวว่า ได้นำมาผลิตเป็นแชมพูสระผมอีกด้วย</p> <p>พืชทะเลชนิดนั้นได้แก่ .....</p>                                                                                                                                                               | <p>ก.20</p> <p>หอยมุก</p> |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <p>ก.26</p> <p>แม่น้ำเจ้าพระยาเรียกได้ว่าเป็นสายชีวิตของชาวภาคกลาง เพราะไหลผ่านจังหวัดต่าง ๆ ตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์เรื่อยลงมาจนถึงกรุงเทพฯ</p> <p>ดังนั้น ถ้าเราจะส่งสินค้าจากกรุงเทพฯ ไปนครสวรรค์ ควรจะใช้การขนส่งทาง ..... เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย</p>                                                                                                           | <p>ก.25</p> <p>ทางน้ำ<br/>น้อย (ถูก)</p>                    |
| <p>ก.27</p> <p>ในวันหยุดเทศกาลหรือวันหยุดประจำสัปดาห์ มักจะมีผู้คนไปเที่ยวตามชายทะเลกันมากกว่าปกติ เพราะการไปเที่ยวทะเล จะได้รับความสนุกสนาน จากการลงว่ายน้ำ เล่นสกีหรือลงเรือใบ</p> <p>การแข่งกีฬาทางน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่ง ได้แก่ การแข่งเรือใบ และถ้าเราต้องการเล่นเรือใบต้องไปเที่ยวแถบ .....</p>                                                                      | <p>ก.26</p> <p>น้ำ<br/>(หรือทางเรือ)</p>                    |
| <p>ก.28</p> <p>กีฬาทางน้ำที่ให้ประโยชน์และความบันเทิงแก่นักเล่น ได้แก่</p> <p>1. .... 2. .... 3. ....</p>                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>ก.27</p> <p>ชายทะเล</p>                                  |
| <p>ก.29</p> <p>การไปพักผ่อนตามชายทะเลหรือบริเวณที่มีแหล่งน้ำ จะทำให้โลกเป็นที่น่าสนใจสำหรับเรา เพราะตามปกติน้ำร้อนขึ้นและเย็นลงช้ากว่าพื้นดิน ดังนั้น ในฤดูร้อนลมพัดจากแหล่งน้ำซึ่งเย็นกว่ามายังพื้นดินที่ร้อนจัด ทำให้พื้นผิวดินเย็นลง และในฤดูหนาวลมที่พัดจากแหล่งน้ำซึ่งอุ่นกว่าชั้นบน ทำให้ผิวดินอบอุ่นขึ้น</p> <p>ในฤดูร้อนประชาชนนิยมไปพักผ่อนตากอากาศแถบ .....</p> | <p>ก.28</p> <p>1. การแข่งเรือ<br/>2. สกี<br/>3. ว่ายน้ำ</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <p>ก.30</p> <p>พื้นที่บริเวณใดที่อยู่ติดกับทะเลทั้งสองด้าน จะได้รับลมเย็นจากทะเลมีฝนตกชุก อากาศเย็นสบาย ไม่มีฤดูหนาว</p> <p>ภาคใดของประเทศไทยไม่มีฤดูหนาว เพราะมีพื้นที่ทั้งด้านตะวันออก และตะวันตกอยู่ติดกับ .....</p>                                                                                                                                     | <p>ก.29</p> <p>ชายทะเล</p>              |
| <p>ก.31</p> <p>ตามป่า เขา ที่มีน้ำตก นอกจากจะให้ความสวยงามตามธรรมชาติแล้ว ยังนับได้ว่าเป็นสถานที่พักผ่อนให้ความสํารายพักผ่อน การค้นพบน้ำตกแห่งใหม่ ๆ เป็นการเพิ่มสถานที่ท่องเที่ยวขึ้นมาอีก</p> <p>นอกจากชายทะเลแล้ว น้ำตกก็เป็นแหล่งน้ำสำคัญ เพราะเราได้อาศัยเป็นสถานที่ .....</p>                                                                         | <p>ก.30</p> <p>ทะเล</p>                 |
| <p>ก.32</p> <p>ตามปกติจะมีสารละลายต่าง ๆ ปะปนอยู่ในน้ำเสมอ ในน้ำบางชนิดที่เราเรียกว่า "น้ำแร่" นั่นก็เพราะมีสารหรือเกลือแร่บางชนิดละลายปนอยู่ แร่ธาตุที่ละลายปนอยู่นี้บางชนิดทำให้น้ำแร่มีคุณสมบัติใช้รักษาโรคผิวหนัง หรือโรคภายในบางอย่างได้</p> <p>น้ำธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วไปนั้น เราใช้ดื่มและชำระล้างเท่านั้น แต่ ..... สามารถใช้รักษาโรคผิวหนังได้</p> | <p>ก.31</p> <p>พักผ่อนและท่องเที่ยว</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <p>ก.33</p> <p>น้ำแร่เกิดจากน้ำฝนที่ละลายเอาสารที่มีอยู่ในดิน ในหินปูนออกมา (บางแห่งก็อยู่ใกล้กับแหล่งแร่) และมักจะไหลพุ่งขึ้นมาเป็นน้ำพุ น้ำพุบางแห่งก็ร้อนจัด บางแห่งก็อุ่น บางแห่งก็เย็น น้ำพุเหล่านี้มีกลิ่นกำมะถันฉุนมาก</p> <p>น้ำพุที่ไหลพุ่งขึ้นมาจากใต้ดิน จึงถือว่าเป็น .....</p>                                                                                                                                                                                                                                              | <p>ก.32</p> <p>น้ำแร่</p> |
| <p>ก.34</p> <p>ที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี มีบ่อน้ำร้อนซึ่งผู้คนทั่วไปเที่ยวมักจะอาบนำจากบ่อนี้ ความความเชื่อที่ว่าจะรักษาโรคบางชนิดได้นั้นเอง ฉะนั้น น้ำที่ได้จากบ่อน้ำร้อน จังหวัดชลบุรี ก็คือ .....</p> <p>นั่นเอง</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>ก.33</p> <p>น้ำแร่</p> |
