

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส
กับเรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ ศสวท.

ปริญญานิพนธ์
ของ
เชาวลิต ชำนาญ

- 8 88.9. 2535

เสนอขอมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กันยายน 2531
ลิขสิทธิ์เป็นขอมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

176833

176833

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปฏิญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....*ดร. วิเศษ*.....ประธาน
.....*วิเศษ*.....กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

.....*ดร. วิเศษ*.....ประธาน
.....*วิเศษ*.....กรรมการ
.....*วิเศษ*.....กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับคำแนะนำช่วยเหลือ ตลอดจน
แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จาก อาจารย์ ดร.สุทิมา วัฒนศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ราภรณ์
บุญส่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณ
เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. อาคม จันทสุนทร อาจารย์นวลจันทร์ โพทา
อาจารย์กัลยา ไกรเสม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำ อำนวยความสะดวก ตลอดจน
ให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบคุณอาจารย์จุลจักร โพพันธ์ อาจารย์वासना ศิลากร ที่ได้ให้ความ
ช่วยเหลือและสนับสนุน

ขอขอบคุณ อาจารย์อนุวัฒน์ มงคลสวัสดิ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทดลองและ
การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ อาจารย์อุทัย หนูแดง ที่ได้ให้คำแนะนำแนวทางการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ
มินิคอร์สตั้งแต่เริ่มแรกของการเขียนเค้าโครง

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอแสดงความภูมิใจ ที่ใจ ในความสำเร็จนี้ ร่วมกับคุณสวาท ชำนาญ
นางสาวสุกัญญา ชำนาญ เด็กชายปริญญ์ ชำนาญ และเด็กหญิงสุกานดา ชำนาญ ภรรยา
และบุพการีของผู้วิจัย ที่ไ้รวมพลังใจช่วยในงานอันยิ่งใหญ่ครั้งนี้สำเร็จลงได้

ทุกทานที่ทูลวอนมานี้ ผู้วิจัยขอรำลึกถึงพระคุณผู้วิจัยมีอาจดื่มเลือดเนื้อโดยตลอดชีวิต

เชาวลิต ชำนาญ

สารบัญ

บท

หน้า

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษา	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
	สมมติฐานการวิจัย	9
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	ความหมายของชุดการสอนมินิคอร์ส	11
	พัฒนาการของชุดการสอนมินิคอร์ส	12
	ลักษณะของชุดการสอนมินิคอร์ส	13
	ขั้นตอนการสร้างชุดการสอนมินิคอร์ส	15
	ส่วนประกอบในชุดมินิคอร์ส	18
	รูปแบบพื้นฐานเทคโนโลยีทางการศึกษาในชุดการสอนมินิคอร์ส	18
	กระบวนการย้อนกลับในชุดการสอนมินิคอร์ส	21
	หลักการประเมินผลชุดการสอนมินิคอร์ส	22
	การนำมินิคอร์สมาใช้ในประเทศไทย	24
	งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส	25
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ..	27
	ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	27
	ประเภทและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ...	30

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	40
เอกสาร เกี่ยวกับการสอนตามคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ของ สสวท.	44
การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์	44
วิธีสอนตามคู่มือครู สสวท.	47
3 วิธีดำเนินการวิจัย	53
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	53
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	54
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	54
วิธีดำเนินการทดลอง	63
แบบแผนการทดลอง	63
การวิเคราะห์ข้อมูล	64
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	65
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	66
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และแปลผล	66
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	66
สถิติพื้นฐานจากการทดสอบ	67
การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	70
การ เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	72
5 สรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ	75
ความมุ่งหมายของการวิจัย	75
สมมติฐานของการวิจัย	75
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	75

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	76
วิธีดำเนินการทดลอง	76
การวิเคราะห์ข้อมูล	77
ผลการทดลอง	78
อภิปรายผล	78
ข้อเสนอแนะ	80
บรรณานุกรม	84
ภาคผนวก	90

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	การวิเคราะห์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ว.101 เรื่อง บรรยากาศรอบตัวเรา	57
2	การวิเคราะห์หลักสูตรวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเฉพาะ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ชั้น ป.6	61
3	คำสั่งพื้นฐานจากการทดสอบก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	67
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐาน ทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	71
5	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	72
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐาน ทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	73
7	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	74

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 รูปแบบการจัดการสอนตามวิธีการเชิงระบบของชุดการสอนมินิคอร์ส ...	17
2 ความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อนกระบวนการผลิตที่ได้	19
3 ความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อนหลายตัวต่อหนึ่งกระบวนการของ ชุดมินิคอร์ส	19
4 การย้อนกลับของผลที่ได้ต่อปัจจัยป้อนในชุดมินิคอร์ส	20
5 วงจร I - P - O ใหญ่ของชุดการสอนมินิคอร์ส	20
6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	69

ภูมิหลัง

การจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาให้ทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสภาพการณ์ในปัจจุบัน เพราะประเทศมีความต้องการกำลังคนที่มีคุณภาพในงานพัฒนาด้านต่าง ๆ ทั้งงานเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และงานด้านบริการอื่น ๆ ดังสาระสำคัญในแผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2520 กำหนดให้รัฐส่งเสริมสนับสนุนการมัธยมศึกษาให้มีคุณภาพและเกิดความเสมอภาค จากความจำเป็นดังกล่าวการขยายโรงเรียนมัธยมศึกษาจึงเป็นนโยบายสำคัญของรัฐบาล มีการจัดตั้งโรงเรียนมัธยมศึกษาระดับอำเภอและตำบลเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก มีการพัฒนาหลักสูตรให้เหมาะสมกับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังที่กระทรวงศึกษาธิการ ได้ประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 จากการขยายโรงเรียนมัธยมศึกษาอย่างรวดเร็ว รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรใหม่ดังกล่าวได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอน ทั้งในด้านการคุณภาพการศึกษา การขาดแคลนอาคาร สถานที่ บุคลากร วัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนพฤติกรรม การสอนตามแนวของหลักสูตรใหม่ (กรมสามัญศึกษา 2526 : 21)

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 กำหนดให้เป็นวิชาบังคับที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนสัปดาห์ละ 4 คาบ ตลอดหลักสูตร 3 ปี การพัฒนาแบบเรียนและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ มีหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยเฉพาะคือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งได้จัดทำแบบเรียนและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้นใช้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศ แบบเรียนและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์เหล่านี้ พัฒนาขึ้นโดยยึดแนวการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนประกอบด้วยขั้นตอนใหญ่ ๆ 3 ขั้นตอน คือการอภิปรายปัญหา การทดลอง และการอภิปรายสรุปผลหลังการทดลอง แนวการสอนดังกล่าว เป็นการมุ่งพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและการแสวงหาความรู้จากสิ่งแวดล้อม ตลอดจนถึง
 ความเป็นผู้มีเหตุผล คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ตามหลักการของหลักสูตร วิทยาศาสตร์
 จึงเป็นวิชาพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนากำลังคนให้คุณลักษณะที่เหมาะสมตามความต้องการ
 ของประเทศ

สภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบัน ประสบปัญหาทั้งใน
 ด้านคุณภาพการศึกษาและปัญหาด้านพฤติกรรมกรรมการสอนของครู ปัญหาดังกล่าวอาจเป็นผลกระทบ
 มาจากการขาดแคลนอาคารสถานที่ บุคลากร วัสดุอุปกรณ์ อันเนื่องมาจากการขยายโรงเรียน
 อย่างรวดเร็วและการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรใหม่ดังโศกนาฏกรรมมาแล้ว จากการศึกษาวิจัยเรื่อง
 การศึกษาพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ของหลักสูตรมัธยมศึกษา
 ตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของกองวิจัยการศึกษา กรมวิชาการ โดยการสังเกตการเรียน
 การสอนจากกลุ่มตัวอย่าง 15 จังหวัด พบว่า พฤติกรรมการเรียนการสอนยังไม่เปลี่ยนแปลง
 ไปจากเดิม ครูยังต้องใช้วิธีสอนแบบยัดเยียดเป็นศูนย์กลางโดยใช้วิธีบรรยายหรืออธิบายเป็น
 ส่วนใหญ่ (กรมวิชาการ 2523 : 21) จากผลการศึกษาดังกล่าวเป็นเครื่องชี้ถึงสภาพปัญหา
 ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน จึงกล่าวได้ว่า การเรียนการสอนวิชา
 วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น การแก้ไขปัญหาดังกล่าว
 โดยวิธีเพิ่มอาคารสถานที่ บุคลากร วัสดุอุปกรณ์ ให้เพียงพอและฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์
 ให้มีประสิทธิภาพในการสอนนั้นเป็นวิธีการที่ทำโดยยาก เพราะมีข้อจำกัดในด้านงบประมาณและ
 ความเคยชินของครูที่จะใช้วิธีสอนแบบเดิม ซึ่งสะดวกสบายมากกว่า ดังนั้น วิธีการแก้ไขปัญหามีความ
 เหมาะสมและมีความเป็นไปได้ คือการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ในปัจจุบันมีนักการศึกษา ตลอดจนนิสิตนักศึกษาในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ใฝ่หาเอา
 แนวคิดด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
 ให้สูงขึ้น เช่น การใช้บทเรียนโปรแกรม บทเรียนโมดูล ฯลฯ แต่การสอนดังกล่าวมุ่งเน้น
 การเรียนรู้เป็นรายบุคคล ผู้เรียนมักขาดโอกาสในการระดมความคิดและการอภิปรายร่วมกัน
 ในการแก้ปัญหาอันเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) สื่อการสอน
 ดังกล่าว จึงไม่มีความเหมาะสมต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้น นวัตกรรมที่มีความ

เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้แก้ปัญหา จึงควรมีลักษณะเปิดโอกาสสำหรับการอภิปรายกลุ่มและ
 เน้นปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มมากกว่าการศึกษาเป็นรายบุคคล สามารถใช้สื่อการสอนได้หลายรูปแบบ
 และมีความสมบูรณ์ในตัวเองสะดวกต่อการนำมาใช้ในการสอน ซึ่งลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับ
 หลักการของชุดการสอนมินิคอร์ส ที่ เร็กซ์ เมเยอร์ (Rex Meyer) แห่งศูนย์พัฒนาการสอน
 มหาวิทยาลัยแม็คควอร์ ประเทศออสเตรเลีย เป็นผู้พัฒนาขึ้น

ชุดการสอนมินิคอร์ส (Minicourse) เป็นชุดการสอนที่มีความสมบูรณ์ในตัวเองและ
 สร้างขึ้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะทางการศึกษา หรือการฝึกอบรมในระยะเวลาอันสั้น
 มุ่งเน้นผลสำเร็จทางความรู้และทักษะต่าง ๆ ใหญ่เรียนมีส่วนร่วมและการปะทะสังสรรค์ระหว่าง
 ผู้เรียนมากที่สุด ชุดการสอนจะประกอบด้วยกิจกรรมย่อย ๆ ซึ่งแต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นโดยอาศัย
 รูปแบบเทคโนโลยีทางการศึกษาเชิงระบบ (Systems Approach) มีวงจรป้อน
 กระบวนการ และผลสัมฤทธิ์แบบลูกโซ่ (Input - Process - Output) ต่อเนื่องกันไป
 มีการใช้สื่อการสอนหลายรูปแบบโดยใหญ่เรียนได้ตอบสนองสิ่งเราและได้รับผลย้อนกลับในทันที
 (Meyer. 1978 : 1)

สำหรับประเทศไทยมีผู้นำหลักการของชุดมินิคอร์สมาพัฒนาใช้ในการเรียนการสอน และ
 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอนได้ อุตัย หนูแดง (อุตัย หนูแดง
 2526 : 107) ได้ทดลองสร้างชุดการสอนมินิคอร์สและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า
 กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ บุวดี แก้วรักษา
 (บุวดี แก้วรักษา 2527 : 53 - 81) ได้ทดลองใช้ชุดการสอนมินิคอร์สแล้วศึกษาเปรียบเทียบ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของผู้เรียน พบว่า ชุดการสอนนี้ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์
 สูงและนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยชุดการสอนมินิคอร์ส

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำหลักการของชุดการสอนมินิคอร์สมาพัฒนาให้เหมาะสมกับ
 ลักษณะเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และคาดหวังว่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาแก้ปัญหาการเรียน
 การสอนวิทยาศาสตร์ได้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เป็นแนวทางในการสอนวิทยาศาสตร์โดยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาใช้ในการเรียนการสอน
2. ชุดการสอนมินิคอร์สวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเป็นแนวทางให้ครูสนใจได้ศึกษาค้นคว้า

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปทุมพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 10 ห้องเรียน นักเรียน 500 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปทุมพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 60 คน ได้มาโดยการสุ่มดังนี้
 - 2.1 เลือกนักเรียนโดยการสุ่มแบบกลุ่มมาศึกษา 2 ห้องเรียน จากนักเรียนจำนวน 10 ห้องเรียน โดยการจับสลาก
 - 2.2 สุ่มละเพื่อแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม โดยการจับสลาก
 - 2.3 สุ่มเขาเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละ 1 กลุ่ม โดยการจับสลาก

3. ระยะเวลาในการทดลอง การทดลองครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 กลุ่มทดลองใช้เวลา 13 คาบ กลุ่มควบคุมใช้เวลา 13 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง การทดลองครั้งนี้ใช้เนื้อหาจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 (ว 101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โดยทำการทดลองในเรื่องบรรยากาศรอบตัวเรา ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังหัวข้อย่อยต่อไปนี้

- 4.1 บรรยากาศมีสมบัติอย่างไร
- 4.2 การวัดความดันอากาศ
- 4.3 บรรยากาศประกอบด้วยอะไรบ้าง
- 4.4 อะไรทำให้บรรยากาศเปลี่ยนแปลง
- 4.5 ผลที่เกิดจากอุณหภูมิของบรรยากาศแต่ละสถานที่แตกต่างกัน
- 4.6 ใช้เครื่องมืออะไรในการตรวจสอบบรรยากาศ
- 4.7 น้ำในบรรยากาศ
- 4.8 บรรยากาศสำคัญแก่สิ่งมีชีวิตอย่างไร
5. ตัวแปรที่จะศึกษา
 - 5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนซึ่งจำแนกเป็น 2 แบบ คือ
 - 5.1.1 การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส
 - 5.1.2 การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
 - 5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 5.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดการสอนมินิคอร์ส (Minicourse) หมายถึง ชุดการสอนที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบและมีความสมบูรณ์ในตัวเอง มีวัตถุประสงค์ของการเรียนที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ใดภายในระยะเวลาอันสั้น โดยกำหนดกิจกรรมเวลาและสื่อการเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจน เน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ซึ่งจัดไว้เป็นกลุ่ม มุ่งฝึกทักษะเป็นสำคัญ โดยมีครูเป็นผู้ดูแล แนะนำช่วยเหลือ ชุดการสอนมินิคอร์สมีองค์ประกอบ 7 ประการ คือ

1.1 หลักการและเหตุผล คำแนะนำ จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.2 แผนการสอนมินิคอร์ส ซึ่งกำหนดเกี่ยวกับเวลา ลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนและลักษณะกลุ่ม

1.3 กิจกรรมผู้เรียน เช่น อ่านบทเรียน ฟังเทป ทำการทดลอง อภิปราย แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม การรวมกิจกรรมภายในกลุ่ม

1.4 กิจกรรมครู เช่น ให้ความช่วยเหลือแนะนำผู้เรียน คำบรรยายสำหรับครู

1.5 การประเมินผล เช่น การทำแบบฝึกหัด การทำแบบประเมินตัวเอง การรายงานผล

1.6 เนื้อหาเสริม เช่น การจัดเอกสารความรู้ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติม

1.7 เอกสาร แผนภูมิ สื่อการสอน ฯลฯ

โดยการสร้างตามวิธีวิเคราะห์ระบบ ซึ่งแต่ละกิจกรรมของการเรียนจัดเป็นวงจรต่อเนื่องกันไปในกิจกรรมย่อย ๆ จะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ปัจจัยป้อน (Input) → กระบวนการ (Process) → ผลผลิต (Output)
 รวมหลาย ๆ กิจกรรมติดต่อกันไปเป็นลูกโซ่ แต่ละกิจกรรมสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ได้ทันที และวัดได้ว่าในแต่ละกิจกรรม ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ใดหรือไม่ภายในระยะเวลาที่กำหนดการสร้างชุดการสอนมินิคอร์สนี้มีขั้นตอนดังเราและการตอบสนอง (Stimulus - Response) เป็นหลัก และมีขั้นตอนของการวิเคราะห์ระบบในการสร้างชุดการสอนดังนี้

1. การศึกษาและกำหนดความต้องการจำเป็น
2. กำหนดเป้าหมาย
3. กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป
4. กำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ
5. สำรวจและคัดเลือกทรัพยากร
6. ออกแบบโครงการสอน
7. พัฒนาและสร้างสื่อตามกิจกรรมที่กำหนด
8. ทำการทดลองใช้
9. ปรับปรุงแก้ไข

2. การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส หมายถึง การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในกลุ่มทดลอง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการไปตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นตามคุณลักษณะและหลักเกณฑ์มินิคอร์ส ของ เร็กซ์ เมเยอร์ (Rex Meyer) ผู้เรียนจะเรียนรู้หรือเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้จากสื่อและวิธีสอนที่กำหนดไว้ในชุดการสอนมินิคอร์ส

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวัดได้จากคะแนนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์ของแผนการสอน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคล่องในการปฏิบัติงานทั้งทางร่างกายและสติปัญญา เพื่อการค้นคว้าหาความรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดออกมาเป็นคะแนนโดยใช้ข้อทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ในการวิจัยครั้งนี้หมายถึงทักษะต่าง ๆ 7 ทักษะดังนี้

4.1 ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น กาย สัมผัส เพื่อดูปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ใดอย่างละเอียด ถูกต้องและรวดเร็ว และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไร้กรายงานไปอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องของควย

4.2 ทักษะการวัด หมายถึง ทักษะในการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม และใช้เครื่องมือ นั้น ๆ ในการหาข้อมูลจากวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

4.3 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผล การสังเกต และผลการทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างมีระบบจะช่วยให้ได้หลักฐาน สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

4.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง และระยะทาง เป็นต้น

4.5 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอภิปรายข้อมูลที่ได้อยู้อย่าง มีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย และไม่เป็นการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต

4.6 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการที่รวมเอาการออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุ และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่

4.7 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุป คือความสามารถในการบอก ความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปต่าง ๆ รวมทั้งสามารถ บอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย

5. การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. หมายถึง การสอนตามขั้นตอนในคู่มือครู ซึ่ง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้น อันเป็นวิธีสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนการสอนใหญ่ ๆ 3 ขั้นตอน คือการอภิปรายก่อนการทดลอง การดำเนินการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง โดยคู่มือครูได้กำหนดจุดประสงค์ สิ่งที่จะต้องจัดเตรียม คำถาม แนวคำถาม ขั้นตอนการทดลอง ผลการทดลอง และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อเป็นแนวทาง สำหรับการสอนของครู ครูจะเป็นผู้นำเข้าสู่บทเรียน ใช้คำถามเพื่อสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหา แล้วให้นักเรียนเป็นผู้นหาหาคำตอบด้วยตนเอง จากนั้นครูจะนำอภิปรายถึงข้อมูลที่นักเรียนหาได้ และลงสรุปผลการทดลอง คู่มือนี้จะสอดคล้องกับแบบเรียนของนักเรียน ในงานวิจัย หมายถึง การสอนตามคู่มือครู เล่ม 1 เรื่อง บรรยากาศรอบตัวเรา

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยชุดการสอน
มินิคอร์สกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความแตกต่างกัน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยชุดการสอน
มินิคอร์สกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความแตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับมินิคอร์ส
 - 1.1 ความหมายของชุดการสอนมินิคอร์ส
 - 1.2 พัฒนาการของชุดการสอนมินิคอร์ส
 - 1.3 หลักการของชุดการสอนมินิคอร์ส
 - 1.4 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอนมินิคอร์ส
 - 1.5 ส่วนประกอบในชุดการสอนมินิคอร์ส
 - 1.6 พื้นฐานทางเทคโนโลยีของชุดการสอนมินิคอร์ส
 - 1.7 กระบวนการการไหลย้อนกลับของชุดการสอนมินิคอร์ส
 - 1.8 การนำชุดการสอนมาใช้ในประเทศไทย
 - 1.9 งานวิจัยเกี่ยวกับมินิคอร์ส
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ประเภทและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนตามคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ของ สสวท.
 - 3.1 การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์
 - 3.2 จุดประสงค์ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
 - 3.3 หลักการสอนวิทยาศาสตร์ของ สสวท.
 - 3.4 การผลิตสื่อการสอนของ สสวท.
 - 3.5 วิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับมินิคอร์ส

ความหมายของชุดการสอนมินิคอร์ส

เมเยอร์ (Meyer. 1978 : 1) ได้ให้ความหมายของมินิคอร์สว่าเป็นชุดการฝึกอบรมที่มีความสมบูรณ์ในตัวเองและสร้างขึ้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะทางการศึกษา หรือการฝึกอบรมในระยะเวลานั้น ชุดการสอนนี้จะเน้นผลสำเร็จทางความรู้ทักษะและการมีส่วนร่วมหรือการปะทะสังสรรค์ระหว่างผู้เรียนมากที่สุด แต่ละกิจกรรมในชุดการสอนสร้างขึ้นโดยอาศัยเทคโนโลยีทางการศึกษาเชิงระบบ (Systems Approach) ซึ่งมีปัจจัยป้อน กระบวนการและผลสัมฤทธิ์ที่ติดต่อกันไปแบบลูกโซ่ (Input-Process-Output) ซึ่งสอดคล้องกับ กรมการศึกษานอกโรงเรียน (Department of Nonformal Education. 1982 : 3) ซึ่งให้ความหมายว่า เป็นชุดฝึกอบรมที่มีความยืดหยุ่นและมีความเบ็ดเสร็จในตัวเอง ใช้สื่อและเทคนิคการสอนหลาย ๆ วิธี กำหนดจุดประสงค์ไว้ชัดเจน ใช้เวลาในการศึกษาในช่วงสั้น ๆ สร้างขึ้นบนหลักการทางเทคโนโลยีทางการศึกษา ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย ๆ รวมเข้าเป็นชุดจนครอบคลุมเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่ง และมุ่งเน้นกิจกรรมกลุ่มมากกว่าการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

อุทัย หนูแดง (อุทัย หนูแดง 2526 : 13) ได้ให้ความหมายของมินิคอร์สว่าเป็นชุดการเรียนการสอนที่มีความยืดหยุ่นและเบ็ดเสร็จสมบูรณ์แบบในตัวเอง โดยมุ่งการเรียนรู้เป็นกลุ่มและสามารถใช้กับบุคคลเพียงคนเดียวก็ได้เป็นครั้งคราว จะมีการใช้สื่อและกลวิธีสอนหลายแบบอย่างรวมอยู่ด้วย มีวัตถุประสงค์ในการใช้ที่เฉพาะชัดเจนแต่จำกัดหาสามารถบรรลุได้ในระยะเวลาอันสั้นเพียง 1 วัน หรือมากกว่านั้นและศูนย์พัฒนาการสอนแห่งมหาวิทยาลัยแม่คควอร์ (ยูที แมคควอร์ 2527 : 13) ได้ให้ความหมายในทำนองเดียวกันว่า เป็นโครงการเรียนที่มีเนื้อหาจบในตัวเอง สามารถใช้เป็นกลุ่มหรือรายบุคคล โดยใช้สื่อและกลวิธีสอนหลายรูปแบบ มีจุดประสงค์ที่ชัดเจน สามารถเรียนรู้ได้ในระยะเวลานั้นและสร้างขึ้นด้วยวิธีเชิงระบบ

จากความหมายของมินิคอร์สที่กล่าวมาแล้ว พอสรุปได้ว่า ชุดการสอนมินิคอร์สคือชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยวิธีการเชิงระบบ ใช้เวลาในการศึกษาสั้น ๆ สำหรับการเรียนเนื้อหาเรื่องใดเรื่องหนึ่งจบสมบูรณ์ในตัวเอง ไม่ต้องอาศัยพื้นฐานหรือความรู้จากชุดการเรียนอื่น มี

การกำหนดจุดประสงค์ที่ชัดเจน ประกอบกับกิจกรรมย่อย ๆ ที่ใช้สื่อและกลวิธีสอนหลาย ๆ แบบ และครบถ้วนทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน มุ่งเน้นการเรียนรู้เป็นกลุ่มมากกว่า การเรียนเป็นรายบุคคล มีนิคอร์สจึงเปรียบเสมือนหลักสูตรขนาดย่อม

พัฒนาการของชุดการสอนมินิคอร์ส (Meyer, 1978 : 2 - 5)

การพัฒนาชุดการสอนมินิคอร์ส

แนวคิดเกี่ยวกับมินิคอร์ส มีต้นกำเนิดในสหรัฐอเมริกาตอนปี ค.ศ. 1960 ซึ่งเริ่มจากการสอนทฤษฎีที่ผสมผสานประกอบหลายรูปแบบ โดยมีเนื้อหาแยกเป็นหน่วยหรือโมดูลและสื่อถึงโปรแกรม (Semi-Programme) ซึ่งใช้เรียนด้วยตัวเอง มีการใช้เทปบันทึกเสียง เป็นเครื่องช่วยให้เกิดความสนใจ

ใน ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา บทเรียนโมดูลได้รับการพัฒนามากขึ้น โดยการพยายามสร้างบทเรียนโมดูลที่เป็นอิสระแยกจากกัน แต่ละบทเรียนจะเป็นแบบเบ็ดเสร็จสมบูรณ์ในตัวเอง มีการใช้สื่อมากขึ้น มีทั้งสิ่งพิมพ์อย่างง่าย ๆ ไปจนถึงระบบการสื่อสารที่ซับซ้อน เน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบกึ่งโปรแกรม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถพัฒนาบทเรียนของตนเองได้ตามความสามารถจากการพัฒนาบทเรียนโมดูลที่เป็นอิสระในแต่ละบทเรียน ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ การวางแผนการสร้างบทเรียนโมดูลอย่างรอบคอบแล้ว จะทำให้สามารถสร้างชุดการสอนที่มีความสมบูรณ์แบบในตัวเองและมีคุณค่าในตัวเองได้

ต่อมาได้มีการศึกษาและพบว่าการให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้เป็นยุทธวิธีที่มีประโยชน์มาก และการให้กิจกรรมตั้งแต่กลุ่มเล็ก 2 คน จนถึงกลุ่มใหญ่จะเป็นลักษณะการเรียนรู้ที่ดีและอาจจัดดำเนินการในรูปแบบโมดูลได้ จึงทำให้เกิด (Miniature Course) ขึ้น ซึ่งเป็นระบบการสอนซึ่งรวมถึงกิจกรรมทุกกิจกรรมที่ดำเนินการภายในระยะเวลาไม่ก่น และในที่สุดชุดการสอนมินิคอร์ส (Minicourse) จึงได้รับการพัฒนาขึ้น

ในปี ค.ศ. 1972 ชุดการสอนมินิคอร์สได้รับความสนใจจากศูนย์พัฒนาการสอน (The Center for Advancement of Teaching : C.A.T) แห่งมหาวิทยาลัยแมกควอร์ ประเทศออสเตรเลีย โดย เร็กซ์ เมเยอร์ ได้นำชุดการสอนมินิคอร์สมาศึกษาและสร้างขึ้นทดลองใช้เพื่อพัฒนาหารูปแบบที่เหมาะสม จนถึงปี ค.ศ. 1974 C.A.T. จึงพัฒนาชุดการสอนมินิคอร์สที่มีลักษณะค่อนข้างสมบูรณ์มีความกระชับรัดกุม ทำเป็นชุดฝึกอบรมที่สร้างเสริมทักษะ แกครูไค (Meyer. 1978 : 5)

ลักษณะของชุดการสอนมินิคอร์ส (APEID. 1982 : 6 - 8)

ชุดการสอนมินิคอร์สที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ตอบสนองความต้องการเฉพาะเรื่อง ชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดจะสร้างให้สอดคล้องกับความต้องการเฉพาะเรื่อง โดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ ๆ มาประกอบ
2. มีความสมบูรณ์ในตัวเอง ชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดจะสมบูรณ์ในตัวเอง โดยไม่ต้องเกี่ยวเนื่องกับรายวิชาอื่นหรือชุดการสอนอื่น ๆ
3. ใช้ระยะเวลาสั้น ๆ ชุดการสอนมินิคอร์สไม่ควรใช้เวลาเกินหนึ่งวัน หรือประมาณ 4 - 8 ชั่วโมง และอาจแบ่งระยะเวลาย่อย ๆ เพื่อใช้สอนครั้งละ 2 ชั่วโมง หรือ 4 ชั่วโมง จนกว่าจะครบตามเวลาที่กำหนดไว้
4. มีจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ชัดเจน เนื่องจากชุดการสอนมินิคอร์สต้องใช้เวลาน้อย ๆ การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละชุดจึงจำเป็นต้องชัดเจนและสามารถประเมินผลได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด
5. มุ่งฝึกทักษะ ชุดการสอนมินิคอร์สต้องจัดให้เหมาะสมกับการฝึกทักษะต่าง ๆ เช่น การจัดกิจกรรมกลุ่มย่อย การใช้คำถามในชั้นเรียน การใช้สื่อทัศนูปกรณ์ ตารางรูปแบบ การประเมินผลการสอน เป็นต้น
6. เน้นใหญ่เรียนโตเขารวมกิจกรรมอย่างกว้างขวาง ชุดการสอนมินิคอร์สจะต้องมีการเปิดโอกาสให้ใหญ่เรียนโตแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์

7. มีกิจกรรมการเรียนรู้หลายรูปแบบ ชุติการสนธิณินคอรสแตละชคควรมีกลวิธิสอนหลายรูปแบบเพื่อความเหมาะสมและสามารถช่วยใญ่เรียนบรรดูเปาหมายไคในระยะเวลาดันการจัดกิจกรรมอาจมีหลายลักษณะ เช่น การระดมพลังสมอง การศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เพื่อให้ไคประสมการณในหลายลักษณะ

8. มีสื่อการสอนหลายประเภท ชุติการสนธิณินคอรสแตละชคจะใชสื่อการสอนหลายประเภท เพื่อช่วยใญ่เรียนบรรดูเปาหมายไคอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ สื่อการสอนอาจประกอบด้วยสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ แผนภาพ สไลด์เทป ภาพยนตร์ สไลด์ แถบเสียง แผ่นโปร่งใส รูปภาพ แผนภูมิ เป็นต้น

9. กำหนดโครงสร้างไวแน่นอน ชุติการสนธิณินคอรสแตละชคมีกลวิธิสอนและสื่อการสอนหลายประเภท การวางแผนหรือวางโครงสร้างในการเตรียมชุติการสนธิจึงตองมีความละเอียดรอบคอบในการจัดชั้นตอนของกิจกรรมย่อยต่าง ๆ ใหเหมาะสมกับเวลาประมาณกิจกรรมละ 15 - 30 นาที เป็นต้น และยังตองคำนึงถึงเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ว่ากิจกรรมดังกล่าวยครอบคลุมเนื้อหา และสามารถทำใญ่เรียนบรรดูจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

10. จัดกิจกรรมสร้างสรรค์ กิจกรรมในชุติการสนธิณินคอรสแตละชคควรถูกจัดเพื่อให้ผูเรียนไคมีโอกาสแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนเองอย่างอิสระควย

11. มีกลวิธิที่เปิดกว้างสำหรับผู้สอน เพื่อพัฒนาการสอนของผูเรียน มีกิจกรรมสำหรับผู้สอนที่เปิดโอกาสใญ่สอนสามารถทบทวนและวิเคราะห์กลวิธิการสอนต่าง ๆ ที่ใชควย

12. มีกลวิธิการสอนที่สามารถนำาเป็นตัวอย่างไค กลวิธิในชุติการสนธิอาจเป็นตัวอย่างของทักษะ หรือกระบวนการพิเศษที่ผูเรียนหรือผูอบรมจะนำาใช้ในการเรียนการสอนไค ชุติการสนธิเรื่องการแสวงหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ กลวิธิในการจัดกิจกรรมก็ควรถูกจัดตามขั้นตอนของวิธิวิทยาศาสตร์ควย

13. มีการประเมินผล และควรมีข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ของผูเรียน เพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพของการเรียนการสอน ผูเรียนอาจใชเวลาเพียง 5 นาที ตอบแบบสอบถามที่จัดเตรียมไว้ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงชุติการสนธิณินคอรสต่อไป

14. มีการติดตามผล ผูสอนควรรีไคคำาปรึกษาช่วยเหลือแนะนำาผูเรียนที่ตองการความช่วยเหลือ

15. มีการออกแบบอย่างเป็นระบบ ชุดการสอนมินิคอร์สสร้างขึ้นโดยวิธีการเชิงระบบ
ยึดทฤษฎีพฤติกรรมนิยม เน้นการใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองเป็นวงจรของปัจจัยป้อน
กระบวนการ ผลที่ได้ (Input-Process-Output) เป็นวงจรต่อเนื่องกันไป