| <p>ก.35</p> <p>น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ เราใช้น้ำในโรงงานอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท ในการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ สิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึง คือ น้ำ ซึ่งคนงานจะได้ใช้อุปโภคบริโภค และใช้ในขบวนการต่าง ๆ ของอุตสาหกรรมนั้น ๆ เช่น โรงงานทำกระดาษ โรงงานย้อมผ้า โรงงานฟอกหนัง โรงงานบางแห่งใช้พลังงานจากน้ำโดยตรง เช่น พลังน้ำไหล พลังน้ำตกผลิตไฟฟ้าขึ้นใช้เอง บางโรงงานต้องใช้ทางน้ำเป็นทางคมนาคมและทางขนส่งอีกด้วย</p> <p>โรงงานที่ต้องอาศัยน้ำในขบวนการผลิตสินค้า มีอยู่หลายประเภท ได้แก่ .....</p> <p>.....</p> | <p>ก.34</p> <p>น้ำแร่</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <p>ก.36</p> <p>นอกจากจะใช้น้ำในขบวนการของอุตสาหกรรมนั้น ๆ แล้ว โรงงานบางแห่งก็อาศัยพลังงานจากน้ำโดยตรง เช่น พลังน้ำไหล พลังน้ำตกผลิตไฟฟ้าขึ้นใช้เอง</p> <p>ดังนั้น จึงนับได้ว่าน้ำเป็นแหล่ง .....</p>                                                                                | <p>ก.35</p> <p>โรงงานย้อมผ้า</p> <p>โรงงานทำกระดาษ</p> <p>โรงงานฟอกหนัง</p> |
| <p>ก.37</p> <p>โรงงานที่ตั้งอยู่ตามริมฝั่งแม่น้ำ ลำคลอง นอกจากจะใช้น้ำในขบวนการต่าง ๆ ของอุตสาหกรรมนั้น ๆ แล้ว ยังใช้ทางน้ำในการ .....</p>                                                                                                                                           | <p>ก.36</p> <p>พลังงาน</p>                                                  |
| <p>ก.38</p> <p>เนื่องจากน้ำเป็นของไหล เมื่อน้ำเกิดการเคลื่อนที่จะมีพลังงาน ทำให้เราได้พลังงานจากน้ำไปหมุนกังหันผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการดำรงชีวิตของเรามาก เช่น ให้แสงสว่าง ความร้อนในการหุงต้ม และกระแสไฟฟ้านี้ ยังนำไปใช้ในการอุตสาหกรรมอย่างอื่นอีกด้วย</p> | <p>ก.37</p> <p>คมนาคมและขนส่ง</p>                                           |
| <p>ก.39</p> <p>ปัจจุบันการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทยส่วนใหญ่ได้มาจาก</p> <p>ก. เครื่องจักรกังหัน                      ข. ถ่านหินลิกไนต์</p> <p>ค. พลังน้ำจากเขื่อน                      ง. พลังแสงอาทิตย์</p>                                                                         |                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <p>ก.40</p> <p>เมื่อเราเห็นแล้วว่า น้ำมีประโยชน์แก่เราอย่างมากก็จำเป็น<br/>       ต้องมีการสงวนรักษา ถึงแม่น้ำเป็นทรัพยากรที่หมุนเวียนได้ แต่เราก็<br/>       จำเป็นต้องใช้น้ำอย่างประหยัด รักษาน้ำให้สะอาด มีใช้ตลอดไปทุก<br/>       ฤดูกาล และใช้ได้ประโยชน์คุ้มค่า</p> <p>การใช้น้ำอย่างประหยัด และรักษาแหล่งน้ำให้สะอาด<br/>       นับได้ว่ามีส่วนช่วยในการ .....</p> | <p>ก.39</p> <p>ข้อ ค.</p>                                  |
| <p>ก.41</p> <p>น้ำเป็นสิ่งที่เราใช้ไม่รู้จักหมด เพราะน้ำที่ระเหยจากผิวโลก<br/>       จะกลายเป็นฝนตกลงมายังโลกอีก และน้ำที่สภาพเสื่อมแล้วยังสามารถ<br/>       ปรับปรุงให้คืนดีได้ จึงเรียกน้ำว่าเป็นทรัพยากรประเภท .....</p>                                                                                                                                               | <p>ก.40</p> <p>สงวนรักษาน้ำ</p>                            |
| <p>ก.42</p> <p>น้ำที่ตกลงมายังพื้นโลกนั้น ถ้าฝนตกลงสู่ทะเลหรือมหาสมุทร<br/>       เราจะไม่ได้รับประโยชน์จากน้ำเค็มที่ จึงควรปลูกป่าไม้ไผ่บ้าง หรือ<br/>       สงวนป่าไว้ จะช่วยสงวนน้ำได้เป็นอย่างดี</p> <p>วิธีหนึ่งที่เราจะสงวนน้ำไว้ให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่คือ<br/>       .....</p>                                                                              | <p>ก.41</p> <p>หมุนเวียน</p>                               |
| <p>ก.43</p> <p>บริเวณที่มีป่าไม้หนาแน่น อากาศบริเวณนั้นจะชุ่มชื้นและมี<br/>       ฝนตก แต่ถ้าเราถางป่า เผาป่า จนทำให้ภูเขาโล้น ดังที่เป็นอยู่ใน<br/>       ปัจจุบันนี้แล้ว ฝนจะตกน้อยลง ทำให้ขาดแคลนน้ำ</p> <p>ดังนั้น ภูมิประเทศในแถบที่มีป่าไม้มากจะทำให้มี .....<br/>       ชุกตลอดปี</p>                                                                              | <p>ก.42</p> <p>การปลูกป่าไม้<br/>       หรือสงวนป่าไม้</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p>ก.44</p> <p>ชาวเขาซึ่งย้ายที่พำนักน้อย ๆ โดยการถางป่าทำไร่ไปเรื่อย ๆ ที่เรียกกันว่า การทำไร่เลื่อนลอยนั้น ย่อมเป็นการทำลายป่าไม้มั้ย</p> <p>การทำลายป่าของชาวเขาจะมีผลทำให้<u>ฝนตกมากขึ้น</u>หรือน้อยลง ตอบ .....</p>                                                                                                                 | <p>ก.43</p> <p>ฝนตก</p>       |
| <p>ก.45</p> <p>ป่าไม้เป็นแหล่งสำคัญที่จะทำให้เกิดฝนตก สำหรับชาวผู้พังของพืชที่ทับถมกันนั้น จะช่วยกักซึมน้ำให้ลงไปที่ดิน ทำให้ปริมาณน้ำฝนที่ไหลลงไปสู่ห้วยหรือลำธารที่ละน้อย เป็นการช่วยควบคุมมิให้เกิดน้ำท่วม และยังช่วยให้แม่น้ำลำธารมีน้ำสม่ำเสมอ</p> <p>การที่จะรักษาแหล่งต้นน้ำ ลำธาร ให้มีน้ำสม่ำเสมอตลอดปี จะทำได้โดยการ .....</p> | <p>ก.44</p> <p>น้อยลง</p>     |
| <p>ก.46</p> <p>ในขณะฝนตกหรือน้ำไหลบ่ามาจากที่สูง ป่าไม้จะช่วยกักซึมน้ำไว้ในดิน ทำให้มีน้ำอยู่ใต้ดิน พอถึงฤดูแล้งน้ำจากใต้ดินก็จะค่อยซึมไปรวมกันในลำธารต่าง ๆ จึงพูดได้ว่า <u>ป่าไม้เป็นต้นน้ำลำธาร</u> ทำให้มีน้ำใช้ตลอดปี</p> <p>ฉะนั้น ถ้าทำลายป่าไม้หมดไป ก็เท่ากับทำลาย .....</p> <p>.....</p>                                       | <p>ก.45</p> <p>สงวนป่าไม้</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <p>ก.47</p> <p>ประเทศไทยเรานี้ น้ำที่ใ้บริโภคอุปโภค หรือทำการเกษตร ส่วนใหญ่ได้มาจากน้ำฝน เนื่องจากแต่ละภาคของประเทศไทยมีฝนตก มากน้อยต่างกัน และมีลักษณะภูมิประเทศต่างกัน จึงเป็นเหตุให้เกิด การขาดแคลนนํ้าขึ้นได้ ภาคที่มีฝนตกน้อย ย่อมจะขาดแคลนนํ้าอยู่เสมอ จะต้องหาวิธีกักตุนน้ำไว้ใช้ ดังเช่น ได้มีการสร้างอ่างเก็บน้ำไว้ใน ภาคอีสานเป็นจำนวนมาก</p> <p>ประเทศไทยมีการขาดแคลนนํ้าอยู่เสมอ ซึ่งมักจะเกิดขึ้น ทางภาค ..... ทั้งนี้ เป็นเพราะ .....</p> | <p>ก.46</p> <p>ต้นน้ำลำธาร</p>           |
| <p>ก.48</p> <p>ภูมิประเทศทางภาคอีสานเป็นที่ราบสูง ดินปนทราย ซึ่ง เป็นผลทำให้มีการขาดแคลนนํ้า</p> <p>ภาคอีสานจำเป็นต้องหาวิธีกักตุนน้ำฝนที่ตกลงมาเอาไว้ ให้มีน้ำค้มน้ำไว้ในฤดูแล้ง ด้วยการสร้าง .....</p>                                                                                                                                                                                                                                                | <p>ก.47</p> <p>อีสาน</p> <p>ฝนตกน้อย</p> |
| <p>ก.49</p> <p>น้ำที่เราักเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำ หรือตามเขื่อนต่าง ๆ เราได้มาจาก ..... นั่นเอง</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>ก.48</p> <p>อ่างเก็บน้ำ</p>           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <p>ก.50</p> <p>ภูมิประเทศทางภาคเหนือของประเทศไทยเป็นที่สูง เวลาฝนตกน้ำจะไหลโลกรกลงสู่ที่ต่ำอย่างรวดเร็ว หรือภูมิประเทศซึ่งเป็นที่ลุ่มมีระดับใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลมาก เช่น ภูมิประเทศที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา เมื่อฝนตกลงมาก็จะมีทางให้น้ำฝนไหลบาลงสู่ทะเลได้โดยง่าย ภาคที่มีภูมิประเทศดังกล่าวจึงเกิดขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง จึงต้องป้องกันมิให้น้ำขาดแคลน โดยสร้างฝายประตระบายน้ำ หรือเขื่อนกันขวางทางน้ำ เพื่อกักกั้นน้ำไว้ให้ชลอไหลเขาไปหล่อเลี้ยงเรือสวนไร่นา และประชาชนได้ใช้ประโยชน์มากที่สุด</p> <p>ภูมิประเทศซึ่งเป็นที่สูง น้ำฝนจะไหลลงสู่ที่ต่ำอย่างรวดเร็ว เราจะมีวิธีกักเก็บน้ำไว้ใช้โดยการสร้าง ..... กันขวางลำน้ำ</p> | <p>ก.49</p> <p>น้ำฝน</p>         |
| <p>ก.51</p> <p>ภาคเหนือของประเทศไทยถึงแม้จะมีฝนตกมาก แต่ภูมิประเทศเป็นที่สูง น้ำฝนก็จะไหลลงสู่ที่ต่ำอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำได้ ฉะนั้น การสร้าง ..... จะช่วยป้องกันการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>ก.50</p> <p>เขื่อน</p>        |
| <p>ก.52</p> <p>เขื่อน คือ ท่ำนที่สร้างขวางลำน้ำ เพื่อท่น้ำให้มีระดับสูงขึ้น แต่มีช่องหรือประตูปิดเปิด เพื่อระบายน้ำที่เกินต้องการออกมา โดยจะสร้างขึ้นในลำน้ำใหญ่</p> <p>ฝาย คือ ท่ำนขนาดเล็กที่สร้างขวางลำน้ำ เพื่อท่น้ำ โดยให้น้ำที่เกินความต้องการไหลล้นข้ามไป</p> <p>ฉะนั้น การสร้างเขื่อนหรือฝาย มีจุดมุ่งหมายสำคัญอันเดียวกัน คือ .....</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>ก.51</p> <p>เขื่อนหรือฝาย</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <p>ก.53</p> <p>การสงวนรักษาน้ำเอาไว้ให้เพียงพอแก่การเพาะปลูก นับเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับประเทศกสิกรรม กิจกรรมชลประทาน เป็นวิธีที่จะช่วยจัดสภาพน้ำให้กับพื้นที่เพื่อผลิตผลทางกสิกรรม ถ้า น้ำฝนที่ตกลงมามีจำนวนไม่เพียงพอ ไม่ตกตามฤดูกาล หรือตกลง มาแล้วไม่สามารถกักเก็บไว้ใช้อย่างเหมาะสม</p> <p>การสร้าง ..... กักเก็บน้ำไว้เป็นกิจการชลประทาน ที่จะจัดหาน้ำไว้ใช้ในด้านการ .....</p>                                                                           | <p>ก.52</p> <p>กักเก็บน้ำ</p>                           |
| <p>ก.54</p> <p>ในบริเวณพื้นที่ที่เป็นที่ลุ่ม พอถึงฤดูฝนก็จะมีน้ำขังอยู่มาก มนุษย์จึงหาวิธีที่จะกั้นน้ำเอาไว้ให้เกิดเป็นหนองหรือบึงใหญ่ ซึ่ง เรียกว่า <u>อ่างเก็บน้ำ</u></p> <p>ดังนั้น บริเวณที่ลุ่มที่มีน้ำขังอยู่มากพอในฤดูฝน เราจะมี วิธีสงวนน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง โดยการสร้าง .....</p>                                                                                                                                                                    | <p>ก.53</p> <p>เขื่อน</p> <p>การเกษตร (หรือกสิกรรม)</p> |
| <p>ก.55</p> <p>การสร้างเขื่อน สร้างฝาย อ่างเก็บน้ำ ก็เป็นวิธีสงวนน้ำ อีกวิธีหนึ่งเพื่อกักเก็บน้ำไว้ในขณะที่มีน้ำมาก แล้วระบายไปใช้ ในการเพาะปลูก และเก็บน้ำไว้ในฤดูที่ฝนไม่ตก ทำให้มีน้ำใช้ ตลอดปี</p> <p>เขื่อนสร้างเขื่อนขวางลำน้ำจะทำให้บริเวณเหนือเขื่อนเกิด เป็นอ่างกักเก็บน้ำที่จะช่วยป้องกันไม่ให้น้ำระบายออกไปมากเกินไป จนถึงกับน้ำท่วม และยังได้ใช้พลังน้ำ ไปทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้า นอกจากนั้น ยังใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงและเพาะพันธุ์ปลาอีกด้วย</p> | <p>ก.54</p> <p>อ่างเก็บน้ำ</p>                          |