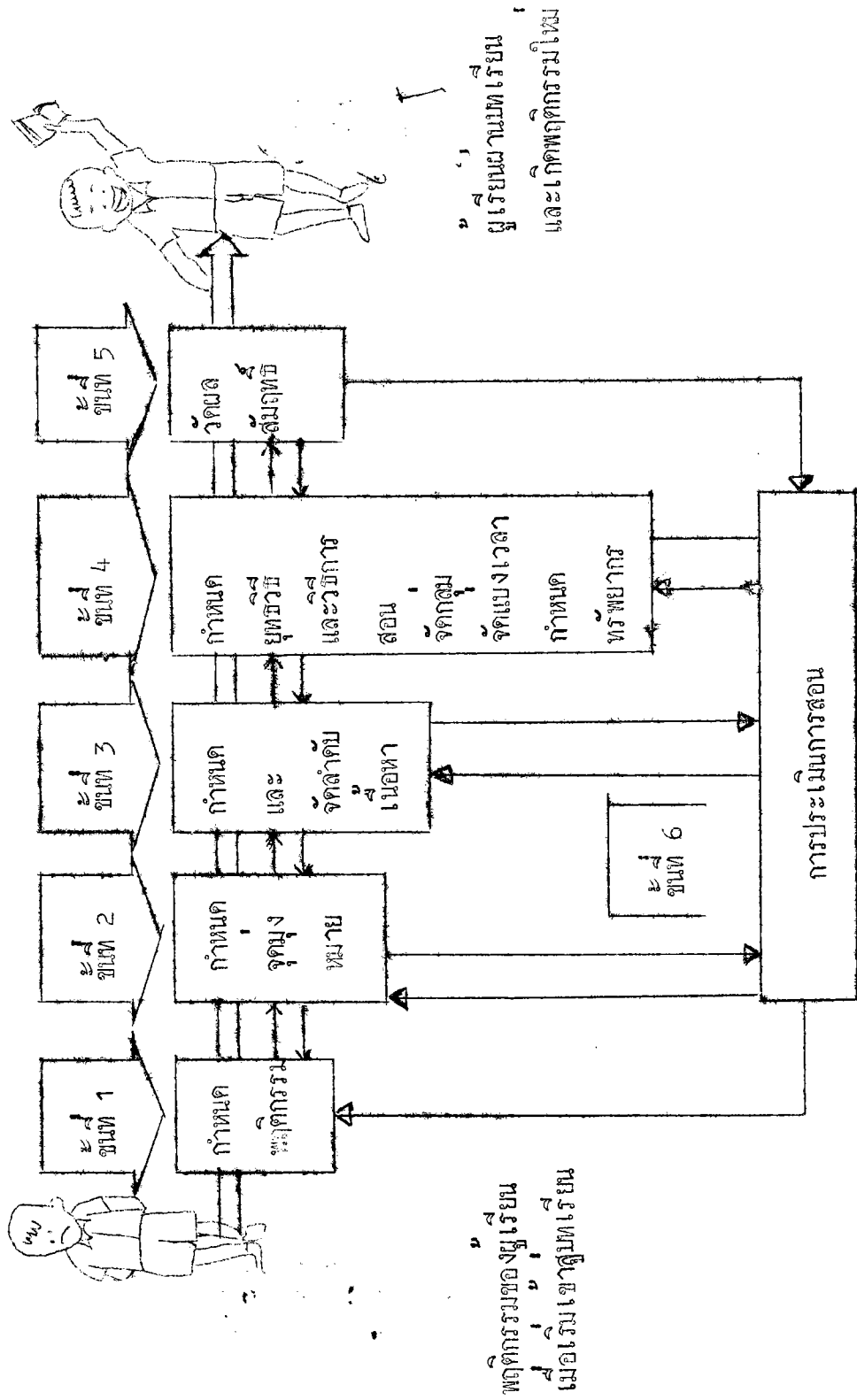
ขั้นตอนการสร้างชุดการสอนมินิคอร์ส (APEID. 1982 : 9 - 11)

ดำเนินการสร้างตามวิธีการเชิงระบบ ดังนี้

ขั้นตอนการสร้าง	คำอธิบาย
1. กำหนดความต้องการจำเป็น (Determination of Need)	- ความต้องการจำเป็น คือสิ่งที่ได้จากความต้องการ และปัญหาที่วิเคราะห์แล้วจนได้หลักการและเหตุผล ของการสร้างโครงสร้างมินิคอร์ส
2. กำหนดเป้าหมาย (Formulation of Aims)	- เป้าหมายที่เฉพาะและชัดเจนสัมพันธ์กับความ ต้องการจำเป็นและสอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่กลุ่มผู้รับบริการ เช่น ผู้เข้ารับการอบรม ผู้เรียน หรือผู้ที่มีความประสงค์จะหาความรู้
3. กำหนดจุดประสงค์ทั่วไป (Formulation of Objectives)	- จุดประสงค์ทั่วไปเป็นจุดประสงค์ตรงกับ ความต้องการจำเป็น
4. กำหนดจุดประสงค์เฉพาะ (Formulation of Behavioral Objectives)	- จุดประสงค์เฉพาะทุกข้อต้องเป็นจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรมที่สามารถปฏิบัติได้
5. สำรวจทรัพยากรและสื่อที่จะนำมาใช้ใด (Survey of Available Resource in Cluding Media and of Possible Strategies)	- เพื่อให้ชุดการสอนมินิคอร์สเป็นโครงสร้างที่แน่นอน มีผลสัมฤทธิ์สูงในเวลาอันสั้น การกำหนดสื่อ ทรัพยากรและเอกสารประกอบจึงมีความสำคัญมาก

ขั้นตอนการสร้าง	คำอธิบาย
6. เลือกยุทธศาสตร์ - วิธีการ และ จักรลำดับ (Selection and Sequencing of Strategies and Resoures Including Media)	- ยุทธศาสตร์และวิธีการจะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร การออกแบบการสอนของครูครอบคลุมตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้ายของการเรียน คือเริ่มตั้งแต่ปัจจัยก่อน กระบวนการ ผลผลิตของชุดแรกจนถึงจุดสุดท้ายเป็นวงจรต่อเนื่องกันไป
7. สร้างสื่อการเรียน (Development of Learning Materials)	- มีคำแนะนำที่ชัดเจน กิจกรรมสามารถปฏิบัติได้ ในระยะเวลาที่กำหนด
8. ทดลองใช้ครั้งแรก (First Trialing)	- การทดลองใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส เพื่อดูความเป็นไปได้ ความเหมาะสมความต่าง ๆ จากการใช้จริงในชั้นเรียน
9. ประเมินผลระหว่างดำเนินการ (Formative Evaluation)	- ชุดการสอนจะบรรลุผลใดต้องมีการประเมินผลทุกขั้นตอนข้อมูลที่ไค้คุณค่าที่สุด เพราะเป็นข้อมูลที่ไค้มาจากผู้เรียนโดยตรง
10. ปรับปรุงและแก้ไขชุดการสอน (Modification of Objectives and Strategies)	- นำผลการทดลองมาปรับปรุงชุดการสอนในส่วนที่เป็นจุดอ่อนและข้อบกพร่อง ก่อนที่จะนำไปใช้จริง
11. ประเมินผล (Summative Evaluation)	- เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ของชุดการสอน

การ ออกแบบการสอนตามวิธีการของชุดการสอนมินิคอร์ส ตั้งอยู่บนพื้นฐานเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยการพัฒนาหลักสูตรดำเนินการตามวิธีการเชิงระบบ (Systems Approach) ซึ่งสรุปเป็นแผนภูมิในภาพประกอบ 1 (Meyer. 1978)



ภาพประกอบ 1 รูปแบบการจัดการสอนตามวิธีการเชิงระบบ

ส่วนประกอบในชุดการสอนมินิคอร์ส (Components of a Minicourse)

(Department of Nonformal Education, 1982 : 4)

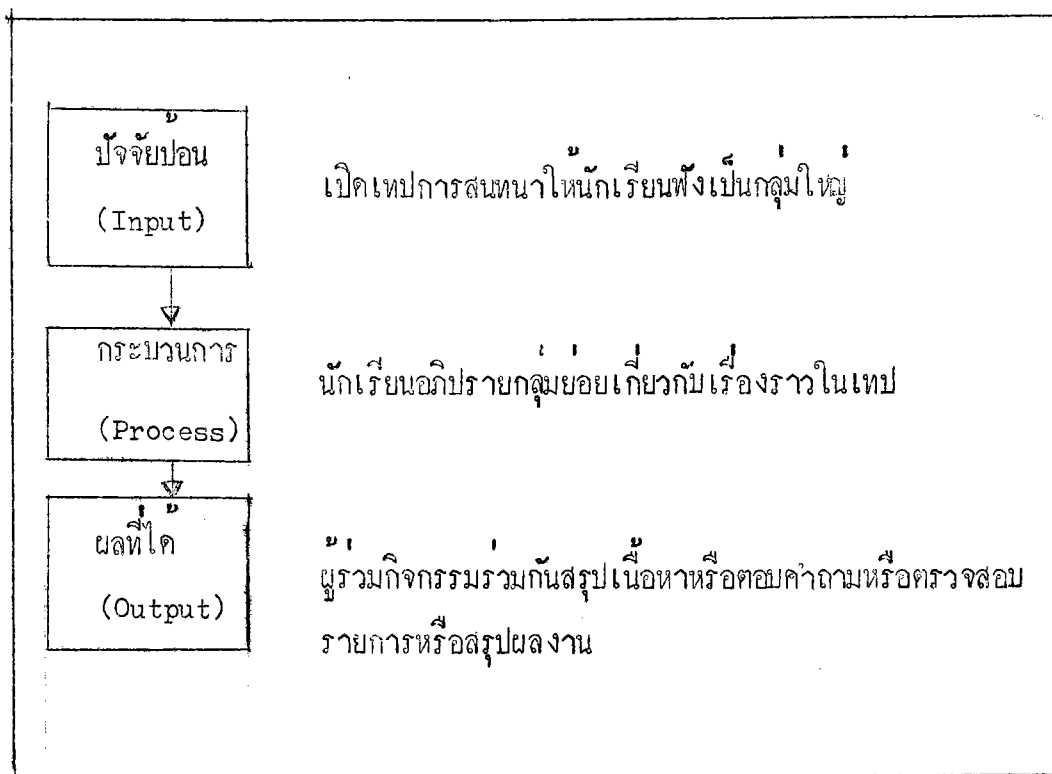
ชุดการสอนมินิคอร์ส ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ในชุดดังนี้

1. หลักการและเหตุผล คำแนะนำการใช้ จุดมุ่งหมายทั่วไป จุดมุ่งหมายเฉพาะ โครงสร้าง
2. แผนการสอนมินิคอร์ส ซึ่งกำหนดเรื่องย่อยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนและเวลาของแต่ละกิจกรรม ซึ่งกำหนดแผนไว้เป็นรายคาบ
3. กิจกรรมผู้เรียน
4. กิจกรรมครู
5. การประเมินผลชุดการสอนและการประเมินผลผู้เรียน
6. เนื้อหาเสริม
7. เอกสาร สื่อ แผนภูมิ ฯลฯ ที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้

รูปแบบพื้นฐานเทคโนโลยีทางการศึกษาของชุดมินิคอร์ส (APEID. 1982 :

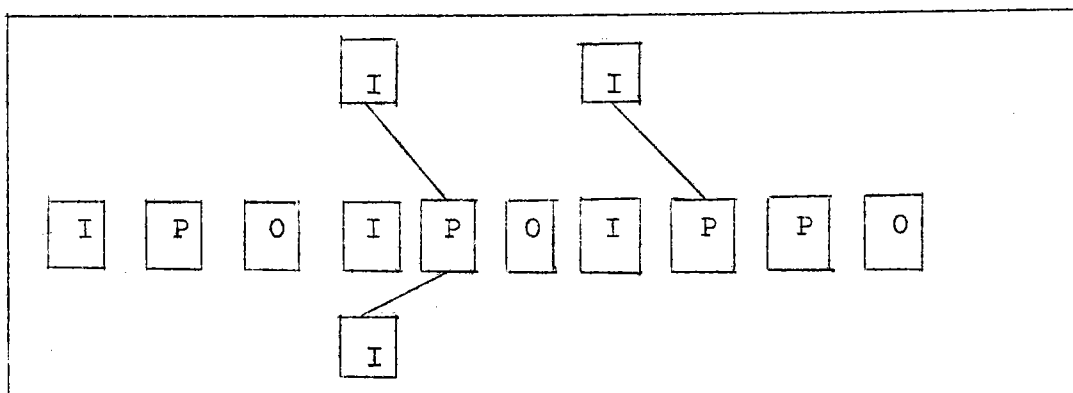
11 - 13)

รูปแบบพื้นฐานของชุดการสอนมินิคอร์ส สร้างบนพื้นฐานของปัจจัยป้อน กระบวนการ ผลที่ได้รับ (Input-Process-Output) ซึ่งเป็นลักษณะของชุดการสอนมินิคอร์ส ซึ่งเป็นรูปแบบพื้นฐานเทคโนโลยีทางการศึกษารูปแบบวิธีการเชิงระบบ (Systems Approach) ที่เสนอถึงเราใหญ่เรียนโคตยสนองและทราบผลจากการตอบสนองนั้นเป็นวงจรต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ อันเกิดจากกิจกรรมย่อย ๆ ของชุดมินิคอร์ส แต่ละกิจกรรมจะประกอบด้วย I-P-O ส่งผลผลิตติดต่อกันไป ทั้งแผนภูมิในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อน - กระบวนการ - ผลที่ได้

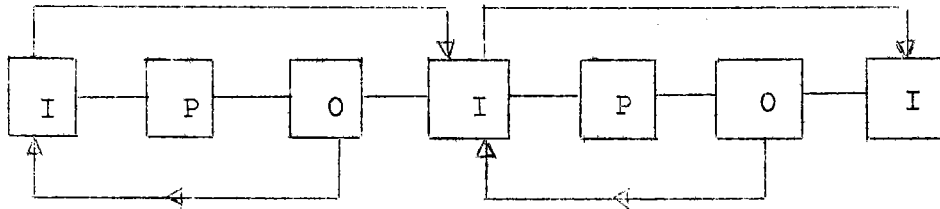
กระบวนการ (P) บางช่วงอาจต้องใช้ปัจจัยป้อน (I) หลายตัว และในบางครั้งอาจต้องมียุทธศาสตร์ กระบวนการ มากกว่าหนึ่งกิจกรรมจึงต้องใช้ปัจจัยป้อนหลายตัวด้วยกัน แผนภูมิในภาพประกอบ 3 (I = Input, P = Process, O = Output)



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อนหลายตัวต่อหนึ่งกระบวนการ

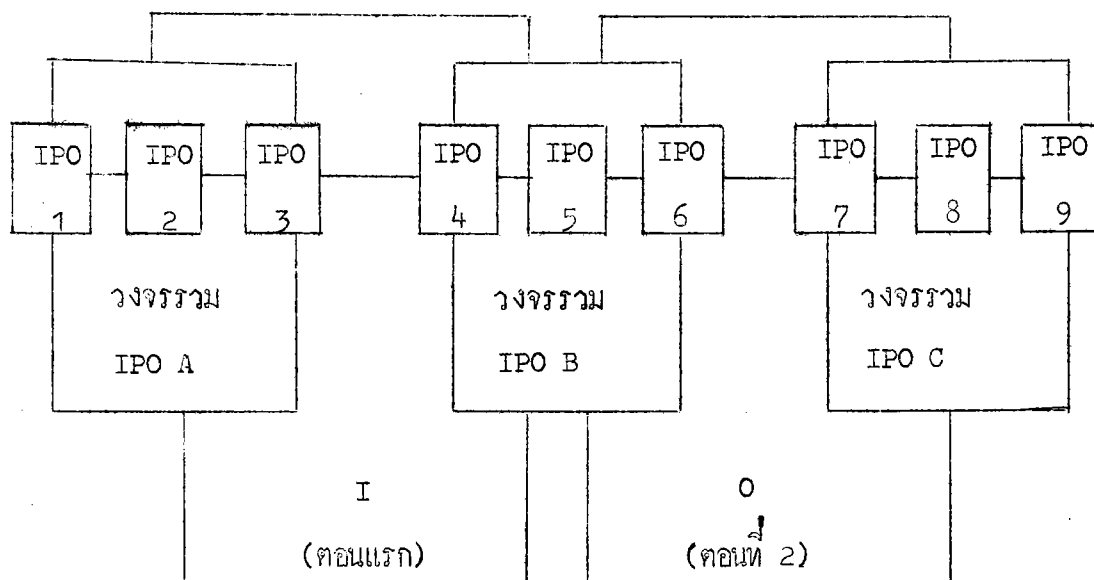
ในชุดการสอนมินิคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย ๆ ต่อเนื่องกันไปนั้น มีความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อน กระบวนการ ผลที่ได้ ทั้งในชุดเดียวกันและชุดถัดไป คือผลที่ได้จะเป็นข้อมูลย้อนกลับไปยังปัจจัยป้อนของผลที่ได้ตัวนั้นและปัจจัยป้อนของวงจรถัดไป ดังแผนภูมิในภาพประกอบ 4

(I = Input, P = Process, O = Output)



ภาพประกอบ 4 การย้อนกลับของผลที่ได้ต่อปัจจัยป้อน

รูปแบบของชุดการสอนมินิคอมพิวเตอร์อาจซับซ้อนมากขึ้น ในบางกรณีวงจร I - P - O สามารถรวมเป็นวงจรใหญ่ขึ้น โดยรวมเป็นวงจร I-O คือรวมสิ่งเร้าและการตอบสนองไว้ด้วยกัน วงจร I-O นี้คืองานในของแรก (I) และของที่ 2 (O) ของการเรียนรู้การสอน ดังแผนภูมิในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 วงจร I-P-O ใหญ่ของชุดการสอนมินิคอมพิวเตอร์

กระบวนการย้อนกลับในชุดการสอนมินิคอร์ส

การย้อนกลับ (Feedback) หรือข้อมูลย้อนกลับเป็นสิ่งสำคัญในวิธีการเชิงระบบ เพราะทุกขั้นตอนของการสอนจะก่อให้เกิดการประเมินผล เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงทั้งสำหรับผู้เรียนผู้สอน และการปรับปรุงชุดการสอนด้วย ดังนั้นการดำเนินการสอนโดยชุดการสอนมินิคอร์สต้องมีความสามารถในการสิ่งสำคัญต่อไปนี้

1. สามารถประเมินผลวิธีการและเครื่องมือทั้งหลายที่เลือกใช้
2. สามารถเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการประเมินผลการสอนในแง่ที่เกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์ทั่วไปของประสิทธิภาพการสอน
3. สามารถสร้างเครื่องมือวัดและแบบสอบถามสำหรับการประเมินผลการสอน
4. สามารถกำหนดเทคนิคที่ใช้รวบรวมข้อมูลการสอนได้
5. สามารถนำข้อมูลที่ได้อาจจากการประเมินผลการสอนไปพัฒนาปรับปรุงชุดการสอนในการดำเนินการสอนโดยชุดมินิคอร์ส ผู้ดำเนินการจะทำการย้อนกลับใด 3 แบบ ซึ่งสำคัญคือ

1. การย้อนกลับระหว่างการเรียนการสอน

- 1.1 การย้อนกลับระหว่างผู้รวมกิจกรรมในกลุ่ม หรือการตรวจสอบด้วยตัวเองและแบบทดสอบที่กำหนดไว้
- 1.2 การย้อนกลับจากผู้เรียนให้กับผู้ดำเนินการสอน อาจเป็นคำถามหรือข้อซักขงในการทำกิจกรรม
- 1.3 การย้อนกลับซึ่งแสดงถึงความก้าวหน้าไปสู่วัตถุประสงค์เป็นผลสำเร็จ ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มพูนการเสริมแรงได้

2. การย้อนกลับซึ่งใช้เพื่อแก้ไขปรับปรุงชุดการสอนมินิคอร์ส

- 2.1 การย้อนกลับเกี่ยวกับปัญหาความวัสดุอุปกรณ์ ยุทธวิธี เวลาที่จัดสรรให้แต่ละกิจกรรม ฯลฯ ซึ่งผู้สอนจะเก็บข้อมูลไว้
- 2.2 การย้อนกลับจากการประเมินผลอย่างมีแบบแผน ซึ่งจะทำได้ในภายหลังการสอนโดยชุดมินิคอร์สจบไปแล้ว

3. การย้อนกลับในภายหลัง ซึ่งไม่เป็นไปในทันทีทันใด เช่น การวิเคราะห์
 ความเป้าหมายระยะยาวจะบรรลุไหม ทักษะที่พัฒนาจากการสอนมินิคอร์สถูกนำมาใช้ปฏิบัติจริง
 หรือไม่ การที่จะมีการย้อนกลับในสิ่งเหล่านี้อย่างเป็นระบบใด จะต้องทำการศึกษา ติดตามผล
 ผู้ผ่านกระบวนการของการสอนไปแล้ว ซึ่งอาจไม่สามารถปฏิบัติได้มากนัก แต่มีโอกาส
 พอทำได้ เช่น การเขียนเขียน การใช้จดหมายติดต่อก การใช้โทรศัพท์ เป็นต้น ข้อมูลที่ได้
 โดยวิธีการนี้จะ เป็นข้อมูลที่มีคุณค่าและช่วยในการปรับปรุงชุดมินิคอร์สได้มาก

หลักการประเมินผลชุดการสอนมินิคอร์ส (Meyer. 1978 : 18 - 24)

ชุดการสอนมินิคอร์สเปรียบเสมือนหลักสูตรย่อย ๆ (Mini - Curriculum)
 ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินผลโดยวิธีเกี่ยวกับการประเมินผลหลักสูตรในโรงเรียน ซึ่งมี
 ทางประเมินได้โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 การประเมินผลลักษณะเนื้อหาหรือคุณลักษณะของกิจกรรมประกอบด้วย
 เกณฑ์ดังนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการประเมิน ดังนี้

1. ชุดการเรียนการสอนมินิคอร์สตรงกับความต้องการแท้จริงของครูในด้านการ
 พัฒนาวิชาชีพครูหรือไม่
2. วัตถุประสงค์ของชุดการสอนมินิคอร์สนั้นเหมาะสมหรือไม่ สอดคล้องกับความต้องการที่
 กำหนดไว้หรือไม่
3. วัตถุประสงค์เป็นเชิงพฤติกรรมที่ชัดเจนหรือไม่
4. วัตถุประสงค์นั้นสามารถบรรลุภายในเวลาที่กำหนดไว้หรือไม่
5. ระดับการปฏิบัติเหมาะสมกับประเภทของครูผู้ใชหรือไม่
6. กิจกรรมใดจัดเรียงลำดับไว้อย่างสมเหตุผล สอดคล้องกันตลอดทั้ง
 กระบวนวิชาหรือไม่
7. ทุกกิจกรรมสามารถนำไปปฏิบัติได้ในสถานการณ์ที่สมควรหรือไม่
8. บุคลากรที่ใช้ในกิจกรรมนั้น ๆ เหมาะสมกับวัตถุประสงค์หรือไม่
9. สื่อที่ใช้ในกิจกรรมนั้นสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมหรือไม่

10. กิจกรรมและการแบ่งกลุ่มแปรเปลี่ยนไปพอเหมาะที่จะเกิดประโยชน์มากที่สุดหรือไม่

11. การแบ่งเวลาในกิจกรรมต่าง ๆ เหมาะสมหรือไม่

12. เน้นกิจกรรมและการเข้าร่วมเพียงพอหรือไม่

13. มีการจัดเตรียมการให้อำนวยความสะดวกหรือไม่

14. มีการจัดเตรียมการติดตามผลหรือไม่

15. ชุดการสอนมินิคอร์สจัดเป็นรูปแบบที่เรียบง่าย ใช้งาน และเคลื่อนย้ายได้

สะดวกเพียงพอมั้ย

ระดับที่ 2 ประสิทธิภาพของชุดการสอนมินิคอร์สจัดเป็นชุดคำถามเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

1. ครูซึ่งเป็นผู้ใช้ชุดมินิคอร์สมีความรู้เรื่องนี้เพียงใด

2. ความต้องการชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดมีเพียงใด

3. มีอุปสรรคต่าง ๆ กันมารวมใช้ชุดการเรียนการสอนมินิคอร์สแต่ละชุด

จำนวนเท่าใด

4. ครูมีทักษะต่อไปนี้หรือไม่

4.1 วิธีเข้าถึงชุดการสอนมินิคอร์ส

4.2 คุณภาพการอบรม โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

4.3 ความสอดคล้อง ความเหมาะสม กับความต้องการ

5. ครูใหญ่ ผู้สังเกตการณ์และผู้บริหารอื่น ๆ มีทักษะต่อชุดการสอนมินิคอร์สอย่างไร

6. ชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด

7. ความรู้เบื้องต้น และปฏิกิริยาชุมชนที่มีต่อชุดการสอนมีขอบเขตเพียงใด

ระดับที่ 3 การประเมินผลประสิทธิภาพของชุดการสอนมินิคอร์สในการเปลี่ยนแปลง

พฤติกรรมในระดับกระบวนการ

ระดับนี้ประเมินได้เพียงผลลัพธ์ปัจจุบันทันที (Intermediate Product) เท่านั้น
แต่ผลลัพธ์สำคัญมาก เพราะการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากของ
กระบวนการสอน

ระดับที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนมินิคอร์สในการปรับปรุงคุณภาพของนักเรียน

1. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนภายในระยะเวลาที่กำหนด
2. รวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนภายในระยะเวลาเดียวกัน
3. รวบรวมข้อมูลวัตถุประสงค์ของประสบการณ์ประจำ รวมทั้งการเข้าร่วมในชุดการเรียนการสอนมินิคอร์สของทั้งครูและนักเรียนภายในระยะเวลาเดียวกัน
4. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อคิดเห็นจากครู นักเรียน เกี่ยวกับความสัมพันธฺ์ใด ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นเหตุเป็นผลกัน

ระดับที่ 5 การประเมินผลชุดการสอนมินิคอร์สด้านการให้การศึกษาต่อเนื่อง ประสิทธิภาพของโปรแกรมการศึกษาประจำ หรือการศึกษาต่อเนื่องสำหรับผู้นั้น ยากที่จะประเมินได้ เพราะโปรแกรมดังกล่าวเป็นระบบปลายเปิด (Open-Ended-Systems) และไม่สามารถหาจุดจบได้ แต่สามารถหาได้ด้วยการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ยุทธวิธี ข้อจำกัด และผลของแผนการสอนทั้งหมดในระบบโรงเรียน บงบอกถึงขอบข่ายของระบบย่อย (Network of Sub-Systems)

การนำมินิคอร์สมาใช้ในประเทศไทย

ในปี ค.ศ. 1979 กรมการศึกษานอกโรงเรียนได้ส่ง กรรณิการ์ แยมเกสร หัวหน้างานพัฒนาบุคลากรของกรมไปเข้าร่วมการฝึกอบรมเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์สเป็นเวลา 3 เดือน ที่ศูนย์ C.A.T. แห่งมหาวิทยาลัยแมคควอรี ประเทศออสเตรเลีย โดยทุนของรัฐบาล ออสเตรเลีย และได้นำหลักการของมินิคอร์สมาสร้างเป็นชุดฝึกอบรมครูผู้สอนการศึกษานานาชาติ แบบเบ็ดเสร็จระดับ 3 - 4 ร่วมกับนักวิชาการด้านต่าง ๆ ด้วยวิธีประชุมปฏิบัติการพัฒนาชุดการสอนมินิคอร์สขึ้นและทดลองใช้เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมได้ชุดฝึกอบรมระยะสั้น (Minicourse) จำนวน 21 รายวิชา โดยได้รับความช่วยเหลือจากองค์การยูเนสโก (ยูวีกี แกรวิศา 2527 : 9 - 10)

ต่อมากรมการศึกษานอกโรงเรียนได้จัดประชุมปฏิบัติการเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมมินิคอร์ส สำหรับฝึกอบรมครูผู้สอนในระดับการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จระดับ 3 - 4 ในปี พ.ศ. 2525 รวม 2 ครั้ง ครั้งแรก (First Workshop) ระหว่างวันที่ 10 - 11 พฤษภาคม 2525 ที่โรงแรมนิวอัมรินทร์ กรุงเทพมหานคร และครั้งที่ 2 (Second Workshop) เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2525 - 1 กรกฎาคม 2525 ที่เขื่อนลำพระเพลิง จังหวัดนครราชสีมา จากการประชุมปฏิบัติการนี้ ได้ชุดฝึกอบรมมินิคอร์สรวม 6 วิชา คือ

1. ชุดฝึกอบรมครูวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 5 ชุด
2. ชุดฝึกอบรมครูวิชาภาษาไทย 1 ชุด
3. ชุดฝึกอบรมครูวิชาภาษาอังกฤษ 4 ชุด
4. ชุดฝึกอบรมครูวิชาคณิตศาสตร์ 5 ชุด
5. ชุดฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ 3 ชุด
6. ชุดฝึกอบรมครูวิชาการงานพื้นฐานอาชีพ 1 ชุด

ชุดการฝึกอบรมมินิคอร์สที่สร้างขึ้นได้จัดพิมพ์และทดลองใช้ เพื่อพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

(Department of Nonformal Education. 1982 : 1 - 10)

งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส

1. งานวิจัยในประเทศ

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำหลักการชุดการสอนมินิคอร์สมาใช้ในการเรียนการสอนในประเทศไทยยังมีจำนวนไม่มาก อาจเนื่องมาจากชุดการสอนมินิคอร์สยังเป็นนวัตกรรมในวงการศึกษานานาชาติ จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้วิจัยไว้ดังนี้

อุทัย หนูแดง (อุทัย หนูแดง 2526 : 1 - 107) ได้ทำการศึกษาโดยทดลองสร้างชุดการสอนมินิคอร์สในเนื้อหาวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 4 หลักสูตรการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จระดับ 3 และศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส กับกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จโรงเรียนผู้ใหญ่สุโขทัย จำนวน 70 คน ผลการทดลอง

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุทธิ แก้วรักษา (บุทธิ แก้วรักษา 2527 : 1 - 110) ได้ทำการศึกษาในลักษณะเดียวกัน โดยสร้างชุดการสอนจุลบท (Minicourse) ในเนื้อหาวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 7 หลักสูตรการศึกษานูไทยแบบเบ็ดเสร็จระดับ 4 โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง 70 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาในโรงเรียนนุไทยแบบเบ็ดเสร็จในโรงเรียนนุไทยวัดหัวลำโพง เขตบางรัก กลุ่มทดลองเรียนโดยชุดการสอนจุลบท กลุ่มควบคุมเรียนโดยการสอนตามปกติ แล้วศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและเจตคติของผู้เรียนต่อชุดการสอนจุลบท ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อการเรียนโดยชุดการสอนจุลบท ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของ สุรัตน์ บุทธิเสรี (สุรัตน์ บุทธิเสรี 2527 : 53 - 57) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู เยส โดยกลุ่มทดลองแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองที่ 1 เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส แต่ใช้เวลาสอนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส แต่ใช้เวลาสอนเท่ากับกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1973 : 4021-A) ได้ศึกษาประเมินผลโครงสร้างมินิคอร์สที่ใช้สำหรับการศึกษาวิทยาศาสตร์พหุโลก พบว่า นักเรียนมีเจตคติในทางนิยามต่อวิทยาศาสตร์พหุโลกหลังจากจบสิ้นการเรียนโดยมินิคอร์ส และชอบการประเมินผลที่มีโอกาสปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน ตลอดจนเกิดความสัมพันธ์กันระหว่างเจตคติของผู้เรียนกับการเรียนรู และนักเรียนเกิดความรู้สึกยอมรับความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้มินิคอร์สในสาขาการศึกษาทั่วไป (General Education) ซึ่งตรงกับกรอส (Gross. 1974 : 3388-A) ที่ศึกษาพบว่า ครูที่อบรมโดยชุดมินิคอร์สเกิดพฤติกรรมพิเศษขึ้น 6 ลักษณะ โดยครูเหล่านี้

เชื่อว่ามินิคอร์ส เป็นสิ่งช่วยให้เราพัฒนาพฤติกรรมไปตามจุดประสงค์หลังจากที่ครูได้รับการอบรม
ควมมินิคอร์สก่อนทำการสอนโดยเปรียบเทียบกับการอบรมแบบจุดภาค และตรงกับกรวิจัยของ
เคท (Katz. 1975 : 218) ที่ทดลองหาความเที่ยงตรงของมินิคอร์สที่ใช้กับครูประถมศึกษา
พบว่า ครูที่ได้รับการอบรมจากมินิคอร์สพัฒนาทักษะขึ้น 5 ทักษะที่ระดับความเชื่อมั่น .05 และ
นักเรียนที่เรียนจากครูที่ได้รับการอบรมควมมินิคอร์สมีความสามารถในการใช้คำเกี่ยวกับ
การพรรณาโคคชนที่ระดับความเชื่อมั่น .05 และผลการศึกษาของ เคอร์ (Kerr. 1975 :
356 - 7A) ได้ศึกษาพฤติกรรมตามโนคติของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ลงทะเบียนเรียน
ในมินิคอร์สและรายวิชาปกติ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนมินิคอร์สมีเจตคติที่ดีต่อครูสูงกว่า
นักเรียนที่เรียนในกลุ่มปกติ และครูที่สอนควมมินิคอร์สมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียนและวิชาชีพ
สูงกว่ากลุ่มปกติ