ก.56

การสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำให้ประโยชน์หลายอย่าง คือ

1. .... 2. ....
3. .... 4. ....

ก.57

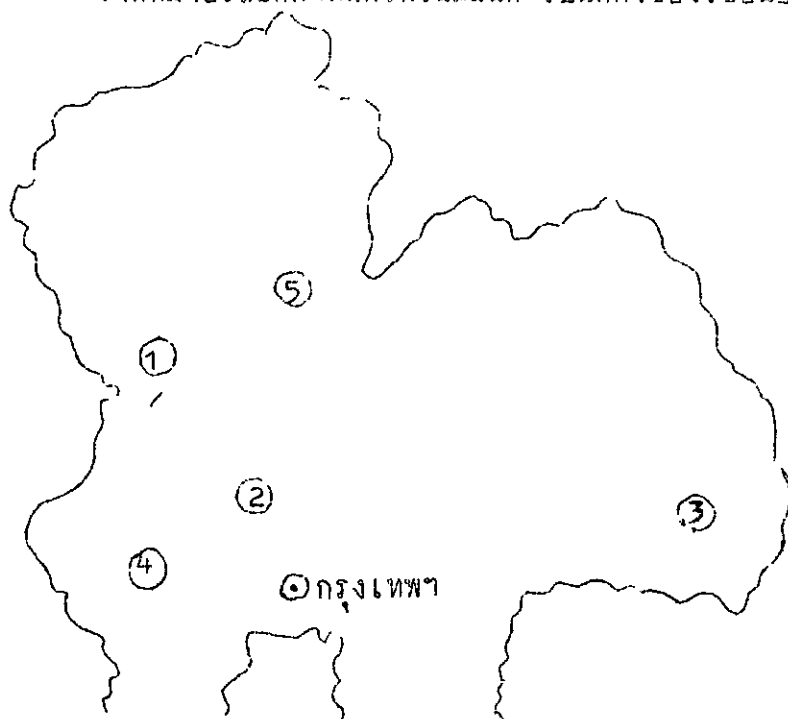
ประเทศไทยมีเขื่อนกักเก็บน้ำอยู่หลายแห่ง เช่น เขื่อนภูมิพล  
ที่จังหวัดตาก เขื่อนสิริกิติ์ ที่จังหวัดอุตรดิตถ์ เขื่อนวชิราลงกรณ  
ที่จังหวัดกาญจนบุรี เขื่อนสิรินธรที่จังหวัดอุบลราชธานี เขื่อน  
อุบลรัตน์ที่จังหวัดขอนแก่น เขื่อนจุฬาภรณ์ที่จังหวัดชัยภูมิ เขื่อน  
เจ้าพระยาที่จังหวัดชัยนาท เราได้ไฟฟ้าพลังน้ำจากเขื่อนเหล่านี้  
เกือบทุกเขื่อน ยกเว้นเขื่อนเจ้าพระยาซึ่งมุ่งเพื่อการเกษตรโดยตรง

ก.56

เก็บน้ำไว้เพาะปลูก  
ป้องกันน้ำท่วม  
ผลิตกระแสไฟฟ้า  
เพาะพันธุ์ปลา

ก.58

จากหมายเลขที่กำหนดไว้ในแผนที่ เป็นที่ตั้งของเขื่อนอะไรบ้าง



1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ก.59</p> <p>การสร้างเขื่อนเพื่อกักเก็บน้ำเอาไว้ นั้น จะมีผลทำให้<br/>ได้แรงจากน้ำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า<br/>จากหมายเลขที่กำหนดให้ในแผนที่ของกรอบที่ 58 เขื่อนใดที่ไม่<br/>ผลิตกระแสไฟฟ้า ตอบ .....</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>ก.58</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เขื่อนภูมิพล</li> <li>2. เขื่อนชัยนาท</li> <li>3. เขื่อนสิรินธร</li> <li>4. เขื่อนวชิราลงกรณ์</li> <li>5. เขื่อนสิริกิติ์</li> </ol> |
| <p>ก.60</p> <p>การสงวนรักษาน้ำอีกวิธีหนึ่งก็คือ การรักษาน้ำให้สะอาด<br/>ในปัจจุบัน น้ำในแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง กำลังสกปรก บางแห่ง<br/>เน่าเหม็นจนปลาทาย ที่เป็นเช่นนี้ เพราะมีคนมักถ่าย ขี้ขยะ ซากพืช<br/>ซากสัตว์ ปล่อยน้ำโสโครก ปล่อยอุจจาระปัสสาวะลงในน้ำ การกระทำ<br/>เช่นนี้ นอกจากทำให้น้ำเน่าเหม็นใช้ประโยชน์ไม่ได้แล้ว ยังทำให้<br/>แม่น้ำตื้นเขิน ซึ่งมีผลทำให้น้ำท่วมใดตอนที่ฝนตกหนัก เพราะน้ำ<br/>ระบายออกไม่ทัน</p> <p>การที่เราไม่ทิ้งขยะมูลฝอยลงในแม่น้ำ ลำคลองใกล้บ้าน<br/>นับได้ว่ามีส่วนช่วยในการ .....</p> | <p>ก.59</p> <p>หมายเลข 2<br/>หรือเขื่อนชัยนาท</p>                                                                                                                                          |
| <p>ก.61</p> <p>การที่คนมักถ่ายสิ่งปฏิกูลลงน้ำ จะทำให้น้ำ .....<br/>นำมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ และยังทำให้แม่น้ำ ลำคลอง .....</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>ก.60</p> <p>สงวนรักษาน้ำ</p>                                                                                                                                                            |
| <p>ก.62</p> <p>การทำให้น้ำสกปรกนอกจากจะก่อให้เกิดการขาดแคลนน้ำแล้ว<br/>น้ำสกปรกยังเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคอีกด้วย</p> <p>ฉะนั้น เราจึงควรช่วยกันป้องกันมิให้แหล่งน้ำ .....</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>ก.61</p> <p>สกปรก<br/>ตื้นเขิน</p>                                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <p>ก.63</p> <p>ความสกปรกของน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง จะทำให้น้ำขาดออกซิเจน หรือมีออกซิเจนน้อย สิ่งมีชีวิตใช้ออกซิเจนในการหายใจ เมื่อน้ำขาดออกซิเจนจะมีผลทำให้ ..... ตาย</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>ก.62</p> <p>สกปรก</p>                                      |
| <p>ก.64</p> <p>ตามที่เคยมีข่าวว่าปลาในแม่น้ำแม่กลอง ตายลอยเต็มแม่น้ำ ก็เพราะน้ำในแม่น้ำแม่กลองสกปรก ออกซิเจนในน้ำน้อยลง เนื่องจากโรงงานปล่อยน้ำเสียลงไป</p> <p>ผลเสียของการมีโรงงานตั้งอยู่ริมแม่น้ำก็คือ .....</p>                                                                                                                                                                                                                             | <p>ก.63</p> <p>ปลาและสัตว์น้ำต่าง ๆ</p>                       |
| <p>ก.65</p> <p>น้ำเป็นทรัพยากรหมุนเวียนที่มีความสำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งตามความเป็นจริงแล้ว ปริมาณของน้ำที่หมุนเวียนอยู่ในวัฏจักร ย่อมมีปริมาณคงที่อยู่เสมอ ถ้าเรารักษาและสงวนน้ำอย่างดี เราก็จะมีน้ำเหลือเพื่อ แต่เนื่องจากทุกวันนี้ ยังมีคนเห็นแก่ตัว มักง่ายอยู่มาก จึงทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำ ดังนั้น เราจำเป็นต้องหาแนวทางอย่างประหยัดและใช้อย่างฉลาด</p> <p>นักเรียนคิดว่าการสงวนรักษาแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่มีอยู่เป็นหน้าที่ของใคร? ตอบ .....</p> | <p>ก.64</p> <p>โรงงานปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำ (ทำให้น้ำสกปรก)</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>ก.65</p> <p>ประชาชนทุกคน</p>                               |

ภาคผนวก ค.  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง แหล่งน้ำบนพื้นโลก

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จำนวน 50 ข้อ

เวลา 1 ชั่วโมง

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การที่เราเรียกน้ำว่าเป็นน้ำในแม่น้ำลำคลอง น้ำใต้ดิน และน้ำในมหาสมุทร เราใช้ชื่ออะไร เป็นเกณฑ์ในการจัดแบ่งดังกล่าว ?

- ก. สีของน้ำ
- ข. รสของน้ำ
- ค. ปริมาณของน้ำ
- ง. สถานที่ที่น้ำอยู่
- จ. ความบริสุทธิ์ของน้ำ

2. ถ้าเปรียบเทียบระหว่างพื้นน้ำกับพื้นดินบนผิวโลกแล้ว จะมีพื้นน้ำอยู่ประมาณเท่าใด ?

- ก. 1 ใน 4 ส่วน
- ข. 2 ใน 4 ส่วน
- ค. 3 ใน 4 ส่วน
- ง. 1 ใน 5 ส่วน
- จ. 2 ใน 5 ส่วน

3. น้ำในธรรมชาติชนิดใดที่มีสภาพคล้ายน้ำกลั่น

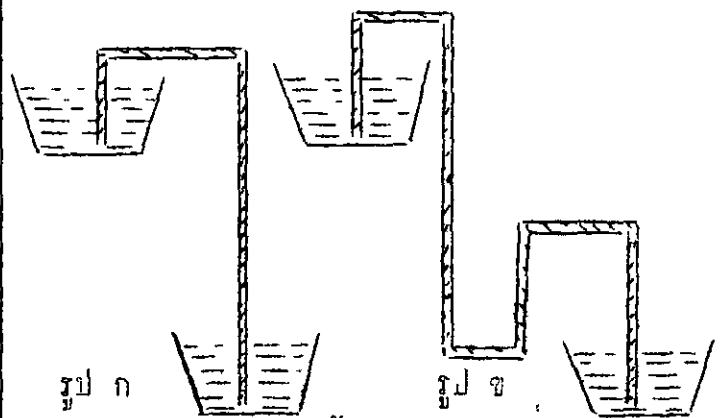
- ก. น้ำพุ
- ข. น้ำค้าง
- ค. น้ำบ่อ
- ง. น้ำแร่
- จ. น้ำบาดาล

4. การที่แร่ธาตุละลายปนอยู่ในน้ำทะเล ให้ประโยชน์ต่อมนุษย์ในข้อใด ?

- ก. วายน้ำทะเลได้สะดวก
- ข. ทำให้มีสัตว์น้ำชุกชุม
- ค. ทำให้ชายทะเลไม่มีมียุง
- ง. ทำให้เกิดอาชีพเพิ่มขึ้น
- จ. ทำให้น้ำทะเลไม่เหือดแห้ง

5. น้ำจากแหล่งใดไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางเกษตรกรรม ?