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในปี พ.ศ. 2513 ได้มีการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้นในประเทศไทย โดย
กระทรวงศึกษาธิการได้จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น เพื่อ
ดำเนินการในเรื่องนี้ สถาบันได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่า
ควรเน้นทั้งคานเนื้อหาวิชาและกระบวนการวิทยาศาสตร์ควบ ในหลักสูตรที่สถาบันพัฒนาขึ้น
จึงมีการนำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ควบ
(เชาวนี อะยะวงศ 2526 : 16)

สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 11 - 16) ได้กล่าวถึง
เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นตัวความรู้และส่วนที่เป็น
กระบวนการแสวงหาความรู้ (The Body of Knowledge and Process of Science)
ส่วนที่เป็นความรู้ ได้แก่ ข้อเท็จจริง หลักการ สมมติฐาน กฎ ทฤษฎี ส่วนที่เป็นกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ขั้นตอนการแสวงหาความรู้และทักษะต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้

เช่น การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปรการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ประณีต วิบูลย์ประพันธ์ ได้กล่าวถึง ความหมายของวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงว่า มีได้มุ่งเฉพาะตัว เนื้อหาของความรู้ที่มนุษย์ใดคนหนึ่งควรรู้แล้ว เรียบเรียงไว้เท่านั้น แต่ยังคงครอบคลุม กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมกับมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย ส่วนที่เป็นเนื้อหาของความรู้เรียกว่าผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ และส่วนที่เป็นวิธีวิทยาศาสตร์ กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนวิทยาศาสตร์ที่ดี ไม่เฉพาะแต่สอนเนื้อหาความรู้แต่อย่างเดียว จะต้องปลูกฝังเจตคติและทักษะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน (ประณีต วิบูลย์ประพันธ์ 2521 : 29)

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 1) ได้ให้ความหมายสอดคล้องกันว่า "วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ต่าง ๆ เช่น ข้อเท็จจริง กฎ ทฤษฎี และสมมติฐาน นอกจากนี้ยังรวมถึงทักษะ กระบวนการในการแสวงหาความรู้อีกด้วย"

กิ่งฟ้า สีนวรงค์ และคนอื่น ๆ (กิ่งฟ้า สีนวรงค์ และคนอื่น ๆ 2525 : 1) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหา (Content) ซึ่งเป็นที่รวมของข้อเท็จจริง มโนคติ สมมติฐาน กฎ หลักการและทฤษฎี เข้าด้วยกันเป็นระเบียบแบบแผนหรือระบบของความรู้ ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการ (Process) ทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือช่วยในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ จึงมีส่วนประกอบใหญ่ ๆ แยกเป็น 2 ส่วนคือ ผลผลิต (Product) และกระบวนการ (Process) ซึ่งเป็นวิธีแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) อันมีขั้นตอน เริ่มจากการสังเกต การรวบรวมข้อมูล การนำข้อมูลมาศึกษาความสัมพันธ์หรืออธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ การตั้งสมมติฐาน การตั้งกฎ และการออกแบบการทดลอง ซึ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ต้องใช้ทักษะย่อย ๆ อีกมาก เช่น การสังเกต การวัด การคำนวณ เป็นต้น

ฉวีวรรณ กิณางค์ (ฉวีวรรณ กิณางค์ ม.ป.ป. : 19 - 21) ได้กล่าวถึง
พฤติกรรมที่ควรปลูกฝังในการสอนวิทยาศาสตร์ว่า มี 2 ประการที่สำคัญคือ

1. ทักษะและความสามารถ (Skills and Abilities) ซึ่งแบ่งเป็น
- 2 หัวข้อย่อยคือ

1.1 ทักษะและความสามารถทางด้านการกระทำ การปฏิบัติจริง ๆ
(Functional Skills and Abilities) เช่น การสังเกต การชั่ง ตวง วัด การจดบันทึก
การวางแผนโครงการและปฏิบัติการทดลองอย่างรอบคอบ การอ่านและแปลความหมายจากข้อความ
แผนภูมิ ตาราง และสถิติต่าง ๆ ฯลฯ

1.2 ทักษะและความสามารถด้านสมอง (Mental Skills and Abilities)
คือทักษะและความสามารถในเชิงสติปัญญาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการคิดหาเหตุผล เช่น
ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ความสามารถในการพยากรณ์หรือคาดคะเนสิ่งที่
จะเกิดขึ้น ความสามารถในการอธิบาย ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ฯลฯ

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) เช่น ความมีเหตุผล
ไม่ขมง่าย ความมีใจกว้าง ฯลฯ

3. ความซาบซึ้งในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ (Appreciation)

4. ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (Interest)

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวง
มหาวิทยาลัย 2525 : 58 - 59) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น
ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการที่สำคัญ ได้แก่ ครูจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย
และขอบเขตของคำว่า วิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี และตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการ
แสวงหาความรู้ ไม่น้อยไปกว่าเนื้อหาเพราะความรู้เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ส่วนกระบวนการ
แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้ใดตลอดไป ซึ่ง
วิธีการหนึ่งที่ใฝ่หาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือการค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลอง
ผู้ทดลองมีโอกาสดึงฝนทั้งในคามปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่น ผิดสังเกต บันทึกข้อมูล
หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น ตั้งสมมติฐานและทำการทดลอง เป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดจาก
การปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์"

จะเห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้น นอกจากจะเน้นทางค่านิยมหรือผลผลิตทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะต้องให้ความสำคัญของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน ซึ่งกระบวนการแสวงหาความรู้นี้เป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานในการศึกษาค้นคว้า ซึ่งต้องมีการฝึกฝนและใช้ทักษะย่อย ๆ มากมายอย่างเป็นระบบระเบียบ ทักษะเหล่านี้รวมเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประเภทและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จำนง พรายแย้มแซ ได้พูดถึงความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ประการคือ

1. เพื่อให้เข้าใจวิธีทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (How Scientists Work)
- ซึ่งหมายถึง วิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)
2. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)
3. เพื่อให้มีทักษะและความสามารถ (Skills and Abilities)
4. เพื่อให้รู้คุณค่าในวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (จำนง พรายแย้มแซ 2514 : 21 - 29)

โดยเฉพาะในจุดมุ่งหมายข้อที่ 3 เพื่อให้เกิดทักษะและความสามารถนั้นได้กล่าววาทักษะและความสามารถเป็นสิ่งที่เกิดคู่กัน ทักษะและความสามารถแบ่งเป็นสองด้านคือ

1. ทักษะและความสามารถด้านการกระทำ (Functional Skills and Abilities) มี 10 ประการ

- 1.1 การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องและเหมาะสม
- 1.2 การเก็บรักษาเครื่องมือ
- 1.3 ปฏิบัติทดลองตามลำดับขั้น
- 1.4 การสังเกตความเหมือนกันและความต่างกันของสิ่งสองสิ่ง
- 1.5 มีสมาธิในการสังเกตและทดลอง
- 1.6 การเสนอรายงานด้วยปากเปล่าและขอเขียน
- 1.7 ความละเอียดถี่ถ้วนของข้อมูลที่ได้รวบรวมได้

- 1.8 ความเป็นระเบียบของการจัดบันทึกหรือโน้ตย่อ
- 1.9 การจับใจความสำคัญจากการอ่านใดถูกต้อง
- 1.10 การสังเกตทั้งในค่านปริมาณและคุณภาพ เป็นต้น
2. ทักษะและความสามารถด้านจิตใจหรือปัญญา (Mental Skills and Abilities) มี 6 ประการ
 - 2.1 การนำความรู้เดิมไปประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่
 - 2.2 การพยากรณ์หรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข
 - 2.3 วิธีดำเนินการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างรัดกุม
 - 2.4 การค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ
 - 2.5 การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามหลักแห่งความจริงอย่างมีเหตุผล
 - 2.6 ความกระตือรือร้นในการที่จะหาทางทดสอบเพื่อตอบปัญหาต่าง ๆ ด้วยการปฏิบัติทดลองอย่างจริงจัง เป็นต้น

เมื่อพิจารณาทักษะด้านการกระทำ 10 ข้อ และด้านปัญญา 6 ข้อ แล้วจะเห็นว่า เป็นทักษะที่ต้องใช้ในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) นั้นเอง

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย เล่ม 1 2525 : 58 - 85) ได้กล่าวถึงประเภทและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมทั้งการใช้เครื่องมือช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ซึ่งข้อมูลที่ได้อาจเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณก็ได้
2. ทักษะการวัด หมายถึง ทักษะในการเลือกเครื่องมือและวัดเกี่ยวกับสิ่งของหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยมีหน่วยของการวัดกำกับเสมอ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เพิ่มเติมจากการสังเกตด้วยประสาทสัมผัส เพราะลำพังการสังเกตอาจเชื่อถือยังไม่ได้ การวัดทำให้ทราบ

รายละเอียดที่แน่นอนเกี่ยวกับลักษณะรูปร่างและสมบัติทั่ว ๆ ของวัตถุได้ ทักษะการวัดประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1. การเลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับลักษณะงานที่วัด 2. การใช้เครื่องมือนั้นวัดหาปริมาณได้ถูกต้องแม่นยำ 3. อานาจจากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็วและใกล้เคียงกับความเป็นจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสอง หรือถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจน หรือใช้ข้อมูลที่ตีความหมายในเชิงสถิติเพื่อประโยชน์ในการแปลความหมายและสรุปผลต่อไป

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการศึกษาและจดจำสิ่งเหล่านั้น โดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างในการจำแนกสิ่งเหล่านั้น เช่น การนำแท่งไม้ที่มีชีวิตออกเป็นพืชและสัตว์ โดยอาศัยลักษณะของเซลล์ โครงสร้างและรูปร่าง การเคลื่อนไหว การกินอาหาร การขยายตัวของเสียและการสืบพันธุ์เป็นเกณฑ์ในการจำแนก การพิจารณาจัดประเภทนี้อาจใช้เกณฑ์เพียงอย่างเดียว พวกสีขาวกับพวกสีดำหรืออาจจะใช้เกณฑ์หลายอย่างประกอบกัน

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิตินับมิติและมิติกับเวลา

"มิติ" หมายถึง ความกว้าง ความยาว หรือความสูง (หนา) ของวัตถุ

ความสัมพันธ์ระหว่างมิตินับมิติ หมายถึง ความสามารถในการกระทำดังต่อไปนี้

1. วาดรูป 3 มิติ ของวัตถุธรรมดาได้
2. นับและบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ และระบายสมมาตรของรูป 3 มิติได้ เช่น บอกได้ว่ารูปวงรี และรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีเส้นสมมาตร 2 เส้น ส่วนรูปสามเหลี่ยมคานแหลมมี 3 เส้น หรือรูปไขมีระนาบสมมาตร 2 ระนาบ เป็นต้น
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติและรูป 3 มิติได้ เช่น
 - 3.1 เมื่อหมุนรูป 2 มิติรอบเส้นสมมาตรเส้นใดเส้นหนึ่ง รูป 2 มิติจะเป็นรูป 3 มิติบางรูปได้ ดังเช่น รูปสามเหลี่ยมคานแหลมเกิดรูปกรวย รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเกิดรูปทรงกระบอก เป็นต้น

3.2 เมื่อมองมุมใดมุมหนึ่งของรูป 3 มิตี จะเห็นเป็นรูป 2 มิตี

3.3 ความสัมพันธ์ของรูป 3 มิตี และรูป 2 มิตี เกี่ยวกับเงา เช่น ถ้าฉายไฟไปที่รูปทรงกระบอกจะเกิดเงาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือวงกลม

3.4 เมื่อตัดรูป 3 มิตี จะเกิดพื้นที่หน้าตัดเป็นรูป 2 มิตี เช่น เมื่อตัดทะแยงรูปทรงกระบอกจะเกิดพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงรี ตัดตามขวางจะเกิดรูปวงกลมตัดตามยาวจะเกิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นต้น

4. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระฉากกับเงาในกระจก

5. บอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้ ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา เช่น เรือลำหนึ่งแล่นด้วยความเร็ว 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมงไปทางทิศใต้ หรือความสัมพันธ์ของขนาดวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา เช่น ความสูงของคนไม้ที่เปลี่ยนไปในเวลา 1 ปีคหา เป็นคน

6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย

7. ทักษะการสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้อาจจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่สื่อความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ซึ่งอาจแสดงในรูปของข้อความ สัญลักษณ์ สมการทางวิทยาศาสตร์ โคอะแกรม แผนที่ แผนภาพ แผนภูมิแท่ง หรือแผนภูมิตรง เป็นต้น

8. ทักษะการทำนาย หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นมาแล้ว หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย การทำนายอาจทำภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating)

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การตั้งข้อความที่ใช้อธิบายปัญหาที่พบหรือบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น โดยข้อความนั้นยังไม่มีหลักฐานรองรับ เพื่อความสะดวกในการทดสอบในขั้นต่อไป

10. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ทักษะในการให้คำจำกัดความของตัวแปร หรือคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาทดลองควมภาษาางาย ๆ เพื่อให้เข้าใจตรงกันโดยขอความทองระบถึงสิ่งที่จะสังเกต และระบุการกระทำซึ่งอาจไ้จากการวัดทดสอบ หรือจากการทดลอง เช่น "ออกซิเจนเป็นแก๊สที่ช่วยให้ไฟติด เมื่อนำกานไม้ขีดไฟที่คุ้แคงอยู่ไปแหยลงในแก๊สนี้แล้วกานไม้ขีดจะจุดเป็นเปลวไฟ"

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร หมายถึง ทักษะในการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการทดลองและสามารถแยกแยะประเภทของปัจจัยนั้น ๆ ว่าเป็น ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม รวมทั้งสามารถกำหนดสถานการณ์เพื่อทำการทดลองเชื่อถือได้ด้วยการควบคุมตัวแปรเหล่านั้นให้เป็นไปตามที่ต้องการ เช่น การกำจัดตัวแปรบางตัวที่ไม่ต้องการศึกษาหรือไม่ไ้เกิดขึ้น เช่น ตัวแปรควบคุมเมื่อเราต้องการศึกษาเฉพาะอิทธิพลของตัวแปรต้นเพียงอย่างเดียว เป็นต้น

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง ทักษะเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่

13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูล และสรุปผล หมายถึง ความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูลซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิที่ได้จากการทดลอง รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ซึ่งจะนำไปสู่การทำนาย การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ส่วนการสรุปผล หมายถึง การนำเอาความหมายของข้อมูลที่ไ้ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งมีหน้าที่ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทุกระดับยกเว้นระดับมหาวิทยาลัย ได้เล็งเห็นความสำคัญของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงได้บรรจุกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไว้ 9 ทักษะ (กิ่งฟ้า สันฐรงค์ และคนอื่น ๆ

2525 : 9) ไ้แก

1. การสังเกต
2. การรู้จักใช้เครื่องมือในการวัด
3. การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย
4. การจัดการเกี่ยวกับข้อมูล
5. การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป
6. การสร้างสมมติฐาน
7. การออกแบบการทดลองและการดำเนินการทดลอง
8. การคิดคำนวณ
9. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for The Advancement of Science : AAAS) (American Association for The Advancement of Science. 1970 : 33 - 176) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายที่จะให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยบรรจุกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ โดยแบ่งทักษะออกเป็น 2 หมวดใหญ่ ๆ คือ

1. ทักษะขั้นพื้นฐานหรือเบื้องต้น (Basic Science Process Skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะ
2. ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

ทักษะเบื้องต้นหรือขั้นพื้นฐาน	ทักษะขั้นสูง
1. การสังเกต (Observing)	9. การตั้งหรือการสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
2. การวัด (Measuring)	10. การกำหนดคำนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
3. การจัดจำแนกประเภท (Classifying)	11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และระหว่างสเปซกับเวลา (Space/Space and Space/Time Relationships)	12. การทดลอง (Experimenting)
5. การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ (Using Numbers)	13. การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing and Communicating)	
7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)	
8. การทำนายหรือการพยากรณ์ (Predicting)	

กึ่งฟ้า สิ้นธุระ (กึ่งฟ้า สิ้นธุระ และคนอื่น ๆ 2525 : 8 - 18) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะไว้ดังนี้

1. การสังเกต

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ เพื่อที่จะหาข้อมูลซึ่งรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตเป็นเครื่องตัดสิน

ข้อมูลที่ไ้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณหรือเปรียบเทียบ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. การวัด

หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ใดอย่างถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือใดอย่างถูกต้องเหมาะสมในการวัดด้วย

3. การจำแนกประเภท

หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปส และสเปกตรัมเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองหรือพื้นที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของอีกวัตถุหนึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

5. การใช้ตัวเลข

หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหา ความถี่ การจัด เรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่

การสื่อความหมายข้อมูล คือการนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอ หรือแสดงให้ บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้า โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

9. การตั้งสมมติฐาน

หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปร หรือค่าต่าง ๆ (ที่อยู่ใน สมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้สามารถทำการทดลองให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

11. การกำหนดและความคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในสมมติฐานหนึ่ง ตัวแปรอิสระ คือตัวแปรที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลนั้น ๆ หรือเป็นตัวแปรที่เรากำลังต้องการดูว่าก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่

ตัวแปรตาม คือตัวแปรที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่ยังไม่ต้องการศึกษา

12. การทดลอง

หมายถึง การทดสอบสมมติฐานซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ การใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง การรวบรวมข้อมูล จดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป และบางครั้งอาจรวมถึงการปรับปรุงแก้ไขหรือตั้งสมมติฐานใหม่ เมื่อผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

จากแนวคิดและเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์จะต้องเน้นความรู้และกระบวนการในการแสวงหาความรู้ไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้น ในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น จึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญคือ ครูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของ "วิทยาศาสตร์" เป็นอย่างดี ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เช่น การใช้คำถามกระตุ้นให้คิด การร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในส่วนเนื้อหาวิทยาศาสตร์นั้นมีความยากเกินกว่าที่จะจำได้หมดและเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอไม่สิ้นสุด ส่วนกระบวนการแสวงหาความรู้เป็นส่วนที่สำคัญยิ่ง เพราะนักเรียนสามารถจะนำไป

ใช้ในการแสวงหาความรู้ใดไม่สิ้นสุด ดังนั้น ครูจึงต้องตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดใคร่ครวญทดลองด้วยตนเอง จนเกิดความคล่องในการปฏิบัติงาน ทั้งในค่านร่างกายและสติปัญญาในการค้นคว้าหาความรู้ทางถูกต้องตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ การลงความเห็นจากข้อมูล การสื่อความหมายข้อมูล การทำนาย การตั้งสมมติฐาน การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ การควบคุมตัวแปร การดำเนินการทดลอง และการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการศึกษาผลจากตัวแปรต้นแบบเดียวกับการวิจัยที่ผู้วิจัยดำเนินการศึกษานี้ไม่มีเท่าที่ปรากฏนั้นเป็นงานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ ในการเรียนการสอนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางประการ ดังต่อไปนี้

สัญญา ทิพย์เสนา (สัญญา ทิพย์เสนา 2517 : 55 - 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง จำนวน 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุมจำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

อุทัย ชีวะชนรักษ์ (อุทัย ชีวะชนรักษ์ 2517 : 40 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน และ

กลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้พบว่า ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงภายหลังการสอนสูงกว่า ก่อนทำการสอน

สุมาลี พิศราภรณ์ (สุมาลี พิศราภรณ์ 2518 : 45 - 46) ได้ศึกษาความแบบ ของกิจกรรมทางวาทะระหว่างครูและนักเรียนของเพื่อนเคอร์ ที่จะส่งผลการเรียนรู้ ทักษะเชิง ชื่อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูชลบุรี ชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่ม ใช้อัตราส่วนระหว่างอิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า เพศชายและ เพศหญิงของกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะเชิง ชื่อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

นอยทิพย์ ศัสตราศร (นอยทิพย์ ศัสตราศร 2521 : 1 - 62) ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2521 จำนวน 300 คน เป็นนักเรียนชาย 153 คน นักเรียนหญิง 147 คน เครื่องมือที่ใช้ในการ เก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบสอบซึ่งมีทั้งหมด 3 ชุด ได้แก่ แบบสอบทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน แบบสอบแก้ปัญหาและแบบสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา โดยไม่ขึ้นกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ และมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ โดยไม่ขึ้นกับตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาและคะแนนทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน สามารถพยากรณ์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา และคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ได้

บุญรัตน์ ศิริอาชากุล (บุญรัตน์ ศิริอาชากุล 2522 : 1 - 55) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตการศึกษา 6 กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 713 คน จากโรงเรียน 8 โรงเรียน ซึ่งสุ่มจากโรงเรียนรัฐบาลสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตการศึกษา 6 ปีการศึกษา 2530 ผลการวิจัยสรุปได้ว่าข้อค้นพบที่ปฏิเสธสมมติฐานของการวิจัยทั้ง 2 ข้อ คือ

1. ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดีกว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดีกว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผกาภาศ วรานุสันติกุล (ผกาภาศ วรานุสันติกุล 2524 : 1 - 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของครู ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงก็แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พัชรา เรืองรัมย์ (พัชรา เรืองรัมย์ 2524 : 52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชายและนักเรียนหญิง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสนใจทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.036 และ 0.068 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มประชากรรวมไม่มีความสัมพันธ์กับความสนใจทาง

วิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.062 ผลการวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

กึ่งฟ้า สันฐวงษ์ (กึ่งฟ้า สันฐวงษ์ และคนอื่น ๆ 2525 : 1 - 119) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตการศึกษา 9, 10, 11 กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2,401 คน จากโรงเรียน 14 โรงเรียน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2,646 คน ในโรงเรียน 14 โรงเรียน ในปีการศึกษา 2524 โดยมีจุดประสงค์ของการวิจัยเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

2. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มาจากโรงเรียนในเขตอำเภอเมืองจะทำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้คือนักเรียนระดับเดียวกันที่มาจากโรงเรียน นอกเขตอำเภอเมืองหรือไม่ ผลการศึกษาวิจัยสรุปได้ดังนี้

1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของทุกโรงเรียนทำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการได้สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2 นักเรียนทั้ง 2 ระดับชั้น จากโรงเรียนที่อยู่ในเขตอำเภอเมือง ทำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนทั้ง 2 ระดับชั้น จากโรงเรียนที่อยู่ในเขตอำเภอเมือง

3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความยากสูงกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

เชาวัน อະຍະວຽດ (เชาวัน อະຍະວຽດ 2526 : 1 - 63) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบแบบเรียนสำเร็จรูปและควบครูฝึกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ฝึกโดยวิธีใบทเรียนสำเร็จรูป จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมที่ฝึกโดยครูจำนวน 30 คน ระยะเวลาฝึกกลุ่มละ 12 คาบเท่ากัน

ผลการทดลองพบว่า การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับความรู้
 ครุฝึกให้ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กอตักดิ์ ศรีน้อย (กอตักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 1 - 93) ได้ศึกษาการใช้คำถาม
 เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิด
 สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับ
 การสอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 โรงเรียนดอนเมืองจุฬาฯ จันทบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 105 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม
 กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอน
 โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม
 สอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอนของ สสวท. ผลการทดลองพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ก่อน
 และหลังการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 และความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เอกสารเกี่ยวกับการสอนตามคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ของ สสวท.

การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์

เมื่อปี พ.ศ. 2513 รัฐบาลไทยโดยความร่วมมือของโครงการพัฒนาการศึกษา
 แห่งสหประชาชาติ (UNDP) และองค์การวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ
 (UNESCO) เป็นผู้ดำเนินการแทน ได้ร่วมกันจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยีขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงหลักสูตรสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
 แผนใหม่ในทุกระดับการศึกษาที่ต่ำกว่าระดับอุดมศึกษา ส่งเสริมวิธีการสอนและการเรียนรู้
 วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำหรับโรงเรียนในประเทศไทยและส่งเสริมให้ความสัมพันธ์
 อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันระหว่างสถาบัน สถาบันฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยและกระทรวง
 ศึกษาธิการ เพื่อที่จะได้ผู้นำและผู้มีประสบการณ์มาช่วยในการปรับปรุงหลักสูตร (จิรพันธุ์
 อรุณรัตน์ 2523 : 1)

ในการดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทุกสาขาวิชานั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เชิญทรงคุณวุฒิจากหลายฝ่ายมาร่วมมือกัน เช่น อาจารย์จากมหาวิทยาลัยในฐานะผู้อำนวยการในเนื้อหาวิชา จากวิทยาลัยครู และคณะศึกษาศาสตร์ในฐานะผู้ผลิตครู ศึกษานิเทศก์ ในฐานะที่ใกล้ชิดกับครู และเป็นผู้ติดตามผลการใช้หลักสูตร และยังคงเชิญครูผู้สอนในวิชานั้น ๆ จากโรงเรียนควบ

ขั้นตอนในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (ทบว วมหาวิทยาลัย 2525 : 5)

เพื่อให้การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาบรรลุเป้าหมายทาง สสวท. ได้ดำเนินการพัฒนาเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์
2. เลือกเนื้อหา
3. ผลิตสื่อการเรียนการสอน
4. ทดลองใช้หลักสูตร
5. ปรับปรุงหลักสูตรภายหลังการทดลองใช้
6. อบรมครูทั่วประเทศ
7. ประกาศใช้หลักสูตรใหม่ทั่วประเทศ
8. ประเมินผลของหลักสูตรที่นำออกใช้ทั่วประเทศ
9. การปรับปรุงหลักสูตร

จุดประสงค์ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (ทบว วมหาวิทยาลัย

2525 : 6)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัศึกษาค้างนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจกับอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษยและ

สภาพแวดล้อม

หลักการสอนวิทยาศาสตร์ของ สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอหลักในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไว้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2520 : 4)

1. ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างคิดและหาเหตุผลเพื่อตอบปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง
2. เน้นการทดลองโดยให้นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเองให้มากที่สุด
3. ให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนมากขึ้น โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้ทางและแนะนำให้
4. ให้ความสัมพันธ์และมีความหมายในชีวิตประจำวัน
5. ดำเนินการสอนและการวัดผลให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การผลิตสื่อการเรียนการสอนของ สสวท. (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 7)

เมื่อกำหนดจุดประสงค์และเนื้อหาแล้ว สสวท. ได้พัฒนาสื่อการเรียนการสอน เช่น แบบเรียน คู่มือครู เอกสารอ่านประกอบ สื่อทัศนวัสดุ และคู่มือประเมินผล สื่อการเรียนการสอนทุกอย่างที่พัฒนาขึ้นนี้โดยผ่านการตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไข โดยคณะกรรมการที่ใคร่รวมจัดทำและได้ประชุมผู้ชำนาญจากหลาย ๆ ฝ่ายมารวมประเมินผลเป็นระยะ ๆ ไป ในบางกรณีได้มีการนำเอาสื่อการเรียนการสอนออกมาทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับแก้ไขต่อไป เมื่อทำการแก้ไขสื่อการเรียนการสอนเรียบร้อยแล้ว สสวท. จะส่งสื่อการเรียนการสอนให้กระทรวงศึกษาธิการ โดยกระทรวงศึกษาธิการจะมอบให้กองการคําคูรูสถานผลิตให้โรงเรียนต่าง ๆ ได้ใช้ต่อไป

วิธีสอนตามคู่มือครู สสวท.

สมจิต สุวชนไพบูลย์ (สมจิต สุวชนไพบูลย์ 2526 : 26 - 27) ได้กล่าวถึงวิธีสอนตามคู่มือของ สสวท. ว่า "สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำหนังสือเรียนและคู่มือครู เพื่อให้นักเรียนและครูได้ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้กิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ ลักษณะของหนังสือเรียนเป็นข้อความที่เขียนเชิงคำถามให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิด บางครั้งต้องการคำตอบ บางครั้งเป็นเพียงกระตุ้นให้คิดและเกิดความรู้ต่อไป ในแต่ละตอนของบทเรียนจะมีการเขียนเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนแล้วให้นักเรียนศึกษาเรื่องนั้นจากการทดลอง นักเรียนจะค้นหาข้อมูลและจับบันทึกข้อมูลไว้มีคำถามหาคำตอบหรือการทดลองเพื่อเป็นแนวทางให้รู้จักใช้ข้อมูลที่หามาได้นั้นให้เป็นประโยชน์ในการอภิปรายซักถาม และสรุปผลการทดลองใดเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะเป็นข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ หรืออื่น ๆ และยังมีภาระอธิบายเพิ่มเติมในความรู้ที่สรุปได้จากการทดลองนั้นอีกด้วย"

"ลักษณะของคู่มือครู จัดเรียงเนื้อหาตามลำดับสอดคล้องกับหนังสือเรียนแต่ละเล่ม โดยให้ขอแนะนำวิธีสอน ตัวอย่างผลการทดลอง การตอบคำถามและแบบฝึกหัด รวมทั้งคำแนะนำเพิ่มเติมในหัวข้อต่าง ๆ ไว้ เพื่อให้ครูใช้เป็นแนวทางในการสอน แนวการเรียนการสอนในลักษณะที่นักเรียนใช้หนังสือ ครูใช้คู่มือคู่นั้น ครูจะนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหาแล้วให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมเช่น การทำการทดลองหรือศึกษาจากข้อมูลที่ให้ ครูจะเป็นผู้ช่วยแนะนำวิธีการและนำผลการทดลองที่นักเรียนได้ทำ ซึ่งอาจจะได้ผลที่เหมือนหรือแตกต่างกันมารวมกันอภิปรายหาเหตุผลว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น เพื่อนำไปหาข้อสรุปให้มีความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หรือมโนคติหรืออื่น ๆ ตามลักษณะเนื้อหานั้น ๆ ซึ่งในบางครั้งครูจะให้ความรู้เพิ่มเติมเพื่อขยายความรู้ในให้กว้างขวางขึ้น ครูจะคอยใช้คำถามกระตุ้นและเสริมพลังให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน"

จิรพันธุ์ อรุณรัตน์ (จิรพันธุ์ อรุณรัตน์ 2523 : 2) ได้กล่าวถึงวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ว่า ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาศัยกิจกรรมต่อไปนี้

1. การทดลอง

2. การอภิปรายคำถามกันระหว่างครูและนักเรียนทั้งก่อนและหลังการทดลอง

การทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญอย่างหนึ่งของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะเห็นได้ว่า ระหว่างการทดลองนักเรียนต้องใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การเลือกใช้เครื่องมือใหญ่ การควบคุมตัวแปร การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อนในชั้น รวมทั้งการสรุป สิ่งเหล่านี้จะนำนักเรียนไปสู่แนวความคิดและหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ

ไชศรี อารณรัตน์ (ไชศรี อารณรัตน์ อ้างอิงมาจาก กอศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 13 - 14) ได้กล่าวถึงวิธีสอนแบบ สสวท. ว่า สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียึดหลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นการสอนที่จะทำให้การเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผล โดยนักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบควยกิจกรรมที่สำคัญ ดังนี้

1. การทดลอง การทดลองจะมีอยู่ในแบบเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

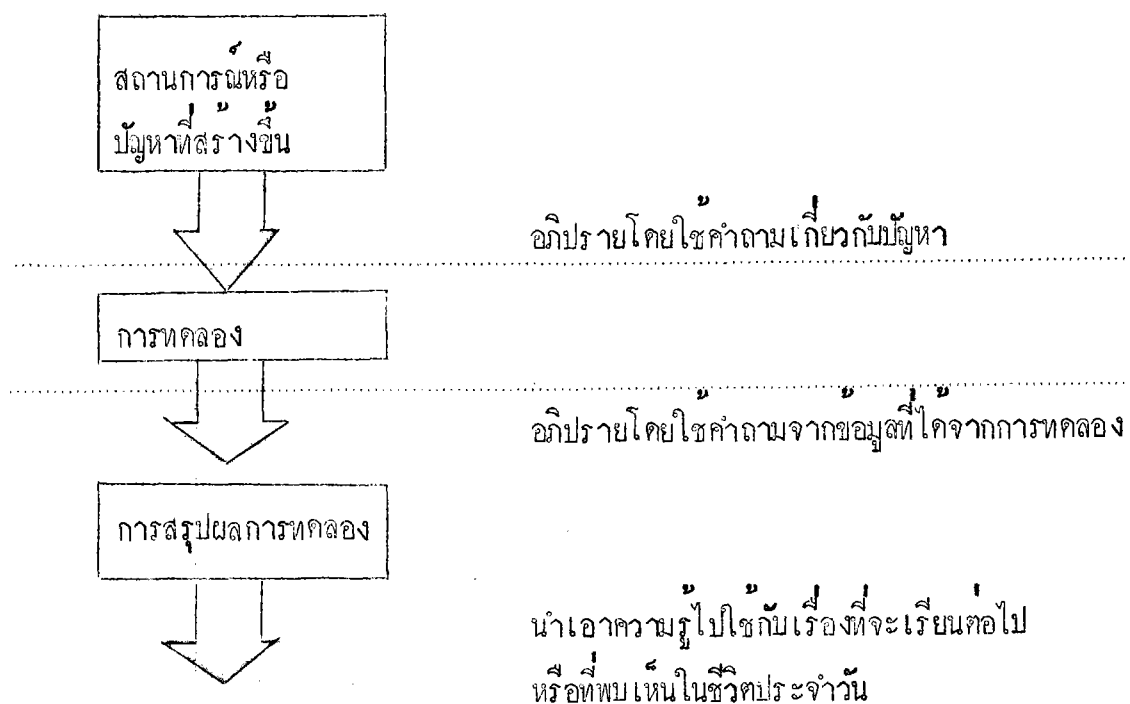
2. การใช้คำถาม เป็นวิธีอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนชวนให้คิดได้ ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะต่าง ๆ