- ก. น้ำทะเล
- ข. น้ำแม่น้ำ
- ค. น้ำบาดาล
- ง. น้ำคลอง
- จ. น้ำบ่อ



รูป ก

รูป ข

จากรูป จงตอบคำถามข้อ 6 - 8

6. การไหลของน้ำในรูป ก เนื่องมาจากอะไร ?

- ก. รุกขผลเล็ก
- ข. ความหนักของน้ำ
- ค. ระดับน้ำต่างกัน
- ง. จำนวนน้ำต่างกัน
- จ. ความกดของอากาศต่างกัน

7. ถาหลอดโค้งรูป ก เปลี่ยนเป็นหลอดตรงครึ่งรูป ข จะเป็นอย่างไร ?

- ก. น้ำไหลช้าลง
- ข. น้ำไหลเร็วขึ้น
- ค. น้ำไม่ไหลเลย
- ง. น้ำจะไหลย้อนกลับ
- จ. น้ำไหล ๆ หยุด ๆ

8. ถาต้องการให้น้ำในรูป ก และ ข ไหลแรงกว่าเดิม ควรทำอย่างไร ?

- ก. ดึงสายให้ตรง
- ข. ยกถังล่างให้สูงขึ้น
- ค. ยกถังบนให้สูงขึ้น
- ง. เปลี่ยนหลอดใหญ่ขึ้น
- จ. เปลี่ยนถังบนให้ใหญ่มา ๆ

9. ข้อใดที่เหมือนการทดลองตั้งภาพ ?

- ก. เชื้อน
- ข. น้ำพุ
- ค. ถังรองน้ำ
- ง. อ่างเก็บน้ำ
- จ. การประปา

10. ทางภาคเหนือเต็มไปด้วยป่าและภูเขา แต่ภาคกลางเป็นที่ราบลุ่ม เราจะพบความจริงอย่างไร ?

- ก. ภาคเหนือขาดแคลนน้ำ
- ข. ภาคกลางน้ำท่วมทุกปี
- ค. ภาคเหนือเป็นแหล่งคนน้ำ
- ง. ภาคเหนือต้องสร้างอ่างเก็บน้ำ
- จ. ภาคเหนือใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำตก

11. พลังงานน้ำตกสามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า ได้ เพราะคุณสมบัติข้อใด ?

- ก. น้ำถูกอัดให้แน่นจะเกิดแรง
- ข. น้ำเปลี่ยนสถานะปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ค. น้ำยอมไหลจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำเสมอ
- ง. น้ำยอมไหลจากทิศเหนือไปสู่ทิศใต้
- จ. น้ำเป็นสสารอย่างหนึ่งจึงทำงานได้

12. อะไรเป็นตัวการทำให้น้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง ?

- ก. การควบแน่น
- ข. การระเหยของน้ำ
- ค. การเปลี่ยนแปลงของอากาศ
- ง. ความร้อนและความเย็น
- จ. ปริมาณของน้ำในแหล่งต่าง ๆ

13. น้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ?

- ก. ฝน - น้ำ - เมฆ - ไอ
- ข. เมฆ - ฝน - น้ำ - ไอ
- ค. ไอ - ฝน - น้ำ - เมฆ
- ง. เมฆ - น้ำ - ไอ - ฝน
- จ. ฝน - ไอ - น้ำ - เมฆ

14. น้ำฝนเปลี่ยนสถานะเป็นไอ จะมีปริมาตรเป็นอย่างไร ?

- ก. ปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ข. ปริมาตรลดลง
- ค. ปริมาตรเท่าเดิม
- ง. ปริมาตรอาจลดลงหรือเท่าเดิม
- จ. ปริมาตรอาจเพิ่มขึ้นหรือเท่าเดิม

15. ทักทายว่าน้ำคงอยู่ใดทั้ง 3 สถานะ หมายถึง ข้อใด ?

- ก. เป็นเมฆ เป็นไอน้ำ เป็นหยดน้ำ
- ข. เป็นของแข็ง ของเหลว ก๊าซ
- ค. เป็นก๊าซ เป็นน้ำแข็ง เป็นเมฆ
- ง. เป็นไอน้ำ เป็นลูกเห็บ เป็นหิมะ
- จ. เป็นหิมะ เป็นน้ำแข็ง เป็นไอน้ำ

16. การหมุนเวียนเปลี่ยนสถานะของน้ำธรรมชาติ ช่วยให้เกิดผลในข้อใด ?

- ก. น้ำสะอาดมากขึ้น
- ข. น้ำสะอาดเท่าเดิม
- ค. น้ำไม่หมดไปจากโลก
- ง. น้ำทะเลเค็มน้อยลง
- จ. น้ำมีการถ่ายเทอยู่เสมอ

17. ในการบรรจุโซดาลงขวด จะเหลือที่ว่างไว้เล็กน้อยเพื่ออะไร ?

- ก. สำหรับอัดก๊าซ
- ข. น้ำขยายตัวเมื่อกลายเป็นน้ำแข็ง
- ค. ป้องกันน้ำหกเวลาเปิดฝาขวด
- ง. ให้อากาศภายในมีแรงดันอยู่บ้าง
- จ. ให้อากาศขยายตัวเมื่อถูกความร้อน

18. ของแข็งที่ละลายน้ำได้ คือ ข้อใด ?

- ก. ดิน - หิน
- ข. แป้ง - น้ำตาล
- ค. ด่างทับทิม - ปูนขาว
- ง. เกลือ - สารส้ม
- จ. ผงชอล์ก - ดินสอพอง

19. สารอะไรที่ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายในน้ำมันก๊าดได้ ?

- ก. จุนสี
- ข. ดีเกลือ
- ค. พรอท
- ง. กำมะถัน
- จ. เทียนไข

20. การทำน้ำเชื่อมมักจะต้มน้ำให้ร้อนเสียก่อนเพื่ออะไร ?

- ก. เพื่อให้น้ำงวดลงอย่างรวดเร็ว
- ข. เพื่อให้น้ำเชื่อมมีรสหวานหอม
- ค. เพื่อให้สารเจือปนตกตะกอน
- ง. เพื่อให้น้ำตาลละลายได้เร็วขึ้น
- จ. เพื่อให้น้ำเชื่อมมีสีสวยน่ารับประทาน

21. เมื่อเราใส่เกลือลงไปใ้ในน้ำจนกระทั่งเกลือไม่ละลายอีกต่อไป สารละลายที่ได้เรียกว่าอะไร ?