เพื่อพิจารณาข้อคิดเห็นจากหลายทงานดังได้กล่าวมาแล้ว และจากการศึกษาหนังสือเรียนตลอดจนคู่มือครู จึงสรุปได้ว่าวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท. คือวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

ซันด์และโทรวบริจ (Sund and Trowbridge. 1973 : 62 - 68) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือการสอนเพื่อให้บุคคลได้กระทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่หรือมีพฤติกรรมเหมือนนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะมีวิธีการในการทดลองหลาย ๆ วิธีเพื่อสืบค้นถึงปรากฏการณ์ ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีพื้นฐานมาจากการสอนแบบค้นพบ (Discover) ซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองในการค้นหาคำถามและหลักการต่าง ๆ เหมาะสำหรับการสอนนักเรียนระดับอนุบาล ประถมศึกษาในระดับมัธยมศึกษาชั้นนักเรียนจะต้องใช้คำถามเพื่อเลือกสิ่งที่จะเรียนและ

สืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งทำรายงานเสนอผลการศึกษา ซึ่งเป็นกระบวนการคิดของนักวิทยาศาสตร์
ที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เขาประสบอยู่ทุกวัน

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการมุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะ
หาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยการอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายถือเป็นกิจกรรม
ที่สำคัญในการปลูกฝังนักเรียนให้รู้จักใช้ความคิดของตนเอง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่
ของเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่ายและงมงาย ส่วนการทดลองเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์
แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ต่าง ๆ ของนักเรียน นอกจากนี้ยังฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นผู้นำ และเป็น
ผู้ตามที่ดี ในบางโอกาส เพื่อความเข้าใจโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
อาจเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้ (ทบทวนมหาวิทยาลัย 2525 : 116 - 112)



ผู้สอน นิยมคำ (ผู้สอน นิยมคำ 2517 : 125) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้เอง ซึ่งในที่สุด นักเรียนก็จะเป็นผู้ค้นพบความรู้เอง และ เป็นความรู้ที่มีความหมายมากกว่าการสอนแบบบรรยาย และ เป็นการสร้างผู้นำควย เป็นการสอนที่ตรงตามเจตนารมณ์แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะ นักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้ก็ใช้กระบวนการคิดหลายอย่าง

ลักษณะของการจัดกิจกรรมสำเร็จรูปสำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ครูกำหนดปัญหา
2. เสนอแนะวิธีรวบรวมข้อมูล
3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามข้อ 2
4. เมื่อรวบรวมข้อมูลแล้วให้นักเรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟตามที่ครูบอก
5. ตั้งคำถามที่ต้องการไขแล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูลข้างตน
6. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา อภิปรายหน้าชั้น

อนันต์ จันทรกี (อนันต์ จันทรกี 2523 : 6) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีสามประเภท

1. Active Inquiry นักเรียนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้าหาความรู้
2. Passive Inquiry ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้าหาความรู้
3. Combine Inquiry ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้

ภัทรา ไชยเวช (ภัทรา ไชยเวช 2521 : 30 - 35) ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. การทดลอง
2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้
 - 2.1 นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา ใช้คำถาม
 - 2.2 อภิปรายก่อนการทดลอง
 - 2.3 นักเรียนทำการทดลอง
 - 2.4 อภิปรายหลังการทดลอง

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น สิ่งสำคัญและจะขาดเสียไม่ได้คือ จะต้องมีการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ นักเรียนเกิดความพร้อมที่จะเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เกิดความสนใจและกระตือรือร้นในบทเรียน การนำเข้าสู่บทเรียนนี้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสอน

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน
2. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อนำไปสู่แนวทางหาคำตอบของปัญหาข้างต้น

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

ในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านอุปกรณ์ ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและอื่น ๆ กรณีเช่นนี้นักเรียนจึงไม่ได้ลงมือปฏิบัติการทดลองโดยตรง แต่ได้อาศัยข้อมูลของคนอื่นมาวิเคราะห์เพื่อสรุปผลต่อไป ส่วนขั้นตอนอื่นของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังคงเหมือนเดิม

สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 29 - 30) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. ว่าประกอบด้วย 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1. ขั้นตอนการอภิปรายก่อนการทดลอง
2. ขั้นตอนการทดลอง
3. ขั้นตอนการอภิปรายหลังการทดลอง

จะเห็นว่าวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งมีขั้นตอนการสอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือการอภิปรายก่อนการทดลอง การดำเนินการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง โดยคู่มือครูจะแบ่งเนื้อหาเป็นการทดลองย่อย ๆ ต่อเนื่องกันไปไม่มีการกำหนดจุดประสงค์ สิ่งที่จะต้องเตรียมล่วงหน้า มีตัวอย่างผลการทดลอง แนวคำถามคำตอบสำหรับครู แนวการอภิปรายทั้งก่อนและหลังการทดลอง ตลอดจนขอแนะนำเพิ่มเติมไว้ให้ ซึ่งครูจะสามารถเตรียมตัวและดำเนินการสอนไปตามลำดับกิจกรรมที่กำหนดไว้แล้ว

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. กลุ่มประชากรและการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้
2. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. วิธีดำเนินการทดลอง
5. แบบแผนการทดลอง
6. วิธีการและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาและทดลองคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปทุมพิทยาคม อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวน 500 คน

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาและทดลองคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปทุมพิทยาคม อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 60 คน ได้มาโดยการสุ่มดังนี้

1. สุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มาศึกษา 2 ห้องเรียน โดยการจับสลาก
2. สุ่มคณะโดยการจับสลากเพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน
3. สุ่มเข้าเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละ 1 กลุ่ม โดยการจับสลาก

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ เนื้อหาในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 (ว.101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ สสวท. ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 เรื่อง บรรยากาศรอบตัวเรา ซึ่งแบ่งหัวข้อย่อยดังนี้

1. บรรยากาศมีสมบัติอย่างไร
2. การวัดความดันอากาศ
3. บรรยากาศประกอบด้วยอะไรบ้าง
4. อะไรทำให้บรรยากาศเปลี่ยนแปลง
5. ผลที่เกิดจากอุณหภูมิของบรรยากาศแต่ละสถานที่แตกต่างกัน
6. ใช้เครื่องมืออะไรในการตรวจสอบบรรยากาศ
7. น้ำในบรรยากาศ
8. บรรยากาศสำคัญแก่อะไรในชีวิต

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดการสอนมินิคอร์สวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการสอนในกลุ่มควบคุม มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างชุดการสอนมินิคอร์สจากเอกสารและผู้เชี่ยวชาญเพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและสร้างชุดการสอนมินิคอร์ส

1.2 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน เนื้อหาที่จะสอนเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการ

1.3 วิเคราะห์หลักสูตร แบบเรียน เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไปและจุดมุ่งหมายเฉพาะ (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม) จากพฤติกรรมที่ต้องการ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำโครงการกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผลของเนื้อหาที่ใช้ในชุดมินิคอร์ส

1.4 สร้างชุดการสอนมินิคอร์สวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงตามหลักการขั้นตอนของ APEID (APEID, 1978 : 10 - 18) มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.4.1 พิจารณากำหนดความต้องการ
 1.4.2 พิจารณากำหนดสภาพของกลุ่มผู้เรียน เช่น วิทยุ การสนใจ
 สภาพแวดล้อมเพื่อกำหนดเป้าหมาย

- 1.4.3 กำหนดจุดประสงค์ทั่วไป
- 1.4.4 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1.4.5 สำนักรวบรวมรายการและคัดเลือกสื่อ
- 1.4.6 ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน
- 1.4.7 พัฒนาสื่อการเรียน
- 1.4.8 จัดชุดการสอนมินิคอร์ส ซึ่งประกอบด้วย

1.4.8.1 หลักการและเหตุผล คำแนะนำ จุดมุ่งหมาย

โครงสร้าง

1.4.8.2 แผนการสอนรายคาบของมินิคอร์ส

1.4.8.3 กิจกรรมนักเรียน

1.4.8.4 กิจกรรมครู

1.4.8.5 การประเมินผล

1.4.8.6 เนื้อหาเสริม

1.4.8.7 เอกสาร จุดสาร สื่อ แผนภูมิที่ประกอบการสอน

1.5 นำชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้น ใหญ่ ใช้นักเรียนตรวจสอบคุณลักษณะ
 โครงสร้าง กิจกรรม สื่อ และการประเมินผลเพื่อปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 โรงเรียนคงคาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน
 เพื่อศึกษาข้อบกพร่องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศรอบตัว
 เรา มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบจากตำราเอกสารจาก

2.1.1 การวัดผลการศึกษาและการเขียนข้อสอบของ ชวาล แพทย์กุล
(ชวาล แพทย์กุล 2522 : 1 - 407)

2.1.2 หลักการวัดผลการศึกษาของ พิศร ทองชั้น (พิศร ทองชั้น
2524 : 29 - 75)

2.1.3 ทฤษฎีการวัดและการทดสอบของ อนันต์ ศรีโสภา
(อนันต์ ศรีโสภา 2522 : 213 - 247)

2.1.4 การประเมินในชั้นเรียนของ โกวิท ประวาลพุกษ์ (โกวิท
ประวาลพุกษ์ และคนอื่น ๆ 2523 : 60 - 72)

2.2 ทำการวิเคราะห์หลักสูตรจากเนื้อหาที่จะทดลอง โดยผู้วิจัยร่วมกับครูผู้สอน
วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 7 คน เป็นผู้วิเคราะห์หลักสูตร ผลการวิเคราะห์
ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 การวิเคราะห์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนรณอากาศ
รอบตัวเรา

เนื้อหา	ความ จำเป็น	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	ลำดับ ความสำคัญ
	10	10	10	10	10	10	60	
1. บรรยากาศที่มีสมบัติ อย่างไร	1	1	1	2	-	-	5	6
2. การวัดความดันอากาศ	2	4	1	2	-	2	11	2
3. บรรยากาศประกอบด้วย อะไรบ้าง	-	1	-	2	-	-	3	8
4. อะไรทำให้บรรยากาศ เปลี่ยนแปลง	2	5	3	1	-	-	11	2
5. ผลที่เกิดจากอุณหภูมิของ บรรยากาศแต่ละสถานที่ แตกต่างกัน	2	3	-	-	-	1	6	5
6. ใช้เครื่องมืออะไรในการ ตรวจสอบบรรยากาศ	1	3	-	-	-	-	4	7
7. น้ำในบรรยากาศ	4	4	1	1	1	1	12	1
8. บรรยากาศสำคัญแก่ สิ่งมีชีวิต	2	1	-	-	-	4	7	4
รวม	14	21	6	8	1	8	60	-
อันดับความสำคัญ	2	1	5	3	6	3	-	-

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องตามคุณลักษณะของข้อทดสอบและความสอดคล้องของข้อสอบกับพฤติกรรมที่จะวัด

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองบัวสามัคคีวิทยา อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเรียนเนื้อหาที่จะทดสอบมาแล้ว เป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.5.1 นำคะแนนวิเคราะห์หาอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความยากง่าย (Difficulty) เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % จากตาราง จังหวัด พาน (สวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 186 - 188) ได้ข้อทดสอบที่มีค่าความยากง่าย .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป จำนวน 54 ข้อ

2.5.2 นำข้อทดสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วจากข้อ 2.5.1 ไปทดสอบกับนักเรียน โรงเรียนคำเตยวิทยา อำเภออุทุมพร จังหวัดยโสธร อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้อันวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของข้อทดสอบทั้งหมด โดยใช้สูตร KR-20 (สวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168 - 170) ได้ค่าความเชื่อมั่น .53

ตัวอย่างข้อทดสอบ

๐. เมื่อคนนำในความดันบรรยากาศ 760 มิลลิเมตร น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 100 เซลเซียส ถ้าคนนำในความดันบรรยากาศ 768 มิลลิเมตร น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิใด ?
 - ก. 100.29 องศาเซลเซียส
 - ข. 100 องศาเซลเซียส
 - ค. 99.29 องศาเซลเซียส
 - ง. 76.29 องศาเซลเซียส
 - จ. 68.29 องศาเซลเซียส

3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยยึดตามประเภทและคำนิยามเชิงปฏิบัติของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา มีลำดับขั้นการสร้างดังนี้

3.1 วิเคราะห์หลักสูตรในเนื้อหาที่จะทดลอง เพื่อกำหนดทักษะและจำนวนข้อทดสอบที่จะวัดในแต่ละทักษะ โดยผู้วิจัยร่วมกับครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 คน เป็นผู้วิเคราะห์

3.2 สร้างข้อทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามทักษะและจำนวนข้อที่วิเคราะห์ได้จากข้อ 3.1 จำนวน 31 ข้อ

3.3 นำข้อทดสอบที่สร้างขึ้นจากข้อ 3.2 ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข เกณฑ์การพิจารณาคือ ความตรงตามทักษะที่จะวัดความเหมาะสมของสถานการณ์ในการวัด และความเป็นข้อทดสอบที่ตามหลักการออกข้อทดสอบ

3.4 นำข้อทดสอบที่ได้จากข้อ 3.3 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองบ่อสามัคคีวิทยา อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ที่เคยเรียนเนื้อหาแล้ว ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อทดสอบดังต่อไปนี้

3.4.1 วิเคราะห์หาอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความยากง่าย (Difficulty) เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % จากตาราง จุง เทห์ ฟาน (ลาน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 186 - 188) แล้วคัดเลือกและปรับปรุงข้อทดสอบโดยเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ได้ข้อทดสอบ 30 ข้อ

3.4.2 นำข้อทดสอบที่เลือกและปรับปรุงแล้วในข้อ 3.4.2 ไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 60 คน อีกครั้งที่โรงเรียนคำเตยวิทยา อ.กุสุมาลย์ จ.ยโสธร ซึ่งเคยเรียนเรื่องบรรยากาศรอบตัวเรามาแล้ว และยังไม่เคยทำข้อทดสอบชุดนี้ เพื่อวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของข้อทดสอบที่ฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 (ลาน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168 - 170) ได้ค่าความเชื่อมั่น .79

4. แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยยึดตามเนื้อหาในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาหลักสูตร - คู่มือครู เพื่อกำหนดเนื้อหาที่ต้องการ

4.2 วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดจากเนื้อหาที่เลือกได้ โดยผู้วิจัยขอครูสอนกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 7 คน เป็นผู้วิเคราะห์หลักสูตร ผลการวิเคราะห์แสดงในตาราง 2

ตาราง 2 การวิเคราะห์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การสังเกต	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	อันดับความสำคัญ
	10	10	10	10	10	10	60	
พืช	1	3	1	-	-	-	5	4
สัตว์	2	3	-	-	-	-	5	4
ดิน	2	3	-	-	-	-	5	4
หิน ทราย แร่ธาตุ	2	2	2	-	1	-	7	2
น้ำ	1	2	-	1	-	1	5	4
ชีวบริเวณ	2	2	1	-	-	-	5	4
สื่อสารและความรอบรู้	-	3	-	-	1	-	4	8
แรง แรงดัน	1	2	-	-	-	-	3	9
สารเคมี	1	3	1	1	-	-	6	3
ไฟฟ้า	2	3	2	-	-	1	8	1
ป่าไม้	1	2	-	-	-	-	3	9
จักรวาล	1	2	1	-	-	-	4	8
รวม	16	30	8	2	2	2	60	-
อันดับความสำคัญ	2	1	3	4	4	4	-	-

4.3 สร้างข้อทดสอบตามพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตร เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

4.4 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องตามคุณลักษณะของข้อทดสอบและความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่จะวัด แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.5 นำแบบทดสอบไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองบ่อสามัคคีวิทยา อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 60 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพของข้อทดสอบดังนี้

4.5.1 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความยากง่าย (Difficulty) เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % จากตารางจุด เทต ฟาน (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 186 - 188) ได้ข้อทดสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ

4.5.2 นำข้อทดสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วจากข้อ 4.5.1 ไปทดสอบกับนักเรียน จำนวน 60 คน ที่โรงเรียนคำเตยวิทยา อ.กุสุมา จ.ยโสธร ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ยังไม่เคยทำแบบทดสอบชุดนี้มาก่อน

4.5.3 วิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168 - 170) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .70

ตัวอย่างข้อทดสอบ

๐. ข้อใดไม่แสดงถึงการรักษาสกุลของบรรพชนชาติ

- ก. ดินคูกินน้ำ
- ข. แมวกินหนู
- ค. แมลงกินพืช
- ง. นกกินตัวหนอน
- จ. ปลาใหญ่กินปลาเล็ก

วิธีดำเนินการทดลอง

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มดังนี้
 - 1.1 สุ่มแบบกลุ่มมาศึกษา 2 ห้องเรียนจาก 10 ห้องเรียน โดยการจับสลาก
 - 1.2 สุ่มเฉพาะเพื่อแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน โดยการจับสลาก
 - 1.3 สุ่มเป็นห้องทดลองและห้องควบคุมอย่างละ 1 กลุ่ม
2. ทดสอบความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ข้อทดสอบวัดความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วตรวจให้คะแนนและหาสถิติพื้นฐานเพื่อใช้เป็นตัวแปร Covariate ในการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป
3. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยทำการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง เนื้อหาเดียวกัน กลุ่มทดลอง 13 คาบ และกลุ่มควบคุม 13 คาบ ดังนี้
 - 3.1 กลุ่มทดลอง ผู้วิจัยสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส วิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น
 - 3.2 กลุ่มควบคุม ผู้วิจัยสอนโดยการสอนตามคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ของ สสวท.
 - 3.3 ระยะเวลาในการทดลอง กลุ่มทดลองใช้เวลา 13 คาบ กลุ่มควบคุมใช้เวลา 13 คาบ
4. ทำการทดสอบหลังการ เรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และขอทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบแผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest Posttest Design (ฉนวน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 218)

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X	T_2
CR	T_1	$\sim X$	T_2

เมื่อ R	แผน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Assignment)
E	แผน กลุ่มทดลอง (Experiment Group)
C	แผน กลุ่มควบคุม (Control Group)
X	แผน การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส
$\sim X$	แผน การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
T_1	แผน การสอบก่อนการทดลอง (Pretest)
T_2	แผน การสอบหลังจากที่จัดกระทำการทดลอง (Posttest)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หาคาสถิติพื้นฐานของคะแนนความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ (Pretest) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Posttest) และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คาสถิติที่หาได้แก่ คะแนนเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของคะแนน
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance) ด้วยการใช้ความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปร Covariate
3. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance) โดยใช้ความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปร Covariate

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติดังนี้

1. การหาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน ไคแอก คาสกอไปน

1.1 คะแนนเฉลี่ย

1.2 ค่าความแปรปรวนของคะแนน (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ

2528 : 62)

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance) (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 122 - 130)

3. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance) (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 122 - 130)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และแปลผล

เพื่อให้เข้าใจตรงกันในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมาย ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ดังนี้

SS	แทน ผลบวกกำลังสองของคะแนน
SS'	แทน ค่าปรับแก้ของผลบวกกำลังสองของคะแนน
ScP	แทน ผลบวกของผลคูณของคะแนนก่อนการ เรียงและหลังการ เรียง (Cross Product)
XX	แทน คะแนนก่อนการ เรียงยกกำลังสอง
YY	แทน คะแนนหลังเรียงยกกำลังสอง
XY	แทน ผลคูณของคะแนนก่อนการ เรียงและหลังการ เรียง
MS'	แทน ค่าปรับแก้ของค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของคะแนน
F	แทน ค่าวิกฤตในการใช้ F - distribution
N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S	แทน ความ เบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่มทดลอง	หมายถึง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส
กลุ่มควบคุม	หมายถึง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ เรียนโดยการสอนตามปกติ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณหาพื้นฐานจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิจัยพื้นฐานจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

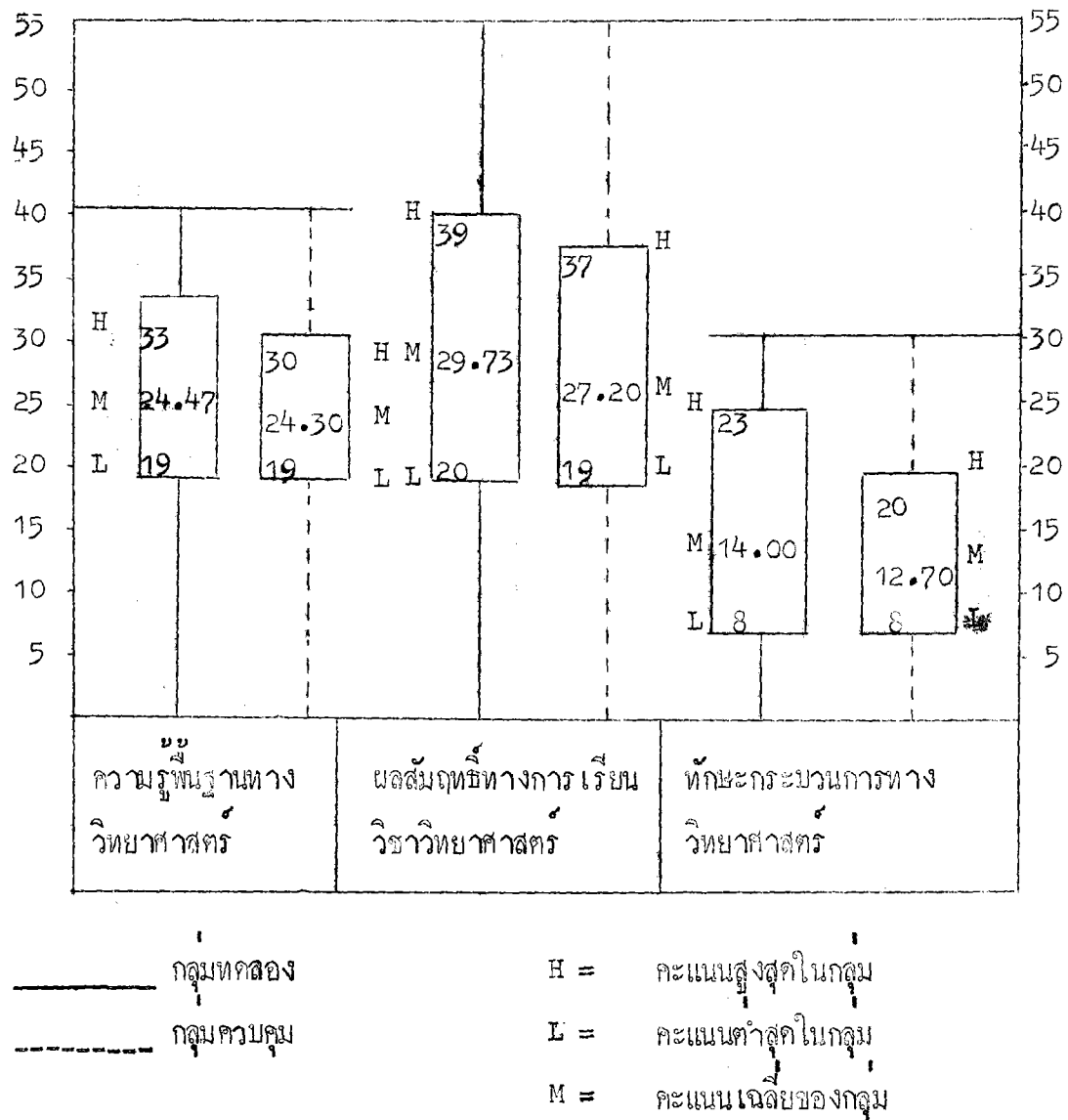
การวิจัยครั้งนี้ได้มีการประเมินผลการเรียนของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 3 ครั้ง คือ ก่อนการทดลอง โดยให้ขอทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และ หลังการทดลอง 2 ครั้ง โดยให้ขอทดสอบ 2 ฉบับ คือ ขอทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศรอบตัวเรา และขอทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

การทดสอบก่อนการทดลองเป็นการทดสอบเพื่อวัดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งใช้เป็นตัวปรับค่าตัวแปรตามในการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ผลของการวิเคราะห์ ห้แสดงในตาราง 3 - 7

ตาราง 3 การวิจัยพื้นฐานจากการทดสอบก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

การวิจัย พื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง					
	ความรู้พื้นฐานทาง วิทยาศาสตร์			ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์			ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์		
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S
กลุ่มทดลอง	30	24.47	2.90	30	29.73	4.63	30	14.00	3.79
กลุ่มควบคุม	30	24.30	3.29	30	27.20	3.85	30	12.70	2.87

จากตาราง 3 จะเห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
ใกล้เคียงกันคือ ไคค่าเฉลี่ยของคะแนนในกลุ่มทดลองและควบคุมเป็น 24.47 และ 24.30
ตามลำดับ ส่วนผลสัมฤทธิ์หลังการทดลอง จะพบว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม
เล็กน้อยทั้งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เพื่อให้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงได้นำค่าคะแนนเฉลี่ยในตาราง 3 มาแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติจากตาราง 3 และภาพประกอบ 6 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกันคือ ไคคะแนนเฉลี่ยในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 24.47 และ 24.30 ตามลำดับ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะเห็นว่ากลุ่มทดลองไคคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็พบว่ากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมเช่นกัน อย่างไรก็ตามในขั้นนี้ยังไม่ได้อธิบายความแตกต่างนี้มีความสำคัญทางสถิติหรือไม่ จึงได้นำผลไปเปรียบเทียบเพื่อหาความสำคัญด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance) ต่อไป

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอในตอนนี้เป็นผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance) โดยใช้ความรู้พื้นฐานมาเป็นตัวแปรรวม

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศรอบตัวเรา ผลการวิเคราะห์แสดงในตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน (ความถี่พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์) กับคะแนน
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	df ₁	SS			ScP		df ₂	SS' (Y)		
		XX	XY	YY	SS'	MS		F		
ระหว่างกลุ่ม (Treatment) ภายในกลุ่ม (Error)	1	0.417	6.333	96.267		1	90.299	90.299	5.559 *	
	58	557.767	263.934	1,050.667		57	925.775	16.241		
Total (T + E)	59	558.184	270.267	1,146.934		58	1,016.074	106.54		

* มนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในตาราง 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อให้ทราบทิศทางของความแตกต่างนี้ จึงวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง การศึกษา	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับแล้ว	29.68	27.24
ความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ปรับแล้ว	4.40	1.99

จากตาราง 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม จึงสรุปได้ว่าในการทดลองครั้งนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติจริง

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์แสดงในตาราง 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐานวิชาสถิติ (สอบก่อนทดลอง) กับคะแนนทักษะกระบวนการทางสถิติของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

Source of Variation	df 1	SS			df 2	SS (Y)		
		XX	XY	YY		SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (Treatment)	1	.417	25.35	3.250	1	25.044	25.044	2.406
ภายในกลุ่ม (Error)	58	557.767	594.30	24.70	57	593.206	10.407	
Total (T + E)	59	558.184	619.65	27.95	58	618.25		

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในตาราง 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งแสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วในตาราง 7

ตาราง 7 คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ \ กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้ว	13.996	12.703
ความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ปรับแล้ว	3.789	2.456

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 6 และ 7 สามารถสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

สรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความแตกต่างกัน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความแตกต่างกัน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปทุมพิทยาคม อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 10 ห้องเรียน นักเรียน 500 คน

กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบกลุ่มจากประชากรข้างต้นมาศึกษา จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 60 คน โดยการจับสลาก แลวนำมาคละกันและสุ่มอย่างง่าย เพื่อแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม และสุ่มเขาเป็นกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมอย่างละ 1 กลุ่ม โดยวิธีจับสลาก กลุ่มละ 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ 5 ประเภท คือ

1. ชุดการสอนมินิคอร์สวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องบรรยากาศรอบตัวเรา
2. แผนการสอนในชั้นเรียนปกติวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศรอบตัวเรา โดยยึดตามกิจกรรมของกลุ่มครู ศึกษ.
3. แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศรอบตัวเรา จำนวน 54 ข้อ
5. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดการสอนมินิคอร์ส แผนการสอนในชั้นเรียนปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมหาประสิทธิภาพของเครื่องมือดังกล่าวข้างต้น
2. เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มมาศึกษา 2 ห้องเรียน จาก 10 ห้องเรียน จำนวน 60 คน แล้วสุ่มคณะเขาเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละ 1 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน
3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยชุดทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้เป็นตัวแปรรวมในการวิเคราะห์ข้อมูล
4. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยสอนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 13 คาบ ดังนี้
 - 4.1 กลุ่มทดลอง เรียนจากชุดการสอนมินิคอร์ส
 - 4.2 กลุ่มควบคุม เรียนจากการสอนของครูตามคู่มือครู ศึกษ.

5. ทดสอบหลังเรียน (Post - test) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วย
แบบทดสอบสองฉบับ คือ

5.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร์

5.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าทางสถิติดังต่อไปนี้

1. คำนวณพื้นฐานจากการทดสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของคะแนน

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance)

3. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่ม
ควบคุมด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance)

ผลการทดลอง

ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศรอบตัวเราของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาค้นคว้า มีประเด็นต่าง ๆ ที่จะนำมาอภิปรายดังต่อไปนี้

1. เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สแตกต่างจากนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัย และในการทดลองครั้งนี้พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อุตัย หนูแดง (อุตัย หนูแดง 2526 : 102 - 104) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนโดยชุดการสอนจุลบท (Minicourse) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ บุวดี แก้วรักษา (บุวดี แก้วรักษา 2527 : 57 - 59) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาประสบการณ์ชีวิต 7 ของนักเรียนการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนโดยชุดการสอนจุลบท (Minicourse) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยการสอนตามวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การที่ผลการทดลองปรากฏดังข้างต้น อาจอธิบายได้ดังนี้

1.1 ความสนใจในการเรียน จากการสังเกตขณะสอนพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส มีความสนใจกระตือรือร้นต่อกิจกรรมการเรียนมากกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยวิธีปกติ อันอาจจะเป็นเพราะว่ากิจกรรมแปลกใหม่ของชุดการสอนมินิคอร์ส ซึ่งประกอบควมกิจกรรมหลายรูปแบบ เช่น การดูวิดีโอ การฟังเทป การอ่านบทเรียน การดูการอภิปรายกลุ่มย่อย และการชมสไลด์ เป็นต้น นอกจากนี้การจัดระบบในชุดการสอนมินิคอร์สที่มีการสอมาก่อนเรียนและหลังเรียนทุกคาบนับเป็นสิ่งแปลกใหม่ที่น่าสนใจให้นักเรียนอยากดูอยากเห็นมากขึ้น อีกประการหนึ่งก็อาจเป็นเพราะว่า ชุดการสอนมินิคอร์สประกอบควมบทเรียนย่อย ๆ ที่แจกให้นักเรียนสามารถอ่านทบทวนได้ตลอดเวลา นอกจากนี้อาจเป็นเพราะว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีสอนตามปกตินั้น นักเรียนคุ้นเคยกับวิธีการอยู่แล้ว จึงสนใจต่อกิจกรรมการเรียนน้อยกว่า

1.2 การเตรียมชุดการสอนมินิคอร์ส ชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้นได้นำไปทดลองใช้และปรับปรุงกิจกรรมให้เหมาะสมทุกระดับชั้นตอนและจัดไว้อย่างมีระบบ การเรียนการสอนจึงดำเนินไปอย่างมีขั้นตอนต่อเนื่อง ซึ่งแต่ละกิจกรรมใช้สื่อการเรียนที่แปลกใหม่เร้าใจ

2. เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากผลการทดลองปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ทดสอบทดลองกับผลการวิจัยอื่น ๆ ของ สัณญา ทิพย์เสนา (สัณญา ทิพย์เสนา 2517 : 55 - 56) อุทัย ชีวะชนรักษ์ (อุทัย ชีวะชนรักษ์ 2517 : 40 - 41) สุมาลี พิศราภูล (สุมาลี พิศราภูล 2518 : 45 - 46) และเชาวนี อะยะวงศ์ (เชาวนี อะยะวงศ์ 2526 : 1 - 63) ซึ่งทุกงานวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แม้ว่าแต่ละงานวิจัยจะใช้วิธีสอนที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมได้ แต่ยังไม่สามารถทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันได้เลย

การที่ผลการทดลองปรากฏดังข้างต้นนี้อาจเป็นเพราะว่า

2.1 โอกาสในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีพอ ๆ กัน ทั้งนี้ก็เพราะว่าในชุดการสอนมินิคอร์สที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นยังใช้วิธีและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์เดียวกันกับในคู่มือครูของ สสวท.