- ก. สารละลายเจือจาง
- ข. สารละลายเข้มข้น
- ค. สารละลายอิ่มตัว
- ง. สารละลายตกผลึก
- จ. สารละลายของเกลือ

22. เราจะสังเกตได้อย่างไรว่าน้ำที่ใช้เป็นน้ำกระด้าง ?

- ก. ใส่แต่มีกลิ่น
- ข. เวลาต้มมีรสฝาด
- ก. มีสีขาวขุ่นกว่าธรรมดา
- ง. ทำให้สบู่เป็นฟองใ้ยาก
- จ. มีหินปูนตกตะกอนอยู่มาก

23. เครื่องดื่มที่มีรสขาคคือ เพราะมีสารละลายบางชนิดอยู่มาก คืออะไร ?

- ก. คาร์บอนไดออกไซด์
- ข. สารละลายน้ำตาล
- ค. สารละลายน้ำส้ม
- ง. ไนโตรเจน
- จ. ออกซิเจน

24. เมื่อเกลือละลายน้ำ ทำไมมองไม่เห็นเกลือ ?

- ก. น้ำท่วมเกลือ
- ข. เกลือเปลี่ยนสีเหมือนน้ำ
- ค. เกลือเปลี่ยนสีและรส
- ง. เกลือนอนก้นอยู่ใ้้น้ำ
- จ. เกลือแตกออกเป็นโมเลกุล

25. จากข้อ 24 ถ้าเราจะแยกเอาส่วนที่เป็นน้ำออกมาจะทำใ้ได้โดยวิธีใด ?

- ก. ต้ม
- ข. กลั่น
- ค. กรอง
- ง. แกว่งสารส้ม
- จ. ถูกหมดทุกข้อ

26. ตะกรันที่จับตามกาน้ำ หากไปจับอยู่ตามท่อน้ำประปามากเข้า อาจจะมีเกิดอะไร ?

- ก. ท่อแตกง่าย
- ข. ท่อเกิดสนิม
- ค. ท่อสะสมไขมัน
- ง. ท่อหนาหนาทน
- จ. ท่ออุดตันน้ำไม่ไหล

27. ถ้าในชั้นของบรรยากาศที่หุ้มห่อโลก ไม่มี  
ฝุ่นละอองเลย น้ำฝนจะมีสภาพเหมือน  
อะไร ?

- ก. น้ำพุ
- ข. น้ำบ่อ
- ค. น้ำคลอง
- ง. น้ำกลั่น
- จ. น้ำบาดาล

28. ถ้าจำเป็นต้องดื่ม น้ำคลองต้องทำอย่างไร ?

- ก. ต้มให้เดือด
- ข. ต้มให้ร้อน
- ค. แกว่งสารส้ม
- ง. กรองให้ใส
- จ. ใส่ปูนตากแดดไว้

29. ข้อใดที่แสดงถึงขบวนการกรองน้ำตาม  
ธรรมชาติ ?

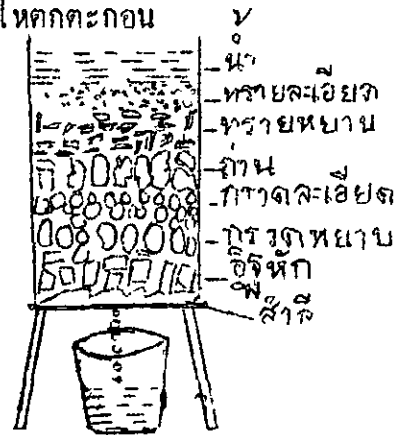
- ก. น้ำฝน
- ข. น้ำบึง
- ค. น้ำประปา
- ง. น้ำบาดาล
- จ. น้ำลำธาร

30. การแกว่งสารส้มจะเกิดผลในข้อใด ?

- ก. เชื้อโรคตาย
- ข. น้ำมีรสดีขึ้น
- ค. สารแขวนลอยตกตะกอน
- ง. น้ำที่ใสจะเป็นน้ำบริสุทธิ์
- จ. น้ำที่ใสทำให้สบู่มาก

31. ถ้าเราจะทำน้ำป็นใสในห้องวิทยาศาสตร์  
เพื่อใช้ทดลองไกวรวกเร็วโดยวิธีใด ?

- ก. ใช้เครื่องกรอง
- ข. ใช้ผ้าขาวบาง
- ค. ใช้กระดาษฟาง
- ง. ใช้กระดาษกรอง
- จ. ตั้งไว้ให้ตกตะกอน



จากภาพเครื่องกรองน้ำมีสารต่างๆ บรรจุไว้  
เป็นชั้น ๆ จงตอบคำถามข้อ 32 - 33

32. น้ำในภาชนะที่รองรับได้จะเป็นอย่างไร ?

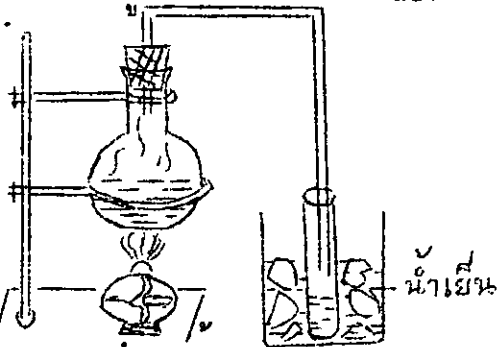
- ก. ใสขึ้น
- ข. ยังขุ่นอยู่
- ค. ใสแต่มีสี
- ง. สะอาดที่สุด
- จ. ปรากฏจากเชื้อโรค

33. ทรายที่ได้ไว้เพื่อประโยชน์อะไร ?

- ก. ช่วยดูดสีและกลิ่นออกจากน้ำ
- ข. ช่วยสกัดเชื้อโรคออกจากน้ำ
- ค. ช่วยสกัดตะกอนออกจากน้ำ
- ง. ทำให้น้ำมีม่นอย่างช้า ๆ
- จ. ถูกทั้งข้อ ค และ ง

34. น้ำประปาเหมาะที่จะใช้ดื่มและชำระล้าง เพราะมีวิธีการทำน้ำสะอาดได้อย่างไร ?