2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 13 คาบ คาบละ 50 นาที ยังไม่เพียงพอสำหรับการศึกษาเปรียบเทียบผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ถ้าเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาใหม่อีกขึ้นอาจทำให้ความแตกต่างของทั้งสองกลุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็จะสังเกตได้จากค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจากตาราง 7

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอนมินิคอร์ด

1.1.1 จากการศึกษาวิจัยพบว่า การเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ด ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ดังนั้นการส่งเสริมและเผยแพร่ให้มีการผลิตและใช้ชุดการสอนมินิคอร์ดในโรงเรียนมัธยมศึกษา จึงเป็นแนวทางหนึ่ง ที่ควรได้รับการสนับสนุน เพื่อการเพิ่มคุณภาพการศึกษาให้สูงขึ้น

1.1.2 หน่วยงานในสังกัด กรมสามัญศึกษา เป็นหน่วยงานในสังกัด กรมสามัญศึกษา ที่มีความพร้อมทั้งในด้านการบุคลากร ด้านวิชาการ และด้านลักษณะงาน จึงควรเป็นหน่วยงานที่เป็นผู้ศึกษาเรื่องชุดการสอนมินิคอร์ดอย่างแท้จริง และผลิตออกเผยแพร่หรือส่งเสริมให้ใช้อย่างแพร่หลายในโรงเรียนมัธยมศึกษา จะเป็นการพัฒนาคุณภาพการศึกษา หรือคุณภาพการสอนของครูโดยตรงอีกทางหนึ่ง

1.1.3 รูปแบบของการเรียนการสอนโดยชุดการสอนมินิคอร์ด สมควรได้รับการศึกษาและพัฒนาใหม่ประสิทธิภาพยิ่ง ๆ ขึ้นไป ทั้งนี้เพราะยังเป็นวิธีการที่ใหม่ และมีผลงานวิจัยเพื่อพัฒนาอย่างมาก จึงน่าจะอยู่ในความสนใจของนักการศึกษาในมหาวิทยาลัยต่อไป เพื่อผลักดันให้ก้าวหน้าไปสู่รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ เช่น ระดับประถม - มัธยม - วิทยาลัย เป็นต้น

1.1.4 รูปแบบการสอนโดยชุดการสอนมินิคอร์ด เป็นช่องทางสำคัญที่เทคโนโลยีทางการศึกษาสามารถเข้าไปอยู่ในชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้นกว่าการสอนปกติ ดังนั้น การส่งเสริมการใช้วิธีการของชุดมินิคอร์ด ควรจะควบคู่ไปกับการส่งเสริมให้โรงเรียน

ได้เห็นความสำคัญของเครื่องมือทางเทคโนโลยีการศึกษา และวิธีการอันเป็นระบบควบคู่ไปด้วย เพื่อจะเป็นการเกื้อกูลให้การใช้ชุดการสอนมีนครสมมีความเป็นไปได้ยิ่งขึ้น เทคนิคต่าง ๆ ทางด้านเทคโนโลยี เช่น การจัดท่าสไลด์ - เทป - การฉายทำแถบบันทึกภาพ (วีดีโอ) ควรได้รับการส่งเสริมให้โรงเรียนมัธยมศึกษาสามารถผลิตสิ่งเหล่านี้ได้เอง

1.1.5 ชุดการสอนมินิคอร์ส มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ซึ่งสมควรจะต้องระมัดระวังในการสร้างขึ้นมาใช้

ข้อดีของชุดการสอนมินิคอร์ส

1. การผลิตชุดการสอนมินิคอร์สใช้วิธีวางแผนอย่างมีระบบ มีการออกแบบและวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอน - สื่อการสอนที่เหมาะสมและสอดคล้องจุดประสงค์ มีการประเมินผลตนเอง และมีการหาประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้ จึงอาจสรุปได้ว่ามีความพร้อมในการใช้มากกว่าวิธีการเตรียมการสอนตามปกติของครูโดยทั่วไป
2. กิจกรรมในชุดการสอนมินิคอร์สมีหลายประเภท มีสื่อการสอนหลายรูปแบบ ใช้เทคโนโลยีทางการศึกษามากขึ้น ทำให้ผู้เรียนสนใจสนใจในการเรียนตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้นักเรียนสนใจการเรียนได้ดีกว่าวิธีสอนตามปกติ
3. ชุดการสอนมินิคอร์สตอบสนองต่อหลักการและทฤษฎีทางจิตวิทยาหลายประการ เช่น หลักการทำความเข้าใจ (Value Clarification) ซึ่งเกิดจากการอภิปราย กลุ่มย่อยการแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม ตลอดจนข้อสรุปจากสื่อการสอนหลาย ๆ รูปแบบ นอกจากนี้ยังสนองต่อหลักการเรียนเพื่อรู้แจ้ง (Learning for Mastery) เป็นต้นว่า มีโอกาสได้เรียนเป็นรายบุคคลมากขึ้น มีโอกาสประสบผลสำเร็จด้วยตนเองมากขึ้น มีโอกาสได้เรียนเนื้อหาที่ละเอียด ๆ ทั้งนี้เพราะชุดมินิคอร์สหลาย ๆ ตอน ใช้วิธีเรียนจากบทเรียนสำเร็จรูป นอกจากนี้ชุดการสอนมินิคอร์สยังตอบสนองต่อกฎการเรียนรู้ของ ทอร์นไดค์ เช่น กฎแห่งผล กฎแห่งการฝึก และกฎแห่งความพร้อม เป็นต้น

ข้อเสียของชุดการสอนมินิคอร์ส

1. กิจกรรมที่กำหนดไว้อย่างตายตัว ไม่สามารถยืดหยุ่นได้หรือปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในชั้นเรียนไม่ได้ วิธีแก้คือ ควรได้ให้ทางเลือกสำหรับสื่อและกิจกรรมไว้มากมาย ๆ รูปแบบให้ครูเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมตามสถานการณ์ในชั้นเรียน

2. การกำหนดเวลาสำหรับกิจกรรมหนึ่งมักไม่ค่อยตรงกับความเป็นจริง บางกิจกรรมจะดูยาวกว่าเวลาที่กำหนดไว้ให้ วิธีแก้ควรใช้การทดลองใจกับกลุ่มตัวอย่างหลาย ๆ ครั้ง เพื่อหาค่าที่เป็นไปได้และใกล้เคียงกับความเป็นจริงให้มากที่สุด

3. การเตรียมการของครู แนวทางการสอนมินิคอร์สจะเอื้ออำนวยความสะดวกให้แก่ครูในการสอน แต่ครูจะต้องทำความเข้าใจบทเรียนและแผนการสอนในแต่ละคาบทุก ๆ กิจกรรมเป็นอย่างดี ต้องจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสื่อตามที่กำหนดอย่างพร้อมสรรพ หากการเตรียมการสอนไม่พร้อมจะทำให้การสอนไม่ราบรื่น และยุ่งยากกว่าการสอนตามปกติเลยทีเดียว แต่ก็เป็นการคุ้มค่าต่อประสิทธิภาพที่จะเกิดขึ้นในการใช้

1.2 เกี่ยวกับการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1.2.1 การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มนักเรียนเขาเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นรายบุคคล ทำให้ไม่สามารดำเนินการทดลองในชั้นเรียนปกติได้ จึงต้องทำการทดลองในวันเสาร์และอาทิตย์ วันละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที โดยวันเสาร์ทำการสอนในกลุ่มทดลอง และวันอาทิตย์ทำการสอนกลุ่มควบคุม ผลการทดลองอาจแตกต่างจากการทดลองในชั้นเรียนปกติ

1.2.2 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ไม่ปรากฏในหลักสูตรที่ปรับปรุงใหม่ของ สสท. รายวิชา ว.101 ฉบับ พ.ศ. 2530 แต่จะปรากฏในรายวิชาอื่น ๆ ในชั้นสูงขึ้นไป การนำผลวิจัยไปใช้จึงควรมีการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับระดับชั้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

2.1 ควรศึกษาองค์ประกอบอื่น ๆ จากการใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ ความวิตกกังวล แรงจูงใจ ความคุ้มค่าในการลงทุน ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นต้น

2.2 ควรศึกษาและพัฒนารูปแบบชุดการสอนมินิคอร์สที่เหมาะสมต่อการพัฒนาความทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น

2.3 ควรได้ศึกษาค้นคว้าต่อไปว่า ชุดการสอนมินิคอร์สเหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาแบบใดมากที่สุด เช่น การจดจำข้อเท็จจริง การเรียนรู้ ความคิดรวบยอด หรือทักษะเชาว์ปัญญา การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหว และการเรียนรู้ทางเจตคติ เป็นต้น

2.4 ควรได้ศึกษาค้นคว้าต่อไปว่า รูปแบบเฉพาะของชุดมินิคอร์สของแต่ละวิชา มีรูปแบบเฉพาะเป็นอย่างไร เช่น รูปแบบของมินิคอร์สวิชาภาษาไทย กับวิชาวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างไร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กอสักดิ์ ศรีน้อย การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2527, 166 หน้า อักสำเนา
- กิ่งฟ้า สีนุวงศ์ และคนอื่น ๆ รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2525,
169 หน้า
- โกวิท ประวาลพุกษ์ การประเมินในชั้นเรียน วัฒนาพานิช 2523, 280 หน้า
- ไชศรี อารมณ์รัตน์ และคนอื่น ๆ "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะหาความรู้"
ชาว สสวท. 9(4) : 5 - 7 กรกฎาคม - กันยายน 2524
- จำนง พรายแย้มแซ เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์ สำนักพิมพ์สันทิต 2524,
212 หน้า
- จิรพันธ์ อรุณรัตน์ การประเมินผลการใช้อุปกรณ์การสอนและวัสดุประกอบการปฏิบัติ
การสาขาวิชาวิทยา หลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เขตการศึกษา 4 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ 2523, 250 หน้า อักสำเนา
- ฉวีวรรณ กีนาวงศ์ เอกสารประกอบการเรียน ประถม 421 มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ พิมพ์โลก ม.ป.ป. 208 หน้า อักสำเนา
- ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการเขียนข้อสอบ พิทักษ์อักษร ม.ป.ป. 407 หน้า
- เชาวลี อะยะวงศ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ควบแบบเรียนสำเร็จรูปและควบครูฝึกของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4
ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 250 หน้า
อักสำเนา

น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521, 117 หน้า
อค์สำเนา

บุญฤทธิ์ กิริอาชากุล การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่าง ม.ศ. 1 กับ ม. 1 เขตการศึกษา 3 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 81 หน้า อค์สำเนา

ประณีต วิบูลย์ประพันธ์ พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา (ตอนที่ 1) โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2521, 137 หน้า

ณกามาศ วรานุสันติกุล ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมปลาย กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของครู วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 97 หน้า
อค์สำเนา

พัชรา เรืองรักมี ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 61 หน้า อค์สำเนา

มหาวิทยาลัย, ทบทวน การเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 2525, 211 หน้า อค์สำเนา

ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 2525, 307 หน้า
อค์สำเนา

การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525, 74 หน้า
อค์สำเนา

ยัง พิทยานิยม การวัดผลการศึกษา หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมอาชีวศึกษา 2523, 315 หน้า

ยุวดี แก้วรักษา การทดลองใช้ชุดการสอนจุดบอดวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต
ในชั้นเรียน การศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ ระดับ 4 ปริญญาโท กศ.ม.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 266 หน้า อัดสำเนา
 ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ หลักการวิจัยการศึกษา ศึกษาพร 2528,
 314 หน้า

วิชาการ, กรม "การศึกษาพฤติกรรมการเรียนการสอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น" การปรับปรุงคุณภาพงานวิจัยทางการศึกษา
กองวิจัยทางการศึกษา 2525, 144 หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง คู่มือครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 โรงพิมพ์
 ครูสภา 2517,
 ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน คู่มือครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1
 โรงพิมพ์ครูสภา 2517

สมจิต สวชนไพบูลย์ การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ 2526, 140 หน้า
 อัดสำเนา

สัญญา ทิพย์เสนา การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (โดยเน้นทักษะ
เบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอบแบบปกติในวิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 88 หน้า อัดสำเนา

สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สสวท. ทักษะและคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
วิทยาศาสตร์ (เอกสารหมายเลข 5) ม.ป.ท., ม.ป.ป. 13 หน้า

สามัญศึกษา, กรม การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ
หน่วยศึกษานิเทศก์ 2526, 81 หน้า อัดสำเนา

สุมาลี พิตรากุล ความสัมพันธ์ระหว่างกริยาวรรณทางวาทะกับการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อน
ของขบวนการวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยาลัย ค.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 121 หน้า อัดสำเนา

สุวัจน์ ยุทธเสรี การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนจากชุดการเรียนการสอนมินิคอร์ส
กับการสอนตามคู่มือครูการสอนภาษาอังกฤษ ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 168 หน้า

สุวัจน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด โรงพิมพ์วัฒนาพานิช
2517, 240 หน้า

อนันต์ จันทร์ทวี ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียน ม.ศ. 2 และ ม.2 ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 226 หน้า อัดสำเนา

อนันต์ ศรีโสภ ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ 2522, 281 หน้า อัดสำเนา

อำนวยการ เลศขันธ์ การสร้างข้อทดสอบและการประเมินผลการศึกษา อำนวยการพิมพ์
ม.ป.ป. 279 หน้า

อุทัย หนูแก การทดลองชุดการเรียนการสอนมินิคอร์สกับนักเรียนผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ
ระดับ 3 วิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 4 ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 290 หน้า

American Association for the Advancement of Science. Science Aprocess
Approach Commentary for Teacher. Washignton D.C. AAAS., 1970. 683 p.

Anderson, Jack Ronald "The Development and Affictine Evaluation of
Minicourse structure for General Education Earth Science,"
Dissertation International Abstrace. Vol. 35 No. 11, December,
1973. 4021 p.

AFFID The Minicourse Approach : what it is and How it works.
UNESCO, Regional office Bangkok, 1982. 55 p.

Department of Nonformal Education. The Development of the
Minicourse for the Functional Education Level 3 - 4 Teacher
Training Project. 1982. 122 p.

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

Katez, Owyne Ellen. "Validation of Minicourse 2 with Pre-Service Teachers of Primary and Inter Mediate Educate Mentally Retarded Children," Dissertation International Abstracts. Vol. 36, No.1 1975. 218 p.

Kerr, William Kordon, "A Study of Designated Affective Behaviors of Highschool Students Enrolled in Minicourses and Traditional Cousses," Dissertation International Abstracts. Vol. 36, No. 6, December, 1976. 3356 - 7-A p.

Meyer G.R. and ate all. How to Present a Minicourse. Macquarie University Printery, 1978. 221 p.

Meryer G.R. The Minicourse as a Model for the Continuing Education of Teachers. Macquarie University, Center for Advancement of Teaching Sydney, 1978. 27 p.

Sun, R.B. and L.W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio, Charles and Merrill Publishing, C. 1973. 631 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. ตารางแสดงค่าสัดส่วนของยูทอปถูกในกุ่มสูง (P_H) และกุ่มต่ำ (P_L)
ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่ายมาตรฐาน
(r) ของเครื่องมือวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว.101 เรื่องบรรยากาศ
รอบตัวเรา

ตารางแสดงค่า P_H , P_L , P , r เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ	ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	.88	.50	.71	.44	10.8	21	.69	.44	.57	.26	12.3
2	.81	.63	.72	.22	10.6	22	.50	.25	.37	.27	14.3
3	.69	.44	.57	.26	12.3	23	.69	.44	.57	.26	12.3
4	.75	.56	.66	.21	11.4	24	.50	.25	.37	.27	14.3
5	.69	.44	.57	.22	12.3	25	.44	.19	.31	.29	15.0
6	.81	.63	.72	.22	10.6	26	.75	.38	.57	.38	11.3
7	.88	.69	.79	.27	9.7	27	.75	.38	.57	.38	11.3
8	.31	.19	.25	.16	15.7	28	.81	.63	.72	.22	10.6
9	.56	.31	.43	.26	13.7	29	.69	.44	.57	.26	12.3
10	.56	.31	.43	.26	13.7	30	.75	.50	.63	.27	11.7
11	.88	.69	.79	.27	9.7	31	.88	.56	.73	.39	10.5
12	.63	.38	.51	.25	12.9	32	.75	.44	.60	.32	12.0
13	.56	.31	.43	.26	13.7	33	.88	.69	.78	.29	9.9
14	.69	.56	.63	.14	11.7	34	.88	.69	.78	.29	9.9
15	.69	.38	.54	.32	12.6	35	.69	.44	.57	.26	12.3
16	.88	.69	.79	.27	9.7	36	.69	.38	.54	.32	12.6
17	.88	.69	.79	.27	9.7	37	.69	.50	.60	.20	12.0
18	.75	.50	.63	.27	11.7	38	.56	.31	.43	.26	13.3
19	.69	.38	.54	.32	12.6	39	.81	.63	.72	.22	10.6
20	.69	.38	.54	.32	12.6	40	.75	.50	.63	.27	11.7

ตาราง (ต่อ)

จุด ตัด	P_H	P_L	P	r	Δ	จุด ตัด	P_H	P_L	P	r	Δ
41	.75	.50	.63	.27	11.7	48	.69	.31	.50	.38	13.0
42	.88	.44	.68	.49	11.2	49	.50	.25	.37	.27	14.3
43	.50	.25	.37	.27	14.3	50	.56	.31	.43	.26	13.7
44	.50	.31	.40	.20	14.0	51	.69	.44	.57	.26	12.3
45	.88	.75	.82	.20	9.4	52	.75	.50	.63	.27	11.7
46	.69	.44	.57	.96	12.3	53	.69	.50	.60	.20	12.0
47	.88	.63	.76	.33	10.1	54	.81	.50	.66	.34	11.3

ข้อทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ว.101

เรื่อง บรรยายภาพรอบตัวเรา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อทดสอบฉบับนี้ 54 ข้อ ใช้เวลาตอบ 60 นาที โดยอ่านข้อคำถามแล้ว พิจารณาเลือกหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจากตัวเลือก ก, ข, ค, ง. เมื่อเลือกได้คำตอบใด ให้กา + ตอบลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับเลขข้อและตัวเลือกที่เลือกตอบนั้น

ตัวอย่างคำถามและตัวเลือก

ข้อ 0. สารในข้อใดมีความหนาแน่นมากที่สุด

ก. อากาศ

ข. น้ำ

ค. กิน

ง. เหล็ก

ตัวอย่างการตอบ

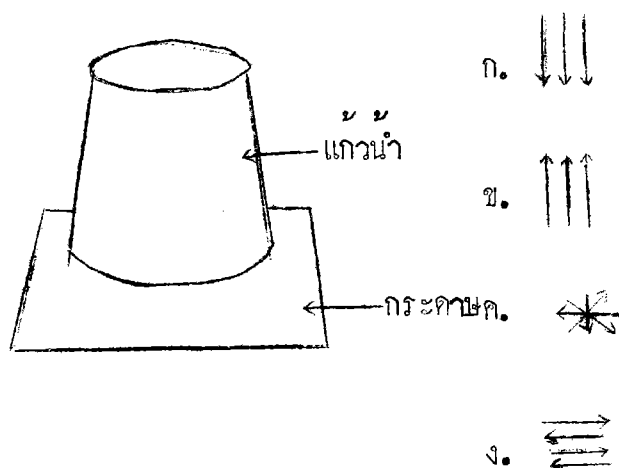
ข้อ 0. (ก) (ข) (ค) ~~(ง)~~

การเปลี่ยนคำตอบ ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ชัดเจนขึ้นให้คำตอบเดิม แล้วกาทับข้อคำตอบใหม่ที่ต้องการ เช่น

ข้อ 0. (ก) ~~(ข)~~ (ค) ~~(ง)~~

ขอให้ตอบอย่างตั้งใจและจงอย่าเสียเวลากับการคิดตอบข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป จงข้ามไปทำข้อง่ายก่อนก่อนเมื่อมีเวลาเหลือจึงวกกลับมาทำข้อยากนั้น ๆ ขอให้โชคดี

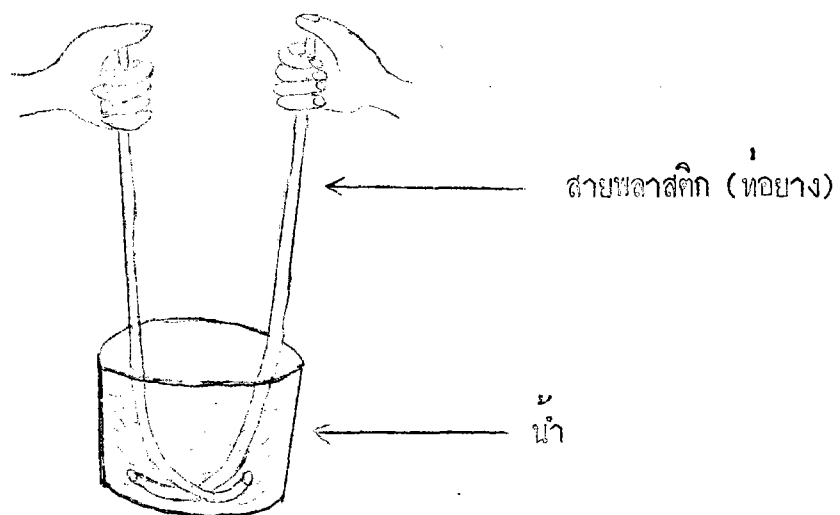
1. แรงดันอากาศต่อตารางพื้นที่เรียกว่าอะไร
 - ก. แรงกด
 - ข. แรงดัน
 - ค. ความดัน
 - ง. ความกดดัน
2. อากาศมีแรงกดดันในลักษณะใด
 - ก. มีแรงกดลงในแนวดิ่ง
 - ข. มีแรงกดดันในแนวตั้งขึ้น
 - ค. มีแรงกดดันทุกทิศทุกทาง
 - ง. มีแรงกดในแนวขนานกับพื้นดิน
3. การที่คนเราก้าวชีวิตอยู่โดยไม่รู้สึกว่ามีแรงกดดันของอากาศ เปรียบเทียบกับข้อใด
 - ก. ปลาในน้ำ
 - ข. วาวในอากาศ
 - ค. กบในกลาครอบ
 - ง. เสี่ยงในอวกาศ
4. จากภาพแนวของแรงดันอากาศควรมีทิศทางตามข้อใดมากที่สุด



5. การสร้างเครื่องใช้ เช่น จรวด รถแข่ง เรือเร็ว มักจะสร้างให้หัวเรียวเล็กเพื่ออะไร

- ก. เพิ่มความเร็ว
- ข. ความสวยงาม
- ค. ลดการเสียดทาน
- ง. ลดแรงดันอากาศ

พิจารณารูปภาพแล้วตอบคำถาม ข้อ 6 - 7

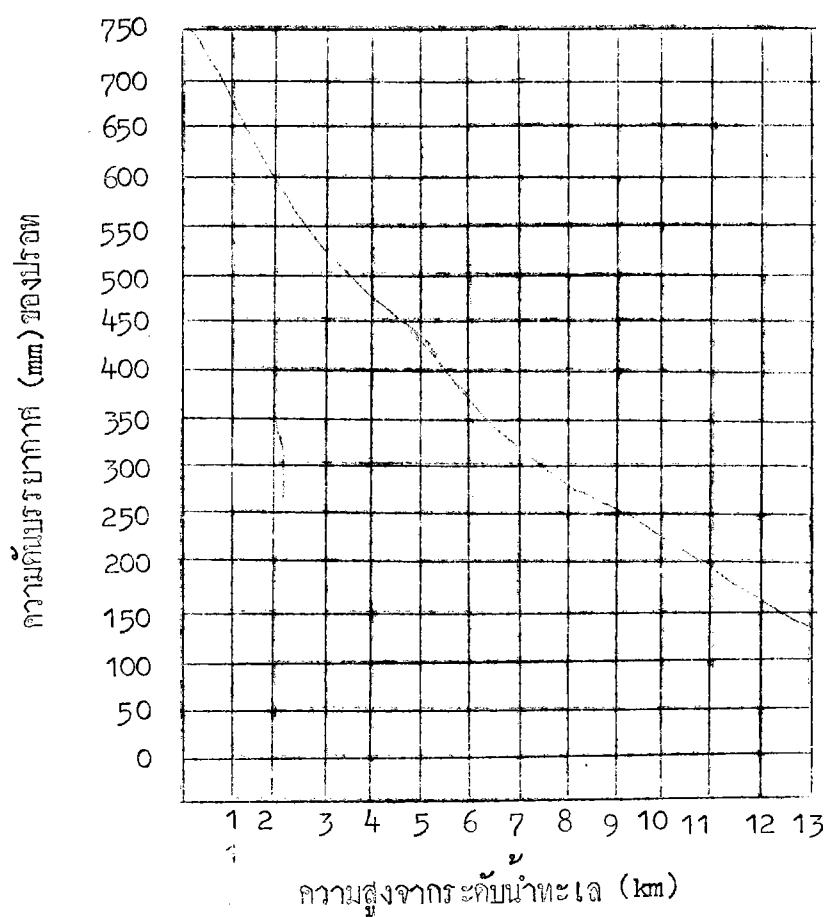


6. ถ้าทำการทดลองดังภาพแล้ว ยกท่อยางสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยให้ปลายท่อยางด้านล่าง ยังคงอยู่ที่ระดับน้ำ ระดับน้ำในท่อยางจะอยู่ได้สูงสุดเท่าใด

- ก. 1 เมตร
- ข. 10 เมตร
- ค. 15 เมตร
- ง. 40 เมตร

7. จากการทดลองดังภาพ ถ้าเปลี่ยนจากน้ำเป็นปรอท ระดับปรอทจะขึ้นไ้สูงที่สุดเท่าใด
- 76 มิลลิเมตร
 - 76 เซนติเมตร
 - 716 มิลลิเมตร
 - 1,760 เซนติเมตร
8. เมื่อความดัน 1 บรรยากาศเท่ากับ 1,013.15 มิลลิบาร์ ความดันนี้จะมีค่าเท่ากับข้อใด
- ความดันของบรรยากาศที่ดันน้ำให้สูง 76 เซนติเมตร
 - ความดันของอากาศที่แทนน้ำหนักของน้ำ 1 กิโลกรัม
 - ความดันของอากาศที่แทนน้ำหนักของแอลกอฮอล์ 10 ลูกบาศก์นิ้ว
 - ความดันของบรรยากาศที่ดันปรอทให้สูง 760 มิลลิเมตร
9. ตามแบบสามารถควบคุมความกดดันของอากาศในที่ต่าง ๆ บนโลกได้จะสามารถแก้ปัญหาข้อใดได้
- ฝนแล้ง
 - สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
 - ความยากจน
 - โรคขาดอาหาร
10. การที่อากาศสามารถดันน้ำให้สูงขึ้นในหลอดไ้สูงกว่าปรอทนั้น ชี้ให้เห็นแนวโน้มในข้อใด
- ถ้าใช้น้ำมันแทนน้ำระดับจะขึ้นไ้ต่ำกว่าปรอท
 - ถ้าใช้แอลกอฮอล์แทนน้ำระดับจะขึ้นไ้ต่ำกว่าน้ำ
 - ถ้าใช้น้ำมันกาสแทนน้ำระดับจะขึ้นไ้สูงกว่าน้ำ
 - ถ้าใช้น้ำเกลือแทนน้ำระดับจะขึ้นไ้สูงกว่าน้ำ

ดูตารางต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 11



11. ณ ที่ความสูง 9 กิโลเมตร ความดันบรรยากาศเป็นเท่าใด
- ก. 9 มิลลิเมตรของปรอท
 - ข. 90 มิลลิเมตรของปรอท
 - ค. 150 มิลลิเมตรของปรอท
 - ง. 250 มิลลิเมตรของปรอท

12. การเดินทางควรมีรถบรรทุกหนึ่งมีการวัดความหนาแน่นของอากาศทุก 10 นาที ผลปรากฏดังตาราง จากข้อมูลนี้จะบ่งบอกในเรื่องใด

กำหนดเวลาวัด	ความหนาแน่นอากาศ
10 นาที 1	.0013
10 นาที 2	.0010
10 นาที 3	.0013
10 นาที 4	.0009
10 นาที 5	.0013
10 นาที 6	.0008

- ก. ถนนโค้งไปมา
 ข. รถยนต์คุณภาพสูง
 ค. ถนนตัดชันเขาสูงเขาบอย ๆ
 ง. ถนนเพิ่มสร้างเสร็จใหม่ ๆ
13. ถ้ามีการวัดความดันของบรรยากาศพร้อมกับการวัดความหนาแน่นทุกครั้งในข้อ 12 นั้นควย
 คำนวณความดันที่ใดจะสอดคล้องกับข้อใด
- ก. 1.1 บาร์ → 1.2 บาร์ → 1.3 บาร์ → 1.4 บาร์ → 1.5 บาร์ → 1.6 บาร์
 ข. 1.5 บาร์ → 1.4 บาร์ → 1.3 บาร์ → 1.2 บาร์ → 1.1 บาร์ → 1 บาร์
 ค. 1.1 บาร์ → 1.4 บาร์ → 1.2 บาร์ → 1.5 บาร์ → 1.1 บาร์ → 1.5 บาร์
 ง. 1.1 บาร์ → 1.2 บาร์ → 1.4 บาร์ → 1.3 บาร์ → 1.2 บาร์ → 1.1 บาร์

14. ถ้าเราขุดบ่อลึกลงไปในพื้นที่มาก ๆ เราจะเจอปัญหาในข้อใด
- อากาศหายใจไม่พออาจทำให้เป็นลมหน้ามืด
 - มีอากาศอีกอีกเพราะอากาศมีความหนาแน่นมากขึ้น
 - มีอากาศคั่นไส้เนื่องจากกลิ่นของแร่ธาตุ
 - มีอากาศทรงตัวลำบากเนื่องจากการสั่นสะเทือนของโลก
15. ในฤดูหนาวส่วนประกอบของอากาศในข้อใดมีมากที่สุด
- ไอน้ำ
 - ฝุ่นละออง
 - ควันไฟ
 - หยดน้ำ
16. ในประเทศที่อากาศหนาวมาก ๆ ในยุโรป ผู้คนอาจไม่ต้องอาบน้ำ 2 - 3 วันก็ได้โดยไม่มีการเห็นขี้เยวเห็นอะทะตามตัว เป็นเพราะเหตุใด
- ไม่มีเหงื่อไหลและมักเทรีไม่เจริญเติบโต
 - อากาศแห้งมักเทรีไม่เจริญเติบโต
 - บรรยากาศมีฝุ่นละอองน้อยทำให้ผิวหนังไม่ค่อยสกปรก
 - อากาศมีควันจากการเผาไหม้ทำให้มักเทรีตาย
17. ถ้านำสิ่งต่อไปนี้ไปไว้กลางแสงแดดสิ่งใดจะรับความร้อนได้เร็วที่สุด
- ดินเหนียว
 - ดินร่วน
 - น้ำ
 - ทราย
18. ในตอนกลางคืนบรรยากาศเหนือพื้นที่ใดจะอบอุ่นมากที่สุด
- อ่างเก็บน้ำลำปาว
 - ทุ่งกุลาร้องไห้
 - ทุ่งนาในเขตอำเภอเมือง
 - ป่าดิบของเทือกเขาภูพาน

19. "อุณหภูมิของบรรยากาศจะแปรผกผันกับความสูง" ลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นใดชั้นที่สุด
- สตราโตสเฟียร์
 - เมโสสเฟียร์
 - โทรโปสเฟียร์
 - ไอโอโนสเฟียร์
20. สาเหตุข้อใดที่ทำให้บรรยากาศใกล้ผิวโลกอบอุ่นมากกว่าบรรยากาศในระดับสูงขึ้นไป
- เพราะบรรยากาศชั้นนี้มีเมฆหมอกมากจึงรับความร้อนได้
 - เพราะบรรยากาศชั้นล่างได้รับความร้อนจากผิวโลกซึ่งดูดซับไว้จากแสงอาทิตย์
 - เพราะบรรยากาศชั้นบนอยู่ในที่สูงกว่า จึงได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อย
 - เพราะบรรยากาศชั้นล่างมีการเคลื่อนไหวน้อยกว่าบรรยากาศชั้นบน
21. การทำงานในทะเลทรายควรแต่งตัวอย่างไร
- แต่งกายเสื้อผ้างางที่สุดและน้อยที่สุดให้คลุมส่วนของร่างกายน้อยที่สุด
 - แต่งกายเสื้อผ้างางและมากจนที่สุดให้คลุมส่วนของร่างกายมากที่สุด
 - แต่งกายชุดสีดำและให้หลายชั้นที่สุดให้คลุมส่วนของร่างกายมากที่สุด
 - แต่งกายชุดสีขาวหรือสีอ่อนให้คลุมส่วนของร่างกายให้มากที่สุด
22. การสวมชุดกันหนาวนั้นความอบอุ่นที่เกิดจากอะไรมากที่สุด
- เสื้อผ้าหนาช่วยป้องกันความหนาวจากภายนอก
 - เสื้อผ้าหนาช่วยห่อหุ้มความอบอุ่นที่ไต่จากร่างกายเอาไว้
 - เสื้อผ้าหนาช่วยสร้างความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย
 - เสื้อผ้าหนาช่วยดูดซับความอบอุ่นจากภายนอกให้แก่ร่างกาย

23. บนพื้นผิหนึ่งหนึ่งของโลกพบว่าในเวลากลางคืนอากาศหนาวจัด แต่เวลากลางวันอากาศร้อนจัด" ถ้าต้องการ เปลี่ยนแปลงให้อุณหภูมิในเวลากลางวันไม่ร้อนนัก และกลางคืนก็ไม่หนาวนัก ควรจะปรับปรุงในเรื่องใด
- ปลูกป่าให้มากขึ้น และสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ให้มาก
 - ตัดไม้ทำลายป่าให้เหลือน้อยที่สุด เพราะมีป่ามากเกินไป
 - ปรับพื้นที่ให้ราบเรียบด้วยการทำลายภูเขาและถมทะเล
 - ทำทางระบายน้ำออกสู่ทะเลเพราะมีน้ำขังตามพื้นที่มากเกินไป

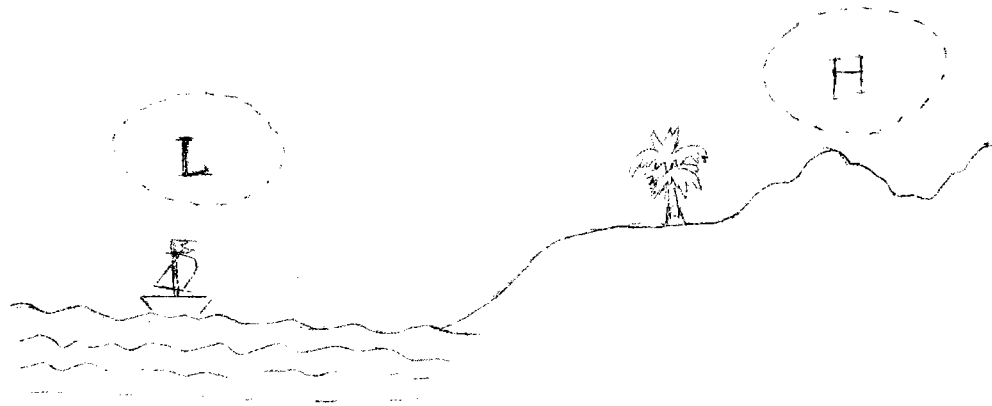
ศึกษาข้อมูลจากตารางต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 24

ความสูงจากระดับน้ำทะเล	อุณหภูมิของอากาศ (°C)			
0 กิโลเมตร	16.5	5.5	27.5	27.5
2 กิโลเมตร	-5.5	-5.5	16.5	-5.5
4 กิโลเมตร	5.5	-16.5	5.5	-16.5
6 กิโลเมตร	26.5		-5.5	16.5
8 กิโลเมตร	27.5	27.5	-16.5	5.5

24. ถ้าข้อมูลในของ ก, ข, ค, ง คืออุณหภูมิที่คาดคะเนเอาเอง ข้อมูลในข้อใด น่าจะเป็นจริง
- ของ ก.
 - ของ ข.
 - ของ ค.
 - ของ ง.