- ก. กรองแล้วนำไปกลั่น
- ข. กรองแล้วฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน
- ค. ฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนแล้วกรอง
- ง. ฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนแล้วนำไปกลั่น
- จ. พบน้ำให้ถูกแสงแดดแล้วเติมคลอรีน



35. ถ้าน้ำในคอนโทเป็นน้ำทะเล น้ำที่ได้ในหลอดทดลองจะเป็นอย่างไร ?

- ก. รสจืดสนิท
- ข. น้ำใสสกรอย
- ค. น้ำมีสีเหมือนเค็ม
- ง. น้ำใสแต่มีรสเค็ม
- จ. น้ำมีรสฝาดเล็กน้อย

36. ผลที่ได้จากการทดลองตามภาพนี้ นำไปใช้ประโยชน์ข้อใดมากที่สุด ?

- ก. ดื่ม
- ข. ยอมยา
- ค. ผสมยา
- ง. อานและชักยา
- จ. ใช้ในกิจการทั่วไป

37. สิ่งใดที่อยู่ในน้ำทะเลและประเทศไทย ได้ประโยชน์มากที่สุด ?

- ก. เกล็ดแกง
- ข. หอยมุก
- ค. ปะการัง
- ง. ไข่จระเมือก
- จ. สาหร่ายทะเล

38. ข้อใดเป็นประโยชน์ของน้ำที่มีผลถึงทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ ?

- ก. ใช้ทำน้ำประปา
- ข. สร้างเขื่อนผลิตไฟฟ้า
- ค. ใช้ดื่มและอาบในบ้านเรือน
- ง. แหล่งแร่และน้ำมันไม่หมดไป
- จ. เป็นที่อาศัยของปลาและสัตว์น้ำ

39. ในวันหนึ่งเราควรกินน้ำประมาณ 6 - 8 แก้ว ซึ่งจะเห็นได้ว่าในร่างกายเรามีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่มาก ประมาณเท่าใด ?

- ก. 1 ใน 3 ส่วน
- ข. 2 ใน 3 ส่วน
- ค. 3 ใน 4 ส่วน
- ง. 1 ใน 2 ส่วน
- จ. 1 ใน 4 ส่วน

40. โรงงานที่ตั้งอยู่ใกล้แม่น้ำจะไ้ประโยชน์  
ในข้อใด ?

ก. การก่อสร้างท่าไ้สะดวก

ข. ระบายน้ำเสียไ้สะดวก

ค. อากาศเย็นสบายเพราะไ้รับไ้มน้ำ

ง. อาศัยเป็นทางลำเลียงขนส่งสินค้าไ้

จ. การทำงานของเครื่องจักรต้องอาศัย  
แรงน้ำ

41. ที่ว่าน้ำเป็นพาหะในลำต้นพืชหมายความว่า  
ถึงข้อใด ?

ก. ลำเลียงอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของ  
ต้นไม

ข. น้ำเปรียบเสมือนการประปาของต้นไม

ค. น้ำทำให้ลำต้นของพืชสดชื่น

ง. น้ำช่วยให้ต้นไมมีสีเขียวชอุ่ม

จ. ต้นไมดูดซับเอาน้ำไว้ในลำต้น

42. น้ำธรรมชาติบางประเภทใช้ดื่มและอาบ  
ช่วยรักษาโรคบางชนิดไ้ คือข้อใด ?

ก. น้ำบ่อลึก

ข. น้ำทะเล

ค. น้ำกระดาง

ง. น้ำแร่

จ. น้ำบ่อศักดิ์สิทธิ์

43. ในภาคใดของประเทศไทยที่จำเป็นต้อง  
สร้างอ่างเก็บน้ำ ?

ก. ภาคเหนือ

ข. ภาคอีสาน

ค. ภาคกลาง

ง. ภาคใต้

จ. ทุกข้อที่กล่าวมา

44. ข้อใดไม่ช่วยในการสงวนรักษาน้ำ ?

ก. สร้างฝาย

ข. ประตุน้ำ

ค. ปลุกสร้างสวนป่า

ง. เรือแพอาศัยอยู่ในคลอง

จ. มีกฎหมายควบคุมโรงงาน

45. ข้อใด คือ จุดมุ่งหมายสำคัญของการ  
ชลประทาน ?

ก. การเกษตร

ข. การประปา

ค. การประมง

ง. คมนาคม

จ. การไฟฟ้า

46. วิธีการใดที่เป็นการช่วยให้ทางภาคเหนือ  
มีน้ำใช้อย่างพอเพียง ?

ก. อ่างเก็บน้ำ

ข. ชุกสระน้ำฝน

ค. การสร้างเขื่อน

ง. ค้นหาแหล่งน้ำตก

จ. ชุกลอกแม่น้ำให้ลึก

47. การกระทำในข้อใดที่นักเรียนไม่ควรปฏิบัติ ?
- ใช้น้ำเท่าที่จำเป็น
  - ลงชักผ้าในคลอง
  - ทิ้งใบตองห่อขนมลงคลอง
  - สูบน้ำคลองขึ้นรดต้นไม้
  - ปลูกผักบุ้งในคลองหน้าบ้าน
48. ผลพลอยได้จากการรักษาแหล่งน้ำให้สะอาด ได้แก่ ข้อใด ?
- สัตว์น้ำแพร่พันธุ์ได้
  - การคมนาคมสะดวก
  - แหล่งน้ำไม่ตื้นเขิน
  - การเกษตรได้ผลดี
  - ทำนาได้ปีละสองครั้ง
49. การสร้างเขื่อนในประเทศไทย มีความจำเป็นในด้านใดมากที่สุด ?
- พลังงานไฟฟ้า
  - การขนส่งทางน้ำ
  - ฝนไม่ตกตามฤดูกาล
  - น้ำท่วมและขาดแคลนน้ำ
  - น้ำทะเลไหลเข้ามาในแม่น้ำ
50. ถ้ามีการตัดต้นไม้บริเวณเหนือเขื่อนภูมิพลมากขึ้น อะไรน่าจะเกิดขึ้น ?
- ฝนจะไม่ค่อยตก
  - น้ำจะไหลลงสู่ตัวเขื่อนได้เร็วขึ้น
  - น้ำอาจจะท่วมในบริเวณเหนือเขื่อน
  - น้ำจะพัดพาตะกอนมาถมบริเวณเหนือเขื่อน
  - อาจจะเป็นไปได้ทุกข้อที่กล่าวมา