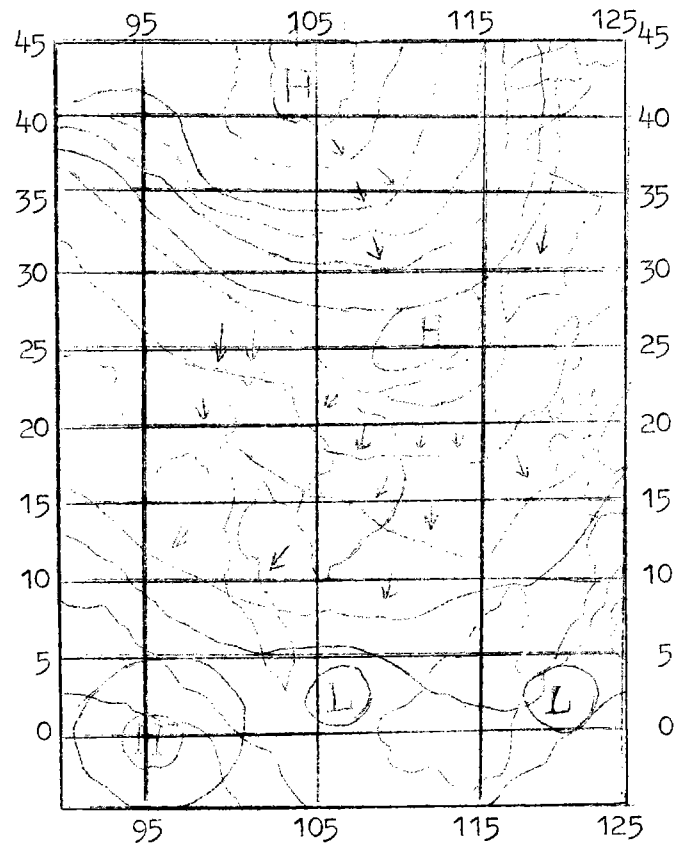
25. เครื่องบินที่บินสูงระดับ 9.5 กิโลเมตร ควรต้องใช้เครื่องปรับอากาศลักษณะตามข้อใด
- ก. เครื่องปรับอากาศเย็น
 - ข. เครื่องปรับอากาศอุ่น
 - ค. เครื่องปรับอากาศอุณหภูมิ 20°C เป็น 15°C
 - ง. เครื่องปรับอากาศอุณหภูมิ 15°C เป็น 20°C
26. คำกล่าวหา "อุณหภูมิแปรผกผันกับความสูง" นั้น มีความหมายตรงกับข้อใด
- ก. ความสูงมากขึ้นอุณหภูมิก็สูงมากตามไปด้วย
 - ข. ความสูงน้อยลงอุณหภูมิลดต่ำตามไปด้วย
 - ค. อุณหภูมิและความสูงไม่เกี่ยวข้องกัน เลย
 - ง. เมื่อความสูงเพิ่มมากขึ้นอุณหภูมิจะลดต่ำลง
27. ข้อความในข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
- ก. อากาศที่มีความหนาแน่นน้อยจะลอยอยู่เหนืออากาศที่มีความหนาแน่นมาก
 - ข. อากาศเย็นจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศร้อน
 - ค. อากาศในที่สองแห่งถ้ามีน้ำหนักเท่ากันจะมีปริมาตร เท่ากันด้วย
 - ง. อากาศที่มีอุณหภูมิ เท่ากันจะมีความหนาแน่น เท่ากัน

พิจารณาภาพแล้วตอบคำถามข้อ 28 - 29



28. จากภาพคำอธิบายข้อใดถูกต้อง
- อากาศบริเวณ L จะลอยขึ้นสู่เบื้องสูง
 - อากาศบริเวณ H จะลอยขึ้นสู่เบื้องสูง
 - อากาศบริเวณ H จะเคลื่อนไปแทนที่บริเวณ L
 - ถูกทั้งข้อ ก. และ ค.
29. สถานการณ์ข้างภาพจะเกิดลมอะไร
- ลมทะเล
 - ลมบก
 - ลมวา
 - ลมมรสุม

ให้พิจารณาแผนที่อากาศต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 30



30. สภาพตั้งแผนที่อากาศนี้ควร เกิดในฤดูใดของประเทศไทย

ก. ใบไม้ผลิ

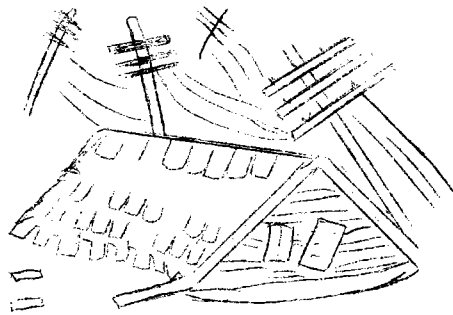
ข. ฝน

ค. ร้อน

ง. หนาว

31. ถ้าอากาศในที่สองแห่งมีความกดอากาศต่างกันมากจนเกิดพายุความเร็วใกล้ศูนย์กลางเกิน 119 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เรียกว่าพายุอะไร
- ไทรคอน
 - ดีเปรสชัน
 - ไต้ฝุ่น
 - ไซโคลน

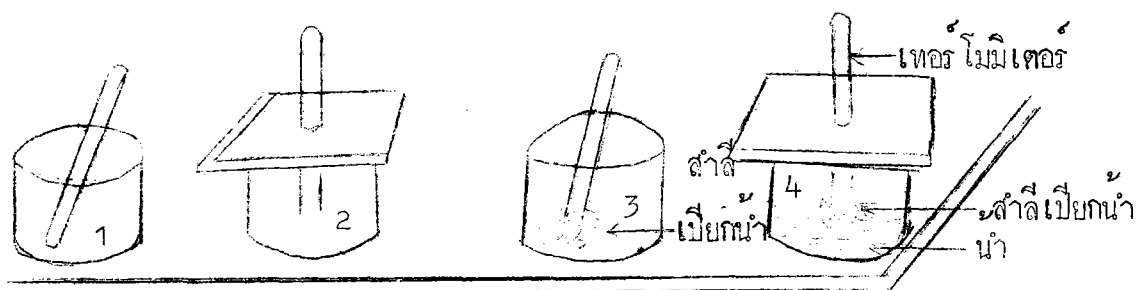
พิจารณาภาพแล้วตอบคำถามข้อ 32



32. สภาพกังภาพนี้ควร เป็นผลจากพายุอะไร
- ดีเปรสชัน
 - ไต้ฝุ่น
 - ลมบกลมทะเล
 - ลมวา

33. การตรวจสอบบรรยากาศคือการกระทำในข้อใด
- การวัดความดันอากาศ
 - การวัดความชื้นในบรรยากาศ
 - การวัดอุณหภูมิของบรรยากาศ
 - ถูกทั้งข้อ ก, ข, ค.
34. เครื่องมือที่ใช้วัดความชื้นคืออะไร
- ไฮโกรมิเตอร์
 - บาร์โอมิเตอร์
 - อนิโมมิเตอร์
 - เทอร์โมมิเตอร์
35. วันหนึ่งในฤดูร้อนขณะนั้นท้องฟ้ามีคลื่นและเกิดลมพายุจัด ระดับปรอทในเครื่องวัดความดันอากาศควรเป็นอย่างไร
- สูงกว่า 76 เซนติเมตร เล็กน้อย
 - ต่ำกว่า 76 เซนติเมตร เล็กน้อย
 - สูงกว่า 76 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 80
 - ต่ำกว่า 76 เซนติเมตร แต่ไม่น้อยกว่า 72
36. ขณะอยู่บนเนินสนามวัดความดันได้ 750 มิลลิเมตร ถ้าเครื่องบินขึ้นสูง 110 เมตร ระดับปรอทในเครื่องวัดจะเป็นเท่าใด
- 765 มิลลิเมตร
 - 750 มิลลิเมตร
 - 745 มิลลิเมตร
 - 740 มิลลิเมตร

รูปภาพแสดงคำตอบข้อ 37 - 38 - 39



37. เทอร์โมมิเตอร์ที่จกไว้ดังภาพหมายเลขใดจะบอกอุณหภูมิค่าที่ถูกต้อง

- ก. หมายเลข 1
- ข. หมายเลข 2
- ค. หมายเลข 3
- ง. หมายเลข 4

38. เทอร์โมมิเตอร์คู่ใดจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน

- ก. หมายเลข 2 กับ 4
- ข. หมายเลข 3 กับ 4
- ค. หมายเลข 2 กับ 3
- ง. หมายเลข 1 กับ 2

39. จากภาพอากาศในภาชนะใดเรียกว่าอากาศชื้นตัว

- ก. ภาชนะ 1
- ข. ภาชนะ 2
- ค. ภาชนะ 3
- ง. ภาชนะ 4

40. ข้อความใดกล่าวถึงการระเหยได้ถูกต้อง
- น้ำเมื่อระเหยเป็นไอต้องคายความร้อนออกมาให้สิ่งแวดล้อม
 - น้ำเมื่อระเหยเป็นไอต้องดึงความร้อนจากสิ่งแวดล้อมไปช่วย
 - การระเหยของไหลพลังงานมาช่วยให้โมเลกุลของน้ำเกาะกันแน่น
 - การระเหยของไหลพลังงานจากสิ่งแวดล้อมมาทำลายโมเลกุลของน้ำ
41. ในฤดูร้อนถ้าเราต้องการให้อากาศในห้องนอนเย็นสบายขึ้นควรทำอย่างไร
- เอนำพัดขึ้นตั้งไว้ในห้องนอน
 - นำผ้าเปียกมาแขวนตากในห้องนอน
 - นำผ้าเปียกมาแขวนตากไว้นอกหน้าต่าง
 - ใช้เครื่องพ่นน้ำเป็นละอองไอน้ำแล้วปิดหน้าต่างไว้
42. ความชื้นสัมบูรณ์มีความหมายตรงกับข้อใด
- มวลของไอน้ำที่มีในอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร
 - มวลของไอน้ำที่มีในอากาศหนัก 1 กิโลกรัม
 - ปริมาตรของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร
 - ปริมาตรของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศหนัก 1 กิโลกรัม

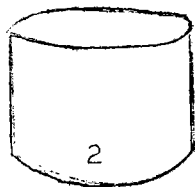
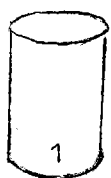
ศึกษาตารางข้อมูลแล้วตอบคำถามข้อ 43 - 44

วัน เดือน ปี	ปริมาณไอน้ำในอากาศ	
	ไอน้ำที่มีอยู่จริง	ไอน้ำเมื่ออากาศอิ่มตัว
1 พค.	120	160
1 มิย.	110	155
1 กค.	90	120
1 เมย.	130	160

43. จากข้อมูลบันทึกความชื้นในอากาศ เดือนอะไรที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด
- พค.
 - มิย.
 - กค.
 - เมย.
44. เดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากันคือเดือนในข้อใด
- พค. กับ เมย.
 - พค. กับ กค.
 - มิย. กับ เมย.
 - กค. กับ เมย.
45. เมฆกับหมอกต่างกันในเรื่องใด
- ระดับที่อยู่
 - ขนาดของละอองไอน้ำ
 - ปริมาณของประจุไฟฟ้า
 - อุณหภูมิ
46. ข้อใดเป็นการจัดอันดับได้ถูกต้อง
- ฝน - ไอน้ำ - ลม - ความเย็น - ความร้อน
 - ไอน้ำ - ความร้อน - เมฆ - ฝน - ความเย็น
 - ความร้อน - ไอน้ำ - เมฆ - ความเย็น - ฝน
 - ความเย็น - เมฆ - ฝน - ลม - ความร้อน

47. การบันทึกข้อมูลในข้อใดที่ถือว่าผิดปกติปานกลาง
- 9 มิลลิเมตร
 - 22 มิลลิเมตร
 - 36 มิลลิเมตร
 - 82 มิลลิเมตร
48. การพยากรณ์อากาศที่มีความสำคัญในระยะสั้นต่ออาชีพใดมากที่สุด
- กสิกรรม
 - อุตสาหกรรม
 - ค้าขาย
 - ประมง
49. ในเวลากลางวันบรรยากาศรอบโลกทำหน้าที่คล้ายสิ่งใด
- กระจกน้ำร้อน
 - กระจกน้ำแข็ง
 - แบตเตอรี่
 - ฟัดลม
50. ในเวลากลางคืนบรรยากาศรอบโลกทำหน้าที่คล้ายสิ่งใด
- ฟัดลม
 - ตู้เย็น
 - กระจกน้ำแข็ง
 - กระจกน้ำร้อน

51. จากภาพเป็นภาชนะ ขนาดต่าง ๆ ที่สูงเท่ากัน เมื่อนำไปรองรับน้ำฝนจากสภาวะอากาศ น้ำจะเต็มก่อน



- ก. 1
ข. 2
ค. 3
ง. ไม่มีคำตอบถูก
52. ข้อใดเชื่อกันได้มากที่สุด
ก. มลพิษในชั้นบน ฝนจะตกหนัก
ข. กบรองดินทองคำ ฝนจะตกหนัก
ค. ฝนตกแดดออก ฝนจะตกไม่นาน
ง. พายุพัดพัดพัดพัดพัด ฝนจะตกหนัก
53. สารเคมี "ผงโซเดียมคลอไรด์" สมบัติตามข้อใดที่เหมาะสมในการทำฝนเทียม
ก. จุดหลอมต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง
ข. ดูดซับน้ำในบรรยากาศรวมกัน
ค. จุดหลอมสูงกว่าจุดเดือดของน้ำ
ง. ละลายตัวในบรรยากาศได้ดี
54. น้ำแข็งแห้งหรือคาร์บอนไดออกไซด์แข็ง มีสมบัติอย่างไรในการทำฝนเทียม
ก. ทำให้ก้อนเมฆมีความหนาแน่นขึ้น
ข. ทำให้ก้อนเมฆขาดประจุไฟฟ้า
ค. ทำให้ก้อนเมฆเคลื่อนตัวต่ำลง
ง. ทำให้ก้อนเมฆลอยอยู่เหนือเป้าหมายได้

ภาคผนวก ข

1. ตารางแสดงค่าสัดส่วนของผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง (P_H) และกลุ่มต่ำ (P_L)
ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่ายมาตรฐาน
(Δ) ของเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวางแสดงว่า P_H , P_L , P , r และ Δ เป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ	ข้อ	P_H	P_L	P	r	Δ
1	.63	.38	.51	.25	12.9	16	.69	.25	.47	.44	13.4
2	.88	.25	.58	.63	12.2	17	.81	.44	.63	.40	11.6
3	.81	.56	.69	.29	11.0	18	.69	.44	.57	.26	12.3
4	.63	.31	.47	.32	13.3	19	.75	.12	.42	.63	13.8
5	.88	.31	.61	.59	11.8	20	.50	.31	.40	.20	14.0
6	.50	.25	.37	.27	14.3	21	.88	.38	.64	.54	11.5
7	.94	.63	.81	.46	9.5	22	.75	.38	.57	.38	12.3
8	.63	.38	.51	.25	12.9	23	.69	.44	.57	.26	12.3
9	.69	.75	.53	.44	12.7	24	.63	.38	.51	.25	12.9
10	.81	.13	.46	.67	13.4	25	.50	.25	.37	.27	14.3
11	.69	.25	.47	.44	13.3	26	.81	.56	.69	.29	11.0
12	.75	.31	.53	.44	12.7	27	.88	.63	.76	.33	10.1
13	.88	.38	.64	.54	11.5	28	.81	.56	.69	.29	11.0
14	.64	.44	.54	.20	12.6	29	.64	.44	.54	.20	12.6
15	.63	.38	.51	.25	12.9	30	.69	.19	.43	.51	13.7

ข้อทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง ข้อทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มี 30 ข้อ ให้อ่านคำถามที่ละเอียดและศึกษาคำตอบที่กำหนดไว้ในข้อ ก, ข, ค, ง ว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดควร เป็นข้อใด เมื่อเลือกได้คำตอบที่ถูกต้องแล้ว จึงกา +
ตอบลงที่บัตรที่ตรงกับอักษรหน้าตัวเลือกนั้นในกระดาษคำตอบซึ่งจัดไว้ตามหลัก
ตัวอย่างวิธีตอบ

คำถาม ข้อ 0 การทดลองในข้อใดที่ต้องใช้ทักษะในการวัดมากที่สุด
ก. การหาพื้นที่
ข. การหาเปอร์เซ็นต์การงอก
ค. การหาจุดเยือกแข็ง
ง. การหาความเข้มข้นของสารละลาย

การตอบ ข้อ 0 ~~(ก)~~ (ข) (ค) (ง)

การแก้คำตอบ ถ้าต้องการ เปลี่ยนคำตอบให้ชัดเจนขึ้นให้พิมพ์คำตอบเดิม
แล้วกา + ที่ข้อคำตอบใหม่ เช่นตัวอย่าง

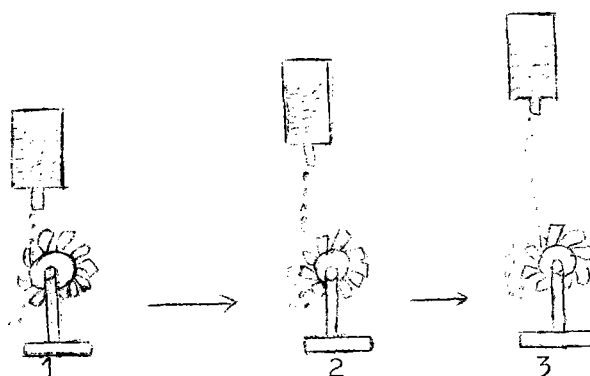
ข้อ 0 ~~(ก)~~ (ข) ~~(ค)~~ (ง)

ในหน้าถัดไปเป็นข้อทดสอบ จงตอบอย่างตั้งใจ ถ้าพบข้อยาก จงอย่าเสียเวลา
ไปหามไปทำข้ออื่น เมื่อเสร็จแล้วยังมีเวลาเหลือคอยกลับมาทำข้อยากนั้น ขอให้โชคดี

ข้อทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

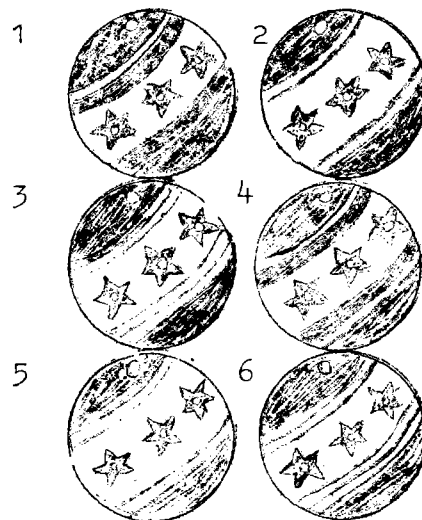
1. การสังเกตควยวิธีใดที่ควรระมัดระวังมากที่สุด ?
 - ก. แต่งสังเกตการ เปลี่ยนสีของสารละลายในถ้วยแก้ว
 - ข. คำนวณสัมประสิทธิ์ของถ้วยแก้ว เพื่อสังเกตการ เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
 - ค. เขียนสังเกตเสียงที่เกิดจากการ เคาะโลหะที่มีความยาวไม่เท่ากัน
 - ง. ขาวขิมรสผลึกของสารชนิดต่าง ๆ เพื่อศึกษาความเป็นสารโค
2. ในการทดลองเรื่องออกซิเจนช่วยในการจุดไหม ข้อใดผิด
 - ก. ขณะที่เปลวไฟเริ่มหรือลงจะเกิดควันมากขึ้น
 - ข. เมื่อเปลวไฟกับออกซิเจนในขวดจะหมดพอดี
 - ค. เมื่อปิดฝาขวดไม่สนิท เปลวไฟจะดับช้ากว่า
 - ง. เมื่อปิดฝาขวด เปลวไฟจะดับเร็วและดับสนิท

จงพิจารณาภาพทางด้านนี้แล้วตอบคำถาม



3. ภาพข้างบนเป็นการทดลองเรื่องแรงน้ำ คำอธิบายข้อใดไม่สามารถสังเกตได้
 - ก. เมื่อน้ำในกระป๋องมีปริมาณน้อยลง จักรจะหมุนช้าลง
 - ข. เมื่อยกกระป๋องให้มีระดับสูงขึ้น จักรจะหมุนเร็วขึ้น
 - ค. การทดลองตามภาพ 1 จักรจะหมุนช้ากว่าภาพ 3
 - ง. แรงน้ำเกิดจากแรงโน้มถ่วงดึงดูดมวลของน้ำ

4. จากภาพลูกบอล 6 ลูก จะมีลักษณะเหมือนกันเป็นคู่ ๆ ข้อใดที่จับคู่ได้ถูกต้อง ?

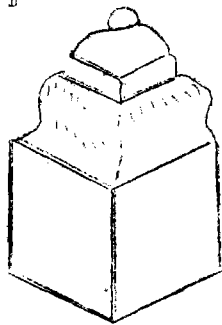


- ก. 2 คู่กับ 4 และ 1 คู่กับ 5
 ข. 1 คู่กับ 4 และ 3 คู่กับ 6
 ค. 3 คู่กับ 4 และ 2 คู่กับ 5
 ง. 4 คู่กับ 5 และ 1 คู่กับ 2
5. ในการทดลองครึ่งหนึ่ง ผู้ทดลองวางผงสีขาวลงในน้ำครึ่งแก้ว แล้วสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น และบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น ผลการสังเกตในข้อใดมีความสมบูรณ์ที่สุด ?
- ก. น้ำเกิดฟองลักษณะคล้ายน้ำเดือดแล้วเปลี่ยนสีเป็นสีขาวใสและมีกลิ่นฉุน เมื่อเวลายานขึ้นกลิ่นและสีจึงจางลงจนเป็นสีเดิมของน้ำที่อยู่ในแก้วนั้น
- ข. น้ำเกิดฟองคล้ายน้ำเดือดพร้อมทั้งมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าเดิมและมีรสเค็ม เมื่อเวลายานขึ้นอุณหภูมิลดลง ๆ ลดลงเท่าอุณหภูมิเดิมของน้ำในแก้ว
- ค. น้ำเกิดฟองฟู ผงสีขาวละลายเป็นส่วนมากแล้วน้ำจึงเปลี่ยนเป็นสีขาว และมีอุณหภูมิสูงกว่าเดิม เวลายานไปได้กลิ่นอุณหภูมิจึงลดลง
- ง. น้ำเกิดฟองคล้ายน้ำเดือดมีเสียงดังฟูและผงสีขาวละลายไปเกือบหมด น้ำเปลี่ยนสีเป็นสีขาวใสพร้อมทั้งมีความร้อนเกิดขึ้นสารละลายมีกลิ่นฉุน และมีรสเค็ม

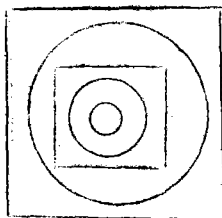
6. ปริมาณต่อไปนี้ ข้อใดที่เราไม่สามารถวัดได้โดยตรง ?
 - ก. วันที่อากาศมีอุณหภูมิต่ำสุด 22°C
 - ข. ในรอบปี 2528 อุณหภูมิสูงสุด 39°C
 - ค. ในรอบปีมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 23°C
 - ง. วันที่อุณหภูมิต่ำสุด 18°C สูงสุด 25°C
7. การหาพื้นที่ของสนามโรงเรียน ควรใช้อุปกรณ์ในข้อใด ?
 - ก. แถบวัดความยาว
 - ข. ไมโปรแทรกเตอร์
 - ค. ไมบรรทัด
 - ง. ไมเมตร
8. การหาความจุของกระป๋องนมควรใช้เครื่องมือและวัสดุในข้อใด ?
 - ก. แคลิเปอร์ และเวอร์เนียร์
 - ข. น้ำและกระบอกตวง
 - ค. ถ้วยตวงและน้ำ
 - ง. ไมบรรทัดและแคลิเปอร์
9. ถ้านักเรียนจะหาอุณหภูมิห้องจะปฏิบัติอย่างไร
 - ก. นำเทอร์โมมิเตอร์แขวนไว้กลางห้อง
 - ข. นำเทอร์โมมิเตอร์จุ่มในแก้วนํ้ากึ่งไว้ในห้อง
 - ค. นำลูกโป่งบรรจุอากาศในห้องแล้วแขวนกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์
 - ง. ปิดประตูหน้าต่างทุกบานแล้ววัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์

10. มีใครคนหนึ่งที่เรารู้จักนั่งรถเปิดประทุนที่วิ่งมาด้วยความเร็ว 80/ชั่วโมง ผ่านเราไป วิธีการในข้อใดที่สามารถรู้ได้แน่นอนที่สุดว่าคนนั้นเป็นใคร ?
- ยืนดูข้างถนนบริเวณที่ไม่มีสิ่งบังสายตา
 - นั่งรถเปิดประทุนวิ่งสวนกันให้ใกล้ที่สุด
 - นั่งรถตามหลังไปด้วยความเร็ว 85 กม./ชั่วโมง
 - ยืนดูข้างถนนแล้วตะโกนเรียกชื่อแรง ๆ

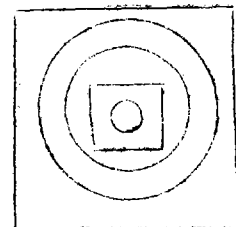
11. ดูภาพแล้วตอบคำถาม



ก.

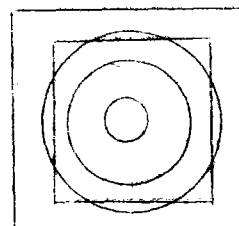


ข.

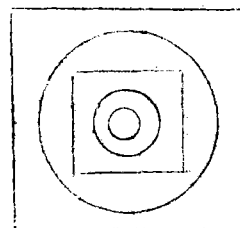


ถ้านักเรียนอยู่เหนือเสานพดล จะมองเห็นเสาในลักษณะใด?

ง.



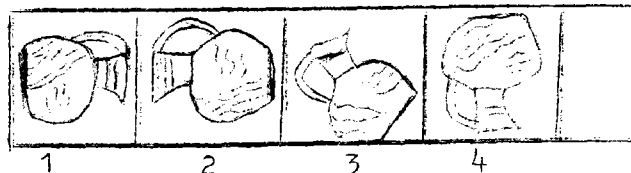
ค.



12. พิจารณาภาพข้างล่างแล้วตอบคำถาม



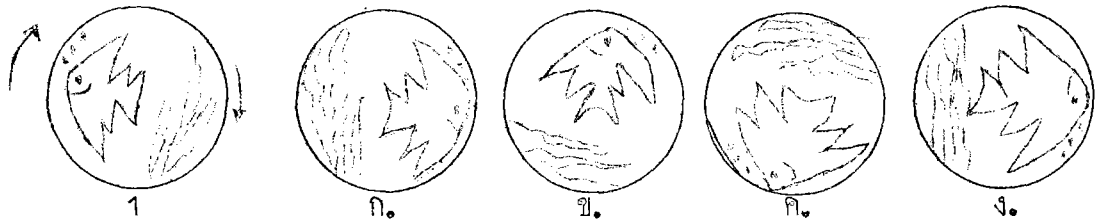
ก.



ถ้าหมุนภาพ ก. ไปในทิศทางใด ๆ ก็ตามจะได้ภาพคล้ายกับภาพใด

- ภาพ 1
- ภาพ 2
- ภาพ 3
- ภาพ 4

13. พิจารณาภาพแล้วตอบคำถาม ?



ถ้าหมุนภาพ 1 ไปตามลูกศร 3 รอบครึ่ง จะได้ภาพดังภาพใด ?

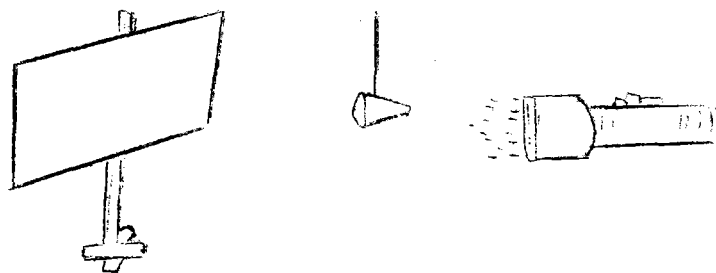
ก. ภาพ ก

ข. ภาพ ข

ค. ภาพ ค

ง. ภาพ ง

14. พิจารณาภาพแล้วตอบคำถาม



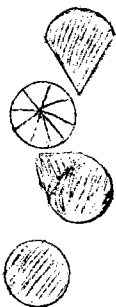
เงาของวัตถุทรงกรวยที่ปรากฏบนจอจะเป็นดังภาพใด ?

ก.

ข.

ค.

ง.



15. ข้อใดสื่อความหมายได้ดีที่สุด ?

- ก. สุนัขของจอมใจออกลูก 7 ตัว เป็นเพศผู้ 3 ตัว เพศเมีย 4 ตัว มีสีขาว 2 ตัว และสีดำ 5 ตัว
- ข. แมวของดวงจิตมี 3 ตัว ยังมีขนาดเล็กมีขนฟูๆน่ารักชอบเล่นลูกขน
ตัวผู้ป่วนออกแฉก ตัวเมียแข็งแรงก็
- ค. ประคองตลอดลูกเป็นเพศชาย หน้าตาเหมือนแม่ มีผิวสีขาว นัยตาดีฟ้า
หนัก 3,750 กรัม สูง 42 เซนติเมตร
- ง. วินัยเป็นคนรักสัตว์ เขาเลี้ยงสุนัขพันธุ์ใหญ่ จึงต้องจ่ายค่าอาหารสัตว์วันละ
150 บาท และพาไปตรวจสุขภาพบ่อย ๆ

16. ครูกิตติควรนำหนักและส่วนสูงของนักเรียนในชั้นเทอมละ 3 ครั้ง เพื่อศึกษาความเจริญ
เติบโตของนักเรียนและเสนอขอเจ้าหน้าที่อนามัยมาตรวจโดยใช้เป็นข้อมูลในการวินิจฉัย
สุขภาพของนักเรียน ดังนั้นเพื่อให้เห็นแนวโน้มที่ชัดเจน และสะดวกในการจดบันทึก
ครูกิตติควรเสนอในรูปตารางอย่างไร ?

ก.

ข้อ	เพศ อายุ	น้ำหนัก			ส่วนสูง		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3

ข.

ข้อ	เพศ อายุ	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		น้ำหนัก	ส่วนสูง	น้ำหนัก	ส่วนสูง	น้ำหนัก	ส่วนสูง

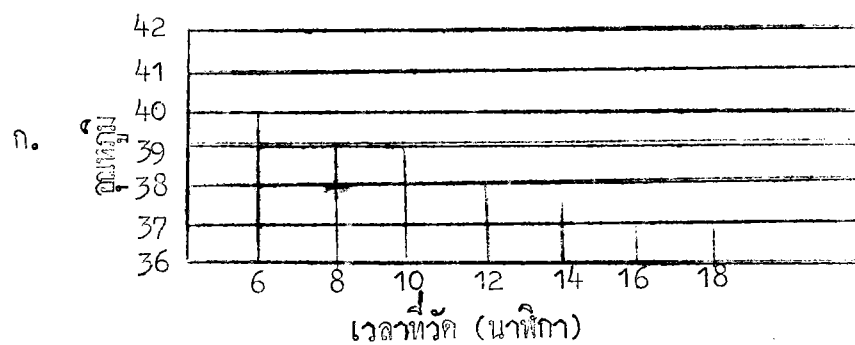
ก.

๑ ชื่อ	วัน เดือน ปีเกิด	สิ่งทัก	๕๕ กรงท		
			1	2	3
		๖ น้ำหนัก (ก.ก.) ๖ ส่วนสูง (ซม.) ๖ น้ำหนัก			

ง.

๑ ชื่อ	วัน เดือน ปีเกิด	๖ น้ำหนัก (ก.ก.)			๖ ส่วนสูง (ซม.)		
		๕๕ กรงท			๕๕ กรงท		
		1	2	3	1	2	3

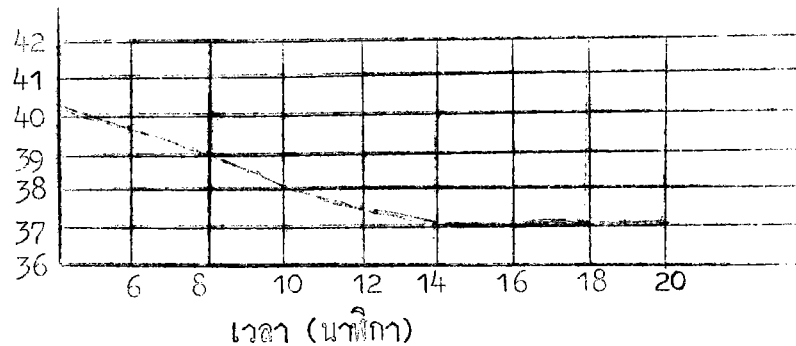
17. ผู้ป่วยคนหนึ่งถูกพยาบาลวัดความดันโลหิตในร่างกายทุก ๆ 2 ชั่วโมง เพื่อเสนอขอให้
นายแพทย์พิจารณาถึงการรักษานี้ พยาบาลควรเสนอข้อมูลตามข้อใดจึงจะเห็น
แนวโน้มการใช้ของผู้ป่วยและบันทึกได้สะดวกที่สุด



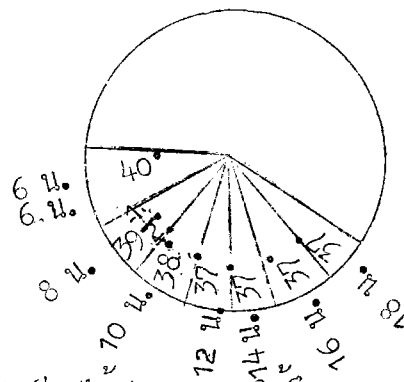
ข.

วัดครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7
อุณหภูมิ	40	$39\frac{1}{2}$	39	38	$37\frac{1}{2}$	37	37

ค.



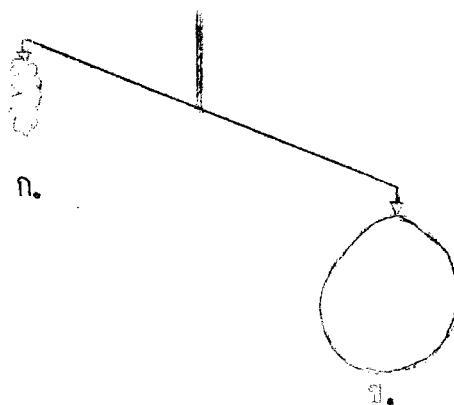
ง.



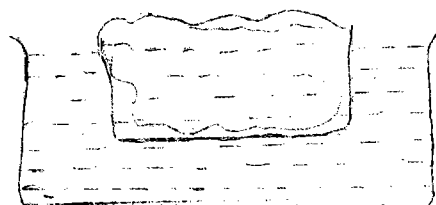
18. เมื่อนักเรียนได้รับมอบหมายให้ศึกษาการดำรงชีวิตของไส้เดือนดิน การบันทึกตามข้อใดสื่อความหมายได้ดีที่สุด ?

- มักอาศัยอยู่ในดินชุ่มชื้น ทำให้ดินร่วนซุยจากการเจาะไชดิน จึงช่วยให้ดินมีโพรงอากาศมาก ไส้เดือนจึงมีประโยชน์ต่อพืชมาก ไส้เดือนมีหลายชนิด
- มักอาศัยอยู่ในดินที่ชุ่มชื้น เกิดกลิ่นเหม็นจากแสงสว่าง เคลื่อนไหวโดยการยืดส่วนหัวไปข้างหน้าแล้วหดลำตัวตาม เมื่อลำตัวถูกกดขาดสามารถงอกขึ้นใหม่ได้
- มีลำตัวเป็นปล้อง ๆ มีวัยระยะสืบพันธุ์ 2 เท่า ในตัวเดียวกันเกิดออกลูกตัวอื่นในการผสมพันธุ์ โดยการจับคู่อับหัวกัน เพื่อแลกเปลี่ยนน้ำเชื้อตัวผู้
- มีผิวหนังเปียกชื้นอยู่เสมอเพื่อการหายใจทางผิวหนัง มีเลือดสีแดงส่งไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายโดยหัวใจเพียง

19. ในการทดลองครั้งหนึ่งพบปรากฏการณ์ดังภาพข้างล่างนี้ ท่านจะอธิบายได้ว่าอย่างไร ?

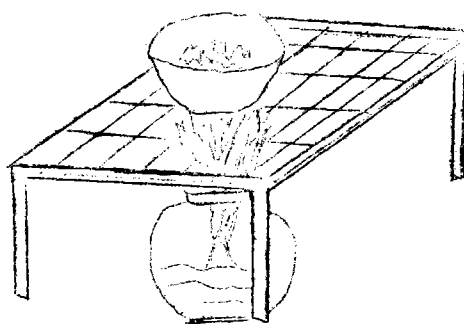


- ก. วัตถุโป่งเพียง 2 ลูก
 ข. ทรงจุดที่ใช้ถักผูกเป็นจุดหมุน
 ค. วัตถุโป่ง ข. หนักกว่าวัตถุโป่ง ก.
 ง. วัตถุโป่ง ข. มีอากาศมากกว่าวัตถุโป่ง ก.
20. เขียวน้ำกอนน้ำแข็งได้ในอ่างน้ำเขาพบเหตุการณ์ดังภาพข้างล่างนี้ นักเรียนจะอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างไร



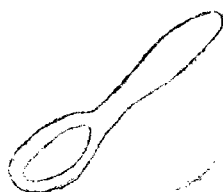
- ก. น้ำแข็งจมน้ำ $\frac{2}{3}$ ของก้อน
 ข. น้ำแข็งเบาเก่าน้ำเล็กน้อย
 ค. น้ำแข็งยอมลอยน้ำเสมอ
 ง. ในกอนน้ำแข็งมีอากาศ

21. ในการวัดอุณหภูมิคนไข้ 4 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 2 ชั่วโมง ได้ตัวเลข 39, 38.5, 38, 37 ท่านจะอธิบายได้อย่างไร ?
- คนไข้ที่ร่ายยอมได้รับการเอาใจใส่ดีกว่าคนอื่น
 - คนไข้จะสามารถออกจากโรงพยาบาลได้ในไม่ช้า
 - คนไข้ได้รับการรักษาอย่างถูกต้องจากหมอ
 - คนไข้มีอุณหภูมิลดลงเรื่อย ๆ จนชั่วโมงที่ 6 จึงไม่มีอาการไข้
22. หลังจากทานอาหารเย็นเสร็จ คนในบ้านของวีระทางก็อาเจียรจนต้องนำส่งโรงพยาบาล ยกเว้นวีระเพียงคนเดียวที่ไม่มีอาการผิดปกติใด ๆ โดย ท่านจะอธิบายได้อย่างไร ?
- วีระเป็นคนมีร่างกายแข็งแรงมีภูมิต้านทานโรค
 - อาหารเย็นที่ทานวีระอย่างใดอย่างหนึ่งมีพิษต่อร่างกาย
 - วีระไม่ได้ทานอาหารเย็นร่วมกับคนอื่น ๆ ในบ้าน
 - ครอบครัวของวีระมีฐานะยากจนจึงกินอาหารที่ขาดคุณภาพ
23. พิจารณาภาพข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม



จากภาพเป็นการทดลองเผาสาร
ชนิดหนึ่งในถ้วยเผา อุปกรณ์ที่
จำเป็นต้องมีเพิ่มเติมนอกเหนือจาก
ที่มีในภาพคืออะไร ?

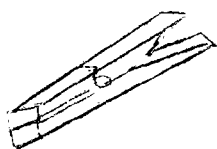
ก.



ข.



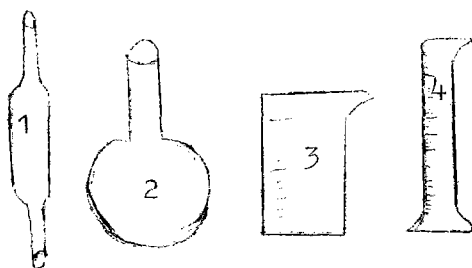
ค.



ง.



24. พิจารณาภาพข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม



เครื่องมือหมายเลขใดเวลาใช้ของระเหยที่ระเหยที่สุด ?

- ก. หมายเลข 1
- ข. หมายเลข 2
- ค. หมายเลข 3
- ง. หมายเลข 4

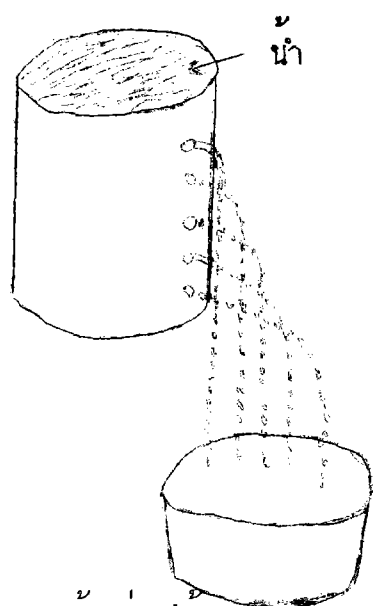
25. ถ้าต้องการทดลองเพื่อแสดงว่าของเหลวต่างชนิดกันมีจุดเดือดไม่เท่ากัน จะทำอย่างไร ?

- ก. ทดลองของเหลวแต่ละชนิดในภาชนะเดียวกันแต่ต่างสถานที่กัน แล้ววัดอุณหภูมิเมื่อของเหลวเดือด
- ข. ทดลองของเหลวแต่ละชนิดในภาชนะใดก็ได้แต่ต้องทำในสถานที่เดียวกัน แล้ววัดอุณหภูมิเมื่อของเหลวนั้นเดือด
- ค. ทดลองของเหลวแต่ละชนิดในภาชนะต่าง ๆ กัน และทำในสถานที่ต่างกัน แล้ววัดอุณหภูมิของไอที่เกิดจากการเดือด
- ง. ทดลองของเหลวแต่ละชนิดพร้อม ๆ กัน แล้วดูว่าของเหลวชนิดใดเดือดก่อนและหลัง

26. ถ้าต้องการทดลองว่าอากาศมีน้ำหนัก ควรปฏิบัติตามข้อใด ?

- ก. ใช้ภาชนะที่บรรจุอากาศใดต่างกันไปมา ชั่งเปรียบเทียบกัน
- ข. ใช้ถุงพลาสติกขนาดใหญ่และขนาดเล็กบรรจุอากาศแล้วชั่งดู
- ค. เปรียบเทียบน้ำหนักของลูกบอลของเล่นที่ลอยลมกับของเล่นที่สูบลมแน่น
- ง. เปรียบเทียบน้ำหนักของลูกโป่งของเล่นที่ลอยลมกับของเล่นเป่าให้พองลม

27. ศึกษาภาพข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม



การทดลองดังภาพนี้ควร เป็นการทดลองเรื่องใด ?

- ก. อากาศมีแรงดันต่อผิวน้ำ
- ข. น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเสมอ
- ค. ของเหลวทองการไหลและไหลได้
- ง. แรงดันของน้ำที่ระดับต่างกัน ไม่เท่ากัน

28. ตารางข้างล่างนี้จากการทดลองหาจุดเดือดของของเหลวชนิดต่าง ๆ จากข้อมูลนี้จะแปลผลได้ว่อย่างไร ?

ของเหลว	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
ของเหลว A	100
ของเหลว B	88
ของเหลว C	80
ของเหลว D	96
ของเหลว E	30

- ก. ของเหลว A มีจุดเดือดสูงที่สุด
- ข. ของเหลว E สามารถระเหยได้ง่าย
- ค. ของเหลว B และ D มีจุดเดือดใกล้เคียงกัน
- ง. ของเหลวต่างชนิดกันมีจุดเดือดไม่เท่ากัน

29. จากข้อมูลต่อไปนี้ขอวิเคราะห์การแปรรูปใดมากที่สุด ?

พืช	ชนิดของคอก	ชนิดของใบเลี้ยง
เข้	กุ่ม	คึ
กล้วย	กุ่ม	เคียว
น้อยหน่า	รวม	คึ
ขนุน	รวม	คึ
มะม่วง	เคียว	คึ
มะพร้าว	กุ่ม	เคียว
แตงไทย	เคียว	คึ

- ก. พืชแบ่งตามชนิดของคอกได้เป็น 3 ประเภท และแบ่งตามชนิดของใบเลี้ยงได้เป็น 2 ประเภท
- ข. เข้ กล้วย มะพร้าว เป็นพืชที่คอกเป็นคอกกุ่ม แตกต่างกับมะพร้าวมีใบเลี้ยงเคียว
- ค. พืชที่คอกเป็นชนิดคอกกุ่มอาจมีใบเลี้ยงเป็นชนิดใบเลี้ยงกุ่มหรือใบเลี้ยงเคียวก็ได้
- ง. พืชใบเลี้ยงกุ่มอาจมีทั้งชนิดคอกรวมหรือคอกกุ่มก็ได้

30. จากข้อมูลในตารางข้างล่างนี้ ข้อใดแปลผลได้ถูกต้อง

เพศ	ชาย					หญิง				
อายุ (ปี)	8	9	10	11	12	8	9	10	11	12
สูงโดยเฉลี่ย (ก.ก.)	36	37	38.5	39	40.5	35	36.5	38.3	39.2	41
น้ำหนักโดยเฉลี่ย (กก.)	140	142	143	145	146	136	139	142	144.5	146.1

- ก. ช่วงอายุ 8 ปี เด็กชายจะมีขนาดโตกว่าเด็กหญิง
- ข. ช่วงอายุ 12 ปี เด็กหญิงโตกว่าเด็กชาย
- ค. เด็กหญิงเจริญเติบโตเร็วกว่าเด็กชายในช่วงอายุ 8 - 12 ปี
- ง. เด็กหญิงได้รับการเอาใจใส่จากพ่อแม่มากกว่าเด็กชาย

ภาคผนวก ก

1. ตารางแสดงค่าสัดส่วนของผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง (P_H) และกลุ่มต่ำ (P_L)
ค่าความยากง่าย (r) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่ายมาตรฐาน
(Δ) ของเครื่องมือวัดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

การเรียงค่า P_H , P_L , P , r และ Δ เป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดความรู้
พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	P_H	P_L	P	r	Δ	ข้อที่	P_H	P_L	P	r	Δ
1	.83	.66	.75	.22	10.3	21	.66	.33	.49	.33	13.1
2	.66	.33	.49	.33	13.1	✓ 22	.66	.50	.58	.17	12.2
3	.50	.16	.32	.38	14.9	23	.66	.33	.49	.33	13.1
4	.83	.50	.67	.37	11.2	24	.50	.16	.32	.38	14.9
5	.66	.33	.49	.33	13.1	25	.50	.16	.32	.38	14.9
6	.50	.16	.32	.38	14.9	26	.66	.33	.49	.33	13.1
7	.83	.33	.59	.51	12.1	✓ 27	1.00	.83	.93	.50	7.1
8	.66	.16	.40	.52	14.0	28	.83	.50	.67	.37	11.2
9	.83	.66	.75	.22	10.3	29	.83	.50	.67	.37	11.2
10	.66	.16	.40	.52	14.0	30	1.00	.33	.74	.79	10.5
11	.83	.33	.59	.51	12.1	31	.83	.50	.67	.37	11.2
12	.83	.50	.67	.37	11.2	32	.66	.16	.40	.52	14.0
13	.83	.33	.59	.51	12.1	33	.83	.33	.59	.51	12.1
14	.50	.16	.32	.38	14.9	34	.66	.33	.49	.33	13.1
15	.83	.33	.59	.51	12.1	35	.83	.50	.67	.37	11.2
16	.83	.50	.67	.37	11.2	36	1.00	.16	.65	.85	11.5
17	.83	.33	.59	.51	12.1	37	.83	.50	.67	.37	11.2
18	.66	.33	.49	.33	13.1	38	.66	.33	.49	.33	13.1
19	.66	.16	.40	.52	14.0	39	.66	.33	.49	.33	13.1
20	.66	.16	.40	.52	14.0	40	.83	.50	.67	.37	11.2

✓ ข้อที่ปรับปรุงใช้ในการทดสอบจริง

ข้อทดสอบวัดความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็น
ประสบการณ์เดิมที่นักเรียนสะสมมาจากการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา

ข้อทดสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ ใช้เวลาตอบ 50 นาที โดยอ่านข้อคำถามที่จะขอ
แล้วเลือกหาคำตอบที่ถูกต้องที่กำหนดไว้ในข้อ ก, ข, ค, ง เลือกได้ข้อใดให้ กว +
สัญลักษณ์ในกระดาษคำตอบที่จัดไว้ตรงหาก ดังตัวอย่างการตอบ

ตัวอย่างการตอบ

คำถาม ข้อ 0 น้ำในข้อใดมีเกลือปนอยู่มากที่สุด

- ก. น้ำกลอย
- ข. น้ำในแม่น้ำ
- ค. น้ำในทะเล
- ง. น้ำฝน

การตอบ ข้อ 0 (ก) (ข) ~~(ค)~~ (ง)

การแก้คำตอบ เมื่อต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ชัดเจนขึ้นพิมพ์ข้อความเดิมแล้ว
จึงกา + พิมพ์คำถามใหม่ เช่น

ข้อ 0 (ก) (ข) ~~(ค)~~ ~~(ง)~~

จากหน้าถัดไปเป็นข้อทดสอบ ขอให้ทำอย่างตั้งใจ จงอย่าเสียเวลาให้ข้อใด
มากเกินไป เมื่อพบข้อยากควรข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เพราะของ่าย ๆ อาจตอบทันหายก็ได้
เมื่อทำเสร็จแล้วจึงวกกลับมาทำขอยากนั้น ขอให้โชคดี

ข้อทดสอบความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์

1. การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายเป็นอย่างไร
 - ก. ทำงานแยกจากกัน
 - ข. ทำงานร่วมกันทุกส่วน
 - ค. ทำงานสัมพันธ์กันเป็นคู่
 - ง. ทำงานสัมพันธ์กันเป็นระบบ
2. ศูนย์กลางของระบบหมุนเวียนโลหิตคืออะไร
 - ก. ปอด
 - ข. หัวใจ
 - ค. เส้นโลหิตดำ
 - ง. เส้นโลหิตแดง
3. ส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายที่มีในอาหาร เรียกว่าอะไร
 - ก. พืชอาหาร
 - ข. คุณค่าอาหาร
 - ค. สารอาหาร
 - ง. อาหารหลัก
4. หอยแครงมีสารอาหารประเภทใดมาก
 - ก. ไลโอซิน
 - ข. วิตามินบี
 - ค. ไซน
 - ง. เหล็ก

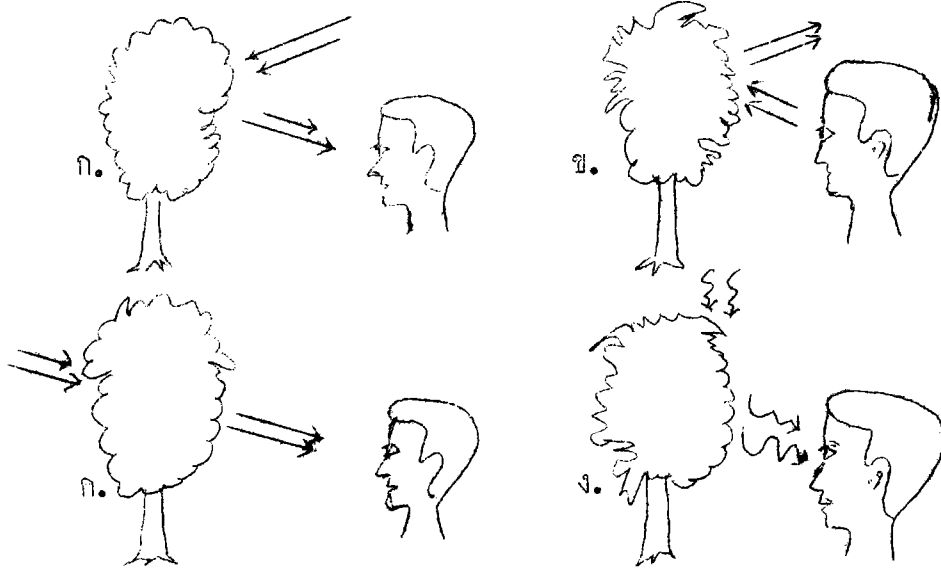
5. เมื่อร่างกายขาดวิตามิน เอ จะมีโอกาสเป็นโรคใดมากที่สุด
 - ก. พิษณุ
 - ข. ไตอักเสบ
 - ค. คอหอย
 - ง. ตาแห้ง
6. พืชในข้อใดสืบพันธุ์โดยการแบ่งเซลล์
 - ก. ยี่สุ่น
 - ข. เฟิน
 - ค. เห็ด
 - ง. บักเไร
7. ข้อใดถูกต้องตามหลักการสืบพันธุ์ทางพันธุกรรม
 - ก. ต้นใหม่จะอ่อนแอกว่าต้นเดิม
 - ข. ต้นใหม่จะแข็งแรงกว่าต้นเดิม
 - ค. ต้นใหม่จะมีลักษณะของต้นเดิมอยู่ด้วย
 - ง. ต้นใหม่จะไม่มีลักษณะของต้นเดิมอยู่เลย
8. ไร้พืชในข้อใดปลูกเป็นพืชหมุนเวียนจึงจะทำให้ประโยชน์แก่ดินมากที่สุด
 - ก. ถั่วลิสง
 - ข. แตงโม
 - ค. ข้าวโพด
 - ง. ฝ้าย

9. ทำไมเราเก็บเนื้อไว้ในตู้เย็นได้หลายวันโดยไม่เน่าเสีย
- บัคเทรียตาย
 - บัคเทรียไม่เพิ่ม
 - บัคเทรียหยุดการเจริญ
 - บัคเทรียไม่กินอาหารเย็น
10. ถ้าไม่มีจุลินทรีย์จะเกิดผลกระทบต่อดูตาหกรรณภายในโคมมากที่สุด
- การหายใจ
 - การประมง
 - การทำขนม
 - การทำสุรา
11. ข้อใดกล่าวไว้ผิดจากข้อเท็จจริง
- หินแต่ละชนิดจะมีเพียงสีเดียว
 - หินแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติต่างกัน
 - หินคือก้อนของแข็งที่เป็นส่วนของเปลือกโลก
 - หินส่วนมากจะประกอบด้วยแร่ทั้งแก่สองชนิดขึ้นไป
12. หินแข็งเดิมที่เกิดจากหินภายในโลกหลอมเหลวแล้วเย็นตัวลงก่อหินในข้อใด
- หินชน
 - หินแปร
 - หินอัคนี
 - หินก้นถ้ำ

13. หินที่เกิดจากการทับถมของหินกรวด หินทราย และอินทรีย์สารกักหินในข้อใด
- หินตะกอน
 - หินแกรนิต
 - หินแปร
 - หินอ่อน
14. ในท้องที่หนึ่งมีหินแกรนิตมาก ท้องที่นี้จะผลิตผลิตภัณฑ์ใด
- การทำเครื่องใช้ในครัวเรือน
 - การทำเครื่องประดับ
 - การทำแก้ว
 - การก่อสร้าง
15. แร่ชนิดใดใช้เป็นเชื้อเพลิง
- วุลแฟรม
 - ลิกไนต์
 - บิทูเมน
 - ฟลูออไรต์
16. ในท้องที่หนึ่งมีแร่วุลแฟรมมากจะเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมข้อใด
- ทำไม้ขีดไฟ
 - ทำชอล์กขาว
 - ทำหลอดไฟฟ้า
 - ทำดอกไม้ไฟ

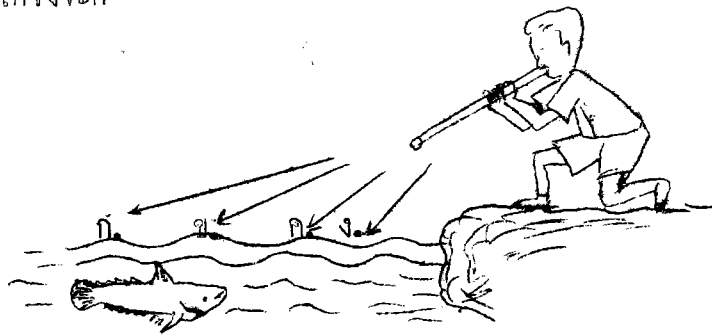
17. ข้อใดอาศัยซึ่งกันและกัน
- นกกับแมลง
 - ปลากับตูกน้ำ
 - คิงกับคนไม้
 - พืชดอกกับแมลง
18. ในพืชคนไม้หนาแน่นการปฏิบัติในข้อใดจะเกิดประโยชน์ต่อร่างกาย
- ฉนวนนอนหลับในตอนกลางวัน
 - เข้านอนหลับในตอนกลางคืน
 - คำนอนหลับตอนหัวค่ำ
 - แดงนอนหลับตอนรุ่งเช้า
19. ข้อใดช่วยลดภาวะอากาศเป็นพิษได้
- ปลูกบ้านเรือนสูง ๆ
 - ปลูกต้นไม้มาก ๆ
 - เผาขยะมูลฝอยให้หมด
 - รักษาความสะอาดของถนน
20. วัตถุในข้อใดเป็นแก้วกลางโปร่งแสง
- แก้วน้ำ
 - กระจกฝ้า
 - แผ่นเหล็ก
 - แว่นขยาย

21. ภาพใดแสดงทางเดินของแสงซึ่งทำให้เกิดการมองเห็นได้ถูกต้อง



22. เขียวมองเห็นปลาในลำห้วยดังภาพ ถ้าเขาต้องการใช้ลูกศรชี้ไปยังปลา เขาคควรเล็งไปที่จุดใดจึงจะดี

- ก. จุด ก
- ข. จุด ข
- ค. จุด ค
- ง. จุด ง



23. ข้อใดเป็นปรากฏการณ์เกี่ยวกับการหักเหของแสง

- ก. สุริยุปราคา
- ข. ภาพจากหนังตลก
- ค. ภาพในกระจกเงา
- ง. รุ้งกินน้ำ

24. ข้อใดจะทำให้เกิดอำนาจไฟฟ้าสถิต

- ก. แห้งแห้งถูด้วยผ้าแห้ง
- ข. แห้งพัดลมหักด้วยผ้าแห้ง
- ค. แห้งไม่ถูด้วยผ้าแห้ง
- ง. แห้งถูด้วยผ้าแห้ง

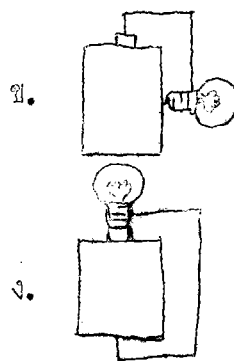
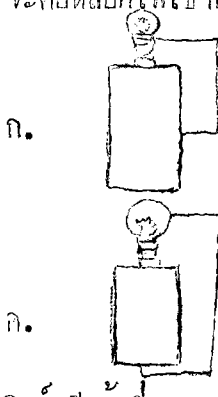
25. เพื่อให้โดยดลที่สุดควร เลือกข้อใดทำสายล่อฟ้า

- ก. ลวดทองแดงเส้นใหญ่
- ข. ลวดทองแดงเส้นเล็ก
- ค. ลวดเหล็กเส้นเล็ก
- ง. ลวดเหล็กอบสังกะสีเส้นใหญ่

26. ไฟฟ้าที่โรงงานส่วนใหญ่ได้มาจากวิธีใด

- ก. ปฏิกิริยาเคมี
- ข. การขัดสีของวัตถุ
- ค. การเหนี่ยวนำ
- ง. การกดกัน

27. จะทดสอบไฟเข้ากับถ่านไฟฉายตามภาพใดจึงจะมีแสงสว่าง



28. ฟิวส์ มีหน้าที่ตรงกับข้อใด

- ก. ต่อดวงจรไฟฟ้า
- ข. ปิด - เปิดวงจร
- ค. เพิ่มกำลังไฟฟ้า
- ง. ตัดวงจรไฟฟ้า

29. ไฟฟ้าสถิตจะติดอยู่กับอุปกรณ์ใดในข้อใด
- ก. คัทเอาน์
 - ข. มิเตอร์
 - ค. สวิตช์
 - ง. ปลั๊ก
30. การคิดค่ากระแสไฟฟ้าใช้ขออนุญาตจากอุปกรณ์ใด
- ก. มิเตอร์ไฟฟ้า
 - ข. คัทเอาน์
 - ค. ปลั๊กไฟฟ้า
 - ง. สวิตช์ไฟฟ้า
31. เครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นทองเหลืองปลั๊กไว้นานตลอดเวลาถือข้อใด
- ก. ทุเรียน
 - ข. ไททานัม
 - ค. เทารีก
 - ง. เครื่องซักผ้า
32. สารใดที่ไม่ใช่ส่วนผสมของผงซักฟอก
- ก. สารฟอกสี
 - ข. น้ำหอม
 - ค. โซนัม
 - ง. เก็ดโฟสเฟต

34. ในน้ำจืดคนหนึ่งจะมีส่วนประกอบใดมากที่สุด
- น้ำตาล
 - สารแต่งสี
 - สารกันบูด
 - น้ำ
35. เมื่อนักเรียนจะโฆษณาแมลงควรปฏิบัติตามข้อใด
- จุดยากันยุงไว้ในที่อับ
 - จุดยากันยุงในห้องที่ปิดมิดชิด
 - จุดยากันยุงไว้หลาย ๆ แห่งตามซอกห้อง
 - จุดยากันยุงในห้องที่อากาศถ่ายเทได้ดี
36. ถ้าจะซื้อผักมาบริโภคควร เลือกทำตามข้อใด
- เลือกผักที่ความงามมีน้ำหนักรวม
 - เลือกเฉพาะผักที่สวยงามไม่มีรอยแมลงกัดกิน
 - ขอใบูรายส่วยเลือกผักให้
 - เลือกผักที่มีรอยแมลงกัดกินเล็กน้อย
37. ถ้าเกิดการแพ่งรั่วฟอกจะปฏิบัติอย่างไร
- หยุดใรงรั่วฟอกทันที
 - ใรงรั่วฟอกใ้นอยลง
 - เปลี่ยนไปใรงชนิดมีราคาแพง
 - เปลี่ยนไปใรงชนิดน้ำ

38. น้ำดื่มจะเป็นอันตรายต่อส่วนใดมากที่สุด
- ก. กระเพาะอาหาร
 - ข. ลำไส้เล็ก
 - ค. ลำไส้ใหญ่
 - ง. ปากและลำคอ
39. บริเวณที่ไม่มีขอบเขตซึ่งโลกและดวงดาวต่าง ๆ บรรจบอยู่เรียกว่าอะไร
- ก. อวกาศ
 - ข. นภากาศ
 - ค. อวกาศ
 - ง. สูญญากาศ
40. เราได้ประโยชน์จากโครงการด้านอวกาศในเรื่องใดมากที่สุด
- ก. ความมั่นคง
 - ข. การพัฒนา
 - ค. การสื่อสาร
 - ง. การค้าขาย

ภาคผนวก ง

ชุดการสอนมินิคอร์ส
เรื่อง บรรยายภาพรอบตัวเรา
วิชาวิทยาศาสตร์ ว. 101
จำนวน 13 คาบ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
หลักการและเหตุผล	145
เป้าหมาย	145
จุดมุ่งหมายทั่วไป	146
จุดมุ่งหมายเฉพาะ	146
แผนการสอน	147
กิจกรรมครู - นักเรียน	152
สื่อการเรียน	172
- คาบที่ 1	172
- คาบที่ 2	186
- คาบที่ 3	195
- คาบที่ 4	204
- คาบที่ 5	212
- คาบที่ 6	228
- คาบที่ 7	236
- คาบที่ 8	237
- คาบที่ 9	247
- คาบที่ 10	256
- คาบที่ 11	265
- คาบที่ 12	274
- คาบที่ 13	284

ชุดการสอนมินิคอร์ส

เวลา 13 คาบ

เรื่อง บรรยากาศรอบตัวเรา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. หลักการและเหตุผล

เรื่องบรรยากาศรอบตัวเราเป็นเนื้อหาหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ ว. 101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ซึ่งมีรายละเอียดของเนื้อหาทั้งปรากฏในบทที่ 3 ของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ของ สสวท. สำคัญในเรื่องนี้เป็นการศึกษาถึงสมบัติของบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงอิทธิพลของบรรยากาศที่มีต่อสิ่งแวดล้อม การศึกษาเรื่องนี้จึงมีความสำคัญต่อการพยากรณ์การปรับปรุงสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการปรับตัวในการดำรงชีวิตของมนุษย์ให้เข้ากับภาวะการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของบรรยากาศของแต่ละท้องถิ่น

การเรียนการสอนเรื่องบรรยากาศรอบตัวเรานี้ได้นำมาจัดเป็นชุดการสอนมินิคอร์ส ซึ่งประกอบด้วย แผนการสอน กิจกรรมครู กิจกรรมนักเรียน วัสดุสื่อการเรียน แบบประเมินผล รวมเข้าเป็นชุดการสอนเบ็ดเสร็จในตัว สำหรับให้ครูนำไปใช้สอนได้สะดวกตรงตามหลักการเรียนรู้ หลักทางจิตวิทยา และหลักการทางเทคโนโลยีการศึกษา ดังนั้น ชุดการสอนมินิคอร์สนี้ จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

2. เป้าหมาย

ชุดมินิคอร์ส เรื่อง "บรรยากาศรอบตัวเรา" นี้ จัดทำขึ้นสำหรับใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชา ว.101 ตามเนื้อหาในบทเรียนที่ 3 ของหนังสือเรียนเล่ม 1 ของ สสวท. ตรงตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

3. จุดมุ่งหมายทั่วไป

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของบรรยากาศและสามารถสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้
2. เพื่อให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้และหลักการเกี่ยวกับสมบัติของบรรยากาศมาใช้อย่างปัญหาในชีวิตประจำวันได้
4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับบรรยากาศรอบตัวเพื่อการศึกษาคนกว่าในระดับสูงขึ้นไปได้

4. จุดมุ่งหมายเฉพาะ

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของบรรยากาศ แรงดันอากาศ ความชื้นสัมบูรณ์ ความชื้นสัมพัทธ์ ความดันและหน่วยความดันบรรยากาศ ตลอดจนชั้นบรรยากาศ ไฮโดรมิเตอร์ บาโรมิเตอร์ พายุไซโคลน พายุทอร์นาโด พายุโซนร้อน พายุไต้ฝุ่น
2. ทำการทดลอง เพื่อแสดงว่าอากาศมีแรงดัน และสรุปได้ว่าบรรยากาศในระดับเดียวกันมีความดันเท่ากัน
3. นำความรู้เรื่องความดันบรรยากาศไปอธิบายวิธีหาแนวระดับในงานก่อสร้าง
4. ทำบาโรมิเตอร์อย่างง่ายได้
5. แปลความหมายข้อมูลจากกราฟ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์ เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น อุณหภูมิ ความดันและความหนาแน่นของบรรยากาศจะลดลง
6. ทำการทดลอง เพื่อแสดงว่าปริมาตรของอากาศแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิ
7. ทำการทดลอง เพื่อสรุปว่าดิน น้ำ รับและคายความร้อนไม่เท่ากัน ทำให้อากาศเหนือพื้นดินและพื้นน้ำมีอุณหภูมิต่างกัน

8. บอกสาเหตุที่ทำให้เกิดลมและพายุ
9. แปลความหมายของแผนที่อากาศ เพื่อให้ทราบถึง ความดันอากาศ ทิศทางลม และฤดูกาล
10. ทำการทดลองและสรุปได้ว่าในอากาศมีไอน้ำและฝุ่นละออง
11. แปลความหมายของตารางแสดง ความชื้นสัมพัทธ์ และคำนวณความชื้นสัมพัทธ์จากข้อมูลที่กำหนดให้
12. อธิบายการเกิด เมฆ หมอก ฝน และลูกเห็บ
13. บอกหลักการในการทำฝนเทียม
14. บอกชื่อเครื่องมือที่ใช้ศึกษาลักษณะอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความดัน ความชื้น และบอกวิธีวัดความเร็วลมและปริมาณน้ำฝน
15. บอกลักษณะอากาศซึ่งกรมอุตุนิยมวิทยารายงานประจำวัน รวมทั้งประโยชน์ของการพยากรณ์อากาศ
16. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และคิดหาวิธีทดลองแล้วดำเนินการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

5. แผนการสอน

ก. การแบ่งเนื้อ

แบ่งเนื้อออกเป็น 13 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

- | | | |
|----------|--------|---|
| คาบที่ 1 | เรื่อง | สมบัติบางประการของบรรยากาศ |
| คาบที่ 2 | เรื่อง | การวัดความดันอากาศ |
| คาบที่ 3 | เรื่อง | ความดันบรรยากาศที่ระดับเดียวกัน |
| คาบที่ 4 | เรื่อง | ความดันบรรยากาศที่ระดับต่าง ๆ กัน |
| คาบที่ 5 | เรื่อง | ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันบรรยากาศกับ
ความหนาแน่น |
| คาบที่ 6 | เรื่อง | ส่วนประกอบของบรรยากาศ |

- คาบที่ 7 เรื่อง สิ่งที่ทำให้บรรยากาศเปลี่ยนแปลง
- คาบที่ 8 เรื่อง บรรยากาศที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน
- คาบที่ 9 เรื่อง ความหนาแน่นและความดันบรรยากาศ
- คาบที่ 10 เรื่อง ผลที่เกิดจากอุณหภูมิของบรรยากาศแตกต่างกัน
- คาบที่ 11 เรื่อง การวัดความดันบรรยากาศ
- คาบที่ 12 เรื่อง ความชื้นในบรรยากาศ
- คาบที่ 13 เรื่อง น้ำในบรรยากาศและความสำคัญของบรรยากาศ

ข. แผนการสอนในแต่ละคาบ

ในแต่ละคาบแบ่ง เป็นกิจกรรมย่อยดังต่อไปนี้

คาบที่	ตอนที่	ระยะเวลา (นาที)	กิจกรรม	ลักษณะกลุ่ม
1	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	25	- อ่านบทเรียนสำเร็จรูปและ ทำการทดลองที่ 1	- รายบุคคล
	3	15	- พัง เทปสรุปเนื้อหา - ทดสอบหลัง เรียน	- กลุ่มใหญ่ - รายบุคคล
2	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	5	- อ่านภาพการ์ตูน	- รายบุคคล
	3	25	- ทำการทดลองที่ 2 ตามบัตรงาน และอภิปรายกลุ่ม	- กลุ่มเล็ก
	4	15	- อ่านบัตรสรุปเนื้อหาและทดสอบ หลังเรียน	- รายบุคคล

คาบที่	ตอนที่	ระยะเวลา (นาที)	กิจกรรม	ลักษณะกลุ่ม
3	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	5	- ชมสไลด์	- กลุ่มใหญ่
	3	30	- ทำการทดลองตามบัตรงาน และอภิปรายและสรุปผล	- กลุ่มเล็ก
	4	10	- พัง เทปสรุปผลการทดลอง - ทดสอบหลัง เรียน	- กลุ่มใหญ่ - รายบุคคล
4	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	10	- ชมวีดีโอชุดภัยกลาง เวหา	- กลุ่มใหญ่
	3	15	- อภิปรายจากภาพ	- กลุ่มเล็ก
	4	20	- พัง เทปสรุปเนื้อหา - ทดสอบหลัง เรียน	- กลุ่มใหญ่
5	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	5	- อ่านบทการรู้	- รายบุคคล
	3	20	- ทดลองตามบัตรงาน	- กลุ่มเล็ก
	4	15	- พัง เทปสรุปบทเรียนและ - ทดสอบหลัง เรียน	- กลุ่มใหญ่ - รายบุคคล

คาบที่	ตอนที่	ระยะเวลา (นาที่)	กิจกรรม	ลักษณะกลุ่ม
6	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	30	- ทดลองตามบัตรงานและ อภิปรายผล	- กลุ่มเล็ก
	3	10	- อ่านบัตรสรุปเนื้อหาและ - ทดสอบหลัง เรียน	- รายบุคคล
7	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	7	- อ่านบทการ์ตูน	- รายบุคคล
	3	30	- ทำการทดลองที่ 6 ตามบัตรงาน และอภิปรายผล	- กลุ่มเล็ก
	4	8	- พัง เทปสรุปบทเรียน และ - ทดสอบหลัง เรียน	- กลุ่มใหญ่
8	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	5	- อ่านบทการ์ตูน	- รายบุคคล
	3	40	- ชมสไลด์ประกอบเทป และ - ทดสอบหลัง เรียน	- กลุ่มใหญ่ - รายบุคคล
9	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	5	- อ่านบทการ์ตูน	- รายบุคคล
	3	20	- ทำการทดลองที่ 7 ตามบัตรงาน	- กลุ่มเล็ก
	4	10	- อ่านบัตรสรุปเนื้อหา	- รายบุคคล
		5	- ทดสอบหลัง เรียน	- รายบุคคล

คาบที่	ตอนที่	ระยะเวลา (นาที)	กิจกรรม	ลักษณะกลุ่ม
10	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	5	- อ่านบทการ์ตูน	- รายบุคคล
	3	15	- ทำการทดลองที่ 8 ตามบัตรงาน	- กลุ่มเล็ก
	4	20	- พัง เทปประกอบภาพเพื่อสรุปเนื้อหา และ - ทดสอบหลัง เรียน	- กลุ่มใหญ่ - รายบุคคล
11	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	10	- ชมวีดิโอชุดนักบิน และอภิปราย ก่อนการทดลอง	- กลุ่มใหญ่
	3	10	- อ่านบัตรเนื้อหา	- รายบุคคล
	4	15	- ทำการทดลองที่ 9 ตามบัตรงาน และอภิปรายผล - ทดสอบหลัง เรียน	- กลุ่มเล็ก - รายบุคคล
12	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	25	- ทำการทดลองที่ 10 ตามบัตรงาน และอภิปรายผล	- กลุ่มเล็ก (2 กลุ่ม)
	3	20	- พัง เทปประกอบภาพเพื่อสรุปเนื้อหา - ทดสอบหลัง เรียน	- กลุ่มใหญ่ - รายบุคคล

คาบที่	ตอนที่	ระยะเวลา (นาที)	กิจกรรม	ลักษณะกลุ่ม
13	1	5	- ทดสอบก่อนเรียน	- รายบุคคล
	2	40	- อ่านบทเรียนสำเร็จรูป และ - ทดสอบหลังเรียน	- รายบุคคล

6. กิจกรรมครู - กิจกรรมนักเรียน - สื่อการเรียนรู้

6.1 คาบที่ 1 สมบัติทางประการของบรรยากาศ

ก. สิ่งที่ครูจะต้องเตรียมล่วงหน้า

1. เครื่องเล่นเทป
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม
3. จัดโต๊ะเรียนให้นั่งเป็นกลุ่ม
4. ชุดทดลองที่ 1.1 และ 1.2

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนตอบข้อทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบก่อนเรียน ให้นักเรียนทุกคน 2. ครูแนะนำวิธีตอบ 3. นักเรียนตอบข้อทดสอบ	ข้อทดสอบก่อนเรียน เรียนคาบที่ 1	รายบุคคล

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
2	25	นักเรียนอ่านบทเรียนสำเร็จรูป 1. ครูแจกบทเรียนสำเร็จรูป แล้วคอยแจกอุปกรณ์การ ทดลองที่ 1.1 และ 1.2 2. นักเรียนอ่านบทเรียนสำเร็จรูป และทำการทดลอง บันทึกการ ทดลอง ตลอดจนอภิปรายผล การทดลอง	-บทเรียนสำเร็จ รูป คาบที่ 1 ตอนที่ 2 -ชุดอุปกรณ์การ ทดลองที่ 1.1 และ 1.2	กลุ่มเล็ก
3	15	นักเรียนฟัง เทปแล้วทดสอบหลัง เรียน 1. ครูเตรียม เครื่องเล่นเทป ใส่เทปคาบที่ 1 2. ครูเปิดเทปให้นักเรียนฟัง 3. นักเรียนทดสอบหลัง เรียน	-เครื่องเล่นเทป -เทปคาบที่ 1	กลุ่มใหญ่

6.2 คาบที่ 2 การวัดความดันอากาศ

ก. สิ่งที่คุณจะต้องเตรียมล่วงหน้า

1. ชุดทดลองที่ 2

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนตอบข้อทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบก่อนเรียน ให้นักเรียนทุกคน 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบ	-ข้อทดสอบก่อน เรียนคาบที่ 2	รายบุคคล
2	5	นักเรียนอ่านบทการ์ตูน 1. ครูแจกบทเรียนการ์ตูนให้ นักเรียนครบทุกคน 2. นักเรียนอ่านบทเรียนการ์ตูน	-บทเรียนการ์ตูน คาบที่ 2	รายบุคคล
3	25	นักเรียนทำการทดลองที่ 2 1. ครูแจกบัตรงานการทดลองที่ 2 ให้นักเรียนทุกคนและคอยแจก อุปกรณ์การทดลองที่ 2 2. นักเรียนอ่านบัตรงานและทำ การทดลองพร้อมทั้งบันทึกผล และนักเรียนอภิปรายผล การทดลอง	-บัตรงานการ ทดลองที่ 2 -ชุดการทดลอง ที่ 2	กลุ่มเล็ก

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
4	10	นักเรียนอ่านบัตรสรุปเนื้อหา 1. ครูแจกบัตรสรุปเนื้อหาให้ นักเรียนทุกคน 2. นักเรียนอ่านบัตรสรุปเนื้อหา 3. นักเรียนทำข้อทดสอบหลังเรียน	-บัตรสรุปเนื้อหา ตอนที่ 1 -ข้อทดสอบหลัง เรียน (ฉบับ เดียวกับข้อ ทดสอบก่อน เรียน)	รายบุคคล

6.3 ตอนที่ 3 ความดันบรรยากาศที่ระดับเดียวกัน

ก. สิ่งที่คุณจะต้องเตรียม

1. เครื่องฉายสไลด์พร้อมจอภาพ
2. เครื่องเล่นเทป
3. ชุดการทดลองที่ 3

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนทำข้อทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบก่อนเรียน ให้นักเรียนทุกคน 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบ	-แบบทดสอบก่อน เรียนคาบที่ 3	รายบุคคล
2	5	นักเรียนดูสไลด์ประกอบการอธิบาย ของครู 1. ครูฉายสไลด์ให้นักเรียนดู ที่ละภาพพร้อมทั้งบรรยาย ตามบทที่กำหนดให้	-เครื่องฉาย -สไลด์ -ภาพสไลด์ คาบที่ 3 -บทบรรยาย ประกอบสไลด์ คาบที่ 3	กลุ่มใหญ่ (ทั้งชั้น)
3	30	นักเรียนทำการทดลองที่ 3 คำม บัตรงาน 1. ครูแจกบัตรงานการทดลอง ที่ 3 ให้ทุกคนและคอยแจก อุปกรณ์การทดลอง 2. นักเรียนศึกษาบัตรงานและ ทำการทดลอง บันทึกการ ทดลอง พร้อมทั้งอภิปรายผล	-บัตรงานการ ทดลองที่ 3 -ชุดอุปกรณ์การ ทดลองที่ 3	กลุ่มเล็ก

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
4	10	นักเรียนฟัง เทปสรุปเนื้อหา 1. ครูเปิดเทปให้นักเรียนฟัง	- เครื่องเล่นเทป - เทปฉบับสำหรับ คาบที่ 3	กลุ่มใหญ่

6.4 คาบที่ 4 ความดันบรรยากาศที่ระดับต่าง ๆ กัน

ก. สิ่งที่คุณจะต้องเตรียม

1. เครื่องเล่นวีดีโอ VHS 1 เครื่อง
2. โทรทัศน์สี 20 นิ้ว 1 เครื่อง
3. เครื่องเล่นเทป 1 เครื่อง

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนตอบข้อทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบก่อนเรียน 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบ	- ข้อทดสอบก่อน เรียนคาบที่ 4	รายบุคคล

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
2	10	นักเรียนคู่วีดีโอชุดภัยกลาง เวหา 1. ครูจัดตั้งชุดเล่นวีดีโอพร้อมใส่ม้วนวีดีโอคาบที่ 4 2. ครูเปิดวีดีโอให้นักเรียนดู 3. ครูแจกคำถามตอนที่ 2 คาบที่ 4 4. นักเรียนตอบคำถาม 4 ข้อ	- เครื่องเล่นวีดีโอ - เครื่องโทรทัศน์ - ม้วนวีดีโอคาบที่ 4 - คำถามตอนที่ 2 คาบที่ 4	กลุ่มใหญ่ รายบุคคล
3	15	นักเรียนอภิปรายกลุ่มจากภาพ 1. ครูแจกบัตรภาพและหัวข้ออภิปรายให้นักเรียนทุกคน 2. นักเรียนศึกษาจากภาพและอภิปรายตามประเด็นที่กำหนดให้	- บัตรอภิปรายคาบที่ 4	กลุ่มเล็ก
4	20	นักเรียนฟัง เทปประกอบภาพ 1. ครูแจกตารางภาพให้นักเรียนทุกคน 2. ครูเปิดเทปให้นักเรียนฟัง 3. นักเรียนตอบข้อทดสอบหลังเรียน	- เครื่องเล่นเทป - เทปตลับคาบที่ 4 - ข้อทดสอบหลังเรียน	กลุ่มใหญ่ รายบุคคล

6.5 คาบที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันบรรยากาศและความหนาแน่น

ก. สิ่งที่ครูจะต้องเตรียมล่วงหน้า

1. เครื่องเล่นเทพ

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนตอบข้อทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบก่อนเรียน 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบ	-ข้อทดสอบก่อนเรียนคาบที่ 5	รายบุคคล
2	5	นักเรียนอ่านบทการ์ตูน 1. ครูแจกบทเรียนการ์ตูน 2. นักเรียนอ่านบทการ์ตูน	-บทการ์ตูนตอนที่ 2	รายบุคคล
3	20	นักเรียนทำการทดลองที่ 4 ตามบัตรงาน 1. ครูแจกบัตรงานการทดลองที่ 4 และคอยแจกอุปกรณ์การทดลอง 2. นักเรียนศึกษาบัตรงานและทำการทดลอง บันทึกผลและอภิปรายผลการทดลอง	-บัตรงานการทดลองที่ 4	กลุ่มเล็ก

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
4	15	นักเรียนฟัง เทปสรุปเนื้อหา 1. ครูเปิดเทปให้นักเรียนฟัง 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบหลังเรียน	- เครื่องเล่นเทป - เทปฉบับที่ 5	กลุ่มใหญ่

6.6 คาบที่ 6 ส่วนประกอบของบรรยากาศ

ก. สิ่งที่จะต้องเตรียม

-

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	ทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบก่อนเรียน 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบก่อนเรียน	- ข้อทดสอบก่อนเรียนคาบที่ 6	รายบุคคล

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
2	35	นักเรียนศึกษาบัตรงานการทดลองที่ 5 และทำการทดลอง บันทึกผล และอภิปรายผลการทดลอง 1. ครูแจกบัตรงานให้นักเรียนทุกคนและแจกอุปกรณ์การทดลอง 2. นักเรียนศึกษาบัตรงานและทำการทดลอง บันทึกผล และอภิปรายผล	-บัตรงานการทดลองที่ 5 -อุปกรณ์การทดลอง คาบที่ 6	กลุ่มเล็ก
3	10	นักเรียนอ่านบัตรสรุปเนื้อหา และตอบข้อทดสอบหลัง เรียน 1. ครูแจกบัตรสรุปเนื้อหา 2. นักเรียนอ่านบัตรสรุปเนื้อหา 3. นักเรียนตอบข้อทดสอบหลังเรียน	-บัตรสรุปเนื้อหา คาบที่ 6 -ข้อทดสอบหลังเรียน (ใช้ข้อทดสอบก่อนเรียน)	รายบุคคล

6.7 คาบที่ 7 สิ่งที่ทำให้บรรยากาศเปลี่ยนแปลง

ก. สิ่งที่คุณจะต้อง เตรียม

1. เครื่องเล่นเทป
2. สลาก 6 อัน (ในสลากเขียนว่า น้ำ 2 อัน ดิน 2 อัน

ทราย 2 อัน)

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนตอบข้อทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบก่อนเรียน ให้นักเรียน 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบ	-ข้อทดสอบก่อน เรียนคาบที่ 7	รายบุคคล
2	7	นักเรียนอ่านบทกวีบทหนึ่งเพื่ออภิปราย ก่อนการทดลอง 1. ครูแจกบทกวีให้นักเรียน 2. นักเรียนอ่านบทกวีและ อภิปรายประเด็นที่กำหนดให้	-บทกวีบท คาบที่ 7	รายบุคคล และกลุ่มเล็ก
3	30	นักเรียนตัวแทนกลุ่มจับสลากเพื่อเลือก วัสดุทดลอง นักเรียนศึกษาบัตรงาน และทำการ ทดลองที่ 6 บันทึกผล และอภิปราย ผลการทดลอง		

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
		1. นักเรียนตัวแทนกลุ่มจับสลาก 2. ครูแจกบัตรงานการทดลอง และคอยแจกอุปกรณ์ตามที่ จับสลากได้ 3. นักเรียนศึกษาบัตรงานและ ทำการทดลอง - บันทึกผล และอภิปรายผล	-บัตรงานการ ทดลองที่ 6 - ชุดทดลองที่ 6	กลุ่มเล็ก
4	8	นักเรียนฟัง เทปสรุปบทเรียนแล้วตอบ ข้อทดสอบหลัง เรียน 1. ครูเปิดเทปให้นักเรียนฟัง 2. นักเรียนฟัง เทปจนจบ 3. นักเรียนตอบข้อทดสอบ หลัง เรียน	-เครื่อง เล่น เทป -เทปคลັບชุด คาบที่ 7 -ข้อทดสอบหลัง เรียน	กลุ่มใหญ่

6.8 คาบที่ 8 บรรยายากาศที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน

ก. สิ่งที่คุณจะต้องเตรียม

1. เครื่องฉายสไลด์ 1 เครื่อง พร้อมจอภาพ
2. เครื่องเล่นเทป 1 เครื่อง

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบก่อนเรียน 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบก่อนเรียน	- ข้อทดสอบก่อนเรียน - ใบความรู้ที่ 8	รายบุคคล
2	5	นักเรียนอ่านบทกวี 1. ครูแจกบทกวี 2. นักเรียนอ่านบทกวี	- บทกวี - ใบความรู้ที่ 8	รายบุคคล
3	40	นักเรียนชมสไลด์ประกอบการฟัง เพลง (หรือการบรรยายของครู) 1. ครูฉายสไลด์ที่แสดงภาพพร้อม กับ เปิดเพลงให้สัมพันธ์กัน หรือครูบรรยายตามบทเพลง 2. นักเรียนฟัง เพลง 3. นักเรียนตอบข้อทดสอบ หลัง เรียน	- เครื่องฉายสไลด์ - เครื่อง เล่น เพลง - ภาพสไลด์ที่ 8 - เพลงที่ 8	กลุ่มใหญ่

6.9 คาบที่ 9 ความหนาแน่นและความดันบรรยากาศ

ก. สิ่งที่จะต้องเตรียม

-

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนทำข้อทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบ 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบ	-ข้อทดสอบก่อนเรียน -เรียนคาบที่ 9	รายบุคคล
2	5	นักเรียนอ่านบทการรู้ 1. ครูแจกบทการรู้ให้นักเรียน ทุกคน 2. นักเรียนศึกษาบทการรู้	-บทการรู้ -คาบที่ 9	รายบุคคล
3	20	นักเรียนทำการทดลองที่ 7 ตาม บัตรงาน 1. ครูแจกบัตรงานการทดลอง ที่ 7 ให้นักเรียนทุกคน และคอยแจกอุปกรณ์การ ทดลองกลุ่มละ 1 ชุด 2. นักเรียนศึกษาบัตรงานและทำ การทดลอง บันทึกผลและ อภิปรายผลการทดลอง	-บัตรงานการ ทดลองที่ 7 -ชุดอุปกรณ์การ ทดลองที่ 7	กลุ่มเล็ก

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
4	15	นักเรียนอ่านบัตรสรุปบทเรียนจบแล้ว ทำข้อทดสอบหลังเรียน 1. ครูแจกบัตรสรุปเนื้อหา 2. นักเรียนอ่านบัตรสรุปเนื้อหา 3. นักเรียนตอบข้อทดสอบ หลังเรียน	-บัตรสรุปบท เรียน -ข้อทดสอบหลัง เรียน	รายบุคคล

6.10 คาบที่ 10 ผลที่เกิดจากอุณหภูมิของบรรยากาศแต่ละแห่งไม่เท่ากัน

ก. สิ่งที่จะต้องใช้เตรียม

1. เครื่องเล่นเทป

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนตอบข้อทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบก่อนเรียน 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบ ก่อนเรียน	-ข้อทดสอบ คาบที่ 10	รายบุคคล

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
2	5	นักเรียนอ่านบทการ์ตูน 1. ครูแจกบทการ์ตูน 2. นักเรียนศึกษาบทการ์ตูน	-บทการ์ตูน ตอนที่ 10	รายบุคคล
3	20	นักเรียนศึกษาบัตรงานและทำการ ทดลองที่ 8 1. ครูแจกบัตรงานแก่นักเรียน ทุกคน และคอยแจกอุปกรณ์ การทดลองให้กลุ่มละ 1 ชุด 2. นักเรียนศึกษาบัตรงานและ ทำการทดลองที่ 8 บันทึกผล อภิปรายผลการทดลอง	-บัตรงานการ ทดลองที่ 8 -ชุดอุปกรณ์การ ทดลองที่ 8	กลุ่มเล็ก
4	20	นักเรียนฟัง เพลงรูปแบบทเรียนประกอบ การวางภาพแล้วทดสอบหลัง เรียน 1. ครูแจกภาพตารางให้นักเรียน 2. ครูเปิดเพลงให้นักเรียนฟัง 3. นักเรียนฟัง เพลงประกอบ การวางภาพ 4. นักเรียนทำข้อทดสอบหลัง เรียน	-เครื่องเล่นเพลง -เพลงคลอตอนที่ 10 -ตารางภาพ ตอนที่ 10 -ข้อทดสอบหลัง เรียน	กลุ่มใหญ่

6.11 คาบที่ 11 การวัดความดันบรรยากาศ

ก. สิ่งที่คุณจะต้องเตรียม

1. เครื่องเล่นวีดีโอ 1 เครื่อง
2. โทรทัศน์สี ขนาด 20 นิ้ว 1 เครื่อง

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนตอบข้อทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบก่อนเรียน 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบก่อนเรียน	-ข้อทดสอบก่อนเรียน -เรียนคาบที่ 11	รายบุคคล
2	10	นักเรียนชมวีดีโอชุด "นักบิน" จบแล้ว อภิปรายประเด็นที่กำหนดให้ 1. ครูแจกประเด็นอภิปรายแก่นักเรียน 2. ครูเปิดวีดีโอให้นักเรียนชม 3. นักเรียนอภิปรายกลุ่มตามประเด็น	-เครื่องเล่นวีดีโอ -โทรทัศน์สี -เทปวีดีโอคาบที่ 11 -บัตรอภิปรายตอนที่ 2	กลุ่มใหญ่ กลุ่มเล็ก

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
3	10	นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหา 1. ครูแจกบัตรเนื้อหาตอนที่ 3 2. นักเรียนศึกษาบัตรเนื้อหา	-บัตรเนื้อหา ตอนที่ 3 คาบที่ 11	รายบุคคล
4	15	นักเรียนทำการทดลองที่ 9 ตาม บัตรงาน 1. ครูแจกบัตรงานและคอยแจก อุปกรณ์การทดลองที่ 9 2. นักเรียนทำการทดลองตาม บัตรงาน 3. นักเรียนอภิปรายผล 4. นักเรียนตอบข้อทดสอบ หลัง เรียน	-บัตรงานการ ทดลองที่ 9 -ข้อทดสอบหลัง เรียน	กลุ่มเล็ก

6.12 คาบที่ 12 ความชื้นในบรรยากาศ

ก. สิ่งที่คุณจะต้องเตรียม

1. เครื่องเล่นเทป 1 เครื่อง

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที่)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนตอบข้อทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบ 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบ	-ข้อทดสอบก่อนเรียนคาบที่ 12	รายบุคคล
2	25	นักเรียนศึกษาบัตรงานและทำการทดลองที่ 10 1. ครูแจกบัตรงานการทดลองที่ 10 และคอยแจกอุปกรณ์ให้กลุ่มละ 1 ชุด 2. นักเรียนศึกษาบัตรงานและทำการทดลอง บันทึกผลและอภิปรายผลการทดลอง	-บัตรงานการทดลองที่ 10 -ชุดอุปกรณ์การทดลองที่ 10	กลุ่มเล็ก
3	20	นักเรียนฟัง เปรียบประกอบภาพ 1. ครูแจกภาพประกอบการฟัง เปรียบ 2. ครูเปิดเทปให้นักเรียนฟัง 3. นักเรียนตอบข้อทดสอบหลังเรียน	-เครื่องเล่นเทป -เทปตลับคาบที่ 12 -ภาพประกอบการฟัง เปรียบ	กลุ่มใหญ่

6.13 คาบที่ 13 น้ำในบรรยากาศและความสำคัญของบรรยากาศ

ก. สิ่งที่เราจะต้องเตรียม

-

ข. รายละเอียดของกิจกรรม

ตอนที่	เวลา (นาที)	กิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติ	สื่อ	ลักษณะกลุ่ม
1	5	นักเรียนทำข้อทดสอบก่อนเรียน 1. ครูแจกข้อทดสอบ 2. นักเรียนตอบข้อทดสอบ	-ข้อทดสอบก่อนเรียนคาบที่ 13	รายบุคคล
2	40	นักเรียนศึกษาจากบทเรียนสำเร็จรูป 1. ครูแจกบทเรียนสำเร็จรูป 2. นักเรียนอ่านบทเรียนสำเร็จรูป 3. นักเรียนตอบข้อทดสอบหลังเรียน	-บทเรียนสำเร็จรูปคาบที่ 13	รายบุคคล

7. สื่อการเรียนคาบที่ 1-13

สมบัติบางประการของบรรยากาศ "ทดสอบก่อนเรียน"	คาบที่ 1	
	ตอนที่ 1	5 นาที

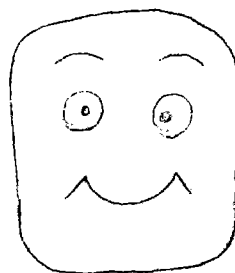
จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนทดลองและสรุปสมบัติบางประการของบรรยากาศได้

- วิธีเรียน
1. ทดสอบก่อนเรียน
 2. อ่านบทเรียนสำเร็จรูป
 3. ฟัง เทปสรุปเนื้อหา
 4. ทดสอบหลังเรียน

ทดสอบก่อนเรียน ก่อนอื่นลองตอบคำถามต่อไปนี้ โดยกา ✓ ทับอักษรหน้าข้อคำตอบที่ถูกต้อง

1. บรรยากาศหมายถึงอากาศในข้อใด
 - ก. อากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา
 - ข. อากาศที่อยู่เหนือทะเล
 - ค. อากาศที่อยู่เหนือพื้นดิน
 - ง. อากาศในที่ต่าง ๆ ทั้งหมด
2. ข้อใดเป็นวิธีที่แสดงอากาศมีแรงกดดันได้ดีที่สุด
 - ก. สูดหายใจลึก ๆ
 - ข. เป่าลูกโป่ง
 - ค. เอน้ำใส่แก้วปิดทับด้วยกระดาษแล้วคว่ำแก้ว
 - ง. โบกมือไปมาเร็ว ๆ
3. แรงดันอากาศจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด
 - ก. ขนาดพื้นที่
 - ข. จำนวนไอน้ำ
 - ค. ความแห้งแล้ง
 - ง. ปริมาณแสงแดด
4. ข้อใดคือความหมายของความดันอากาศ
 - ก. แรงกันทุกทิศทุกทาง
 - ข. แรงกันต่อพื้นที่ 1 ตารางหน่วย
 - ค. แรงกันที่มีค่าปานกลาง
 - ง. แรงกันที่มนุษย์ทนอยู่ได้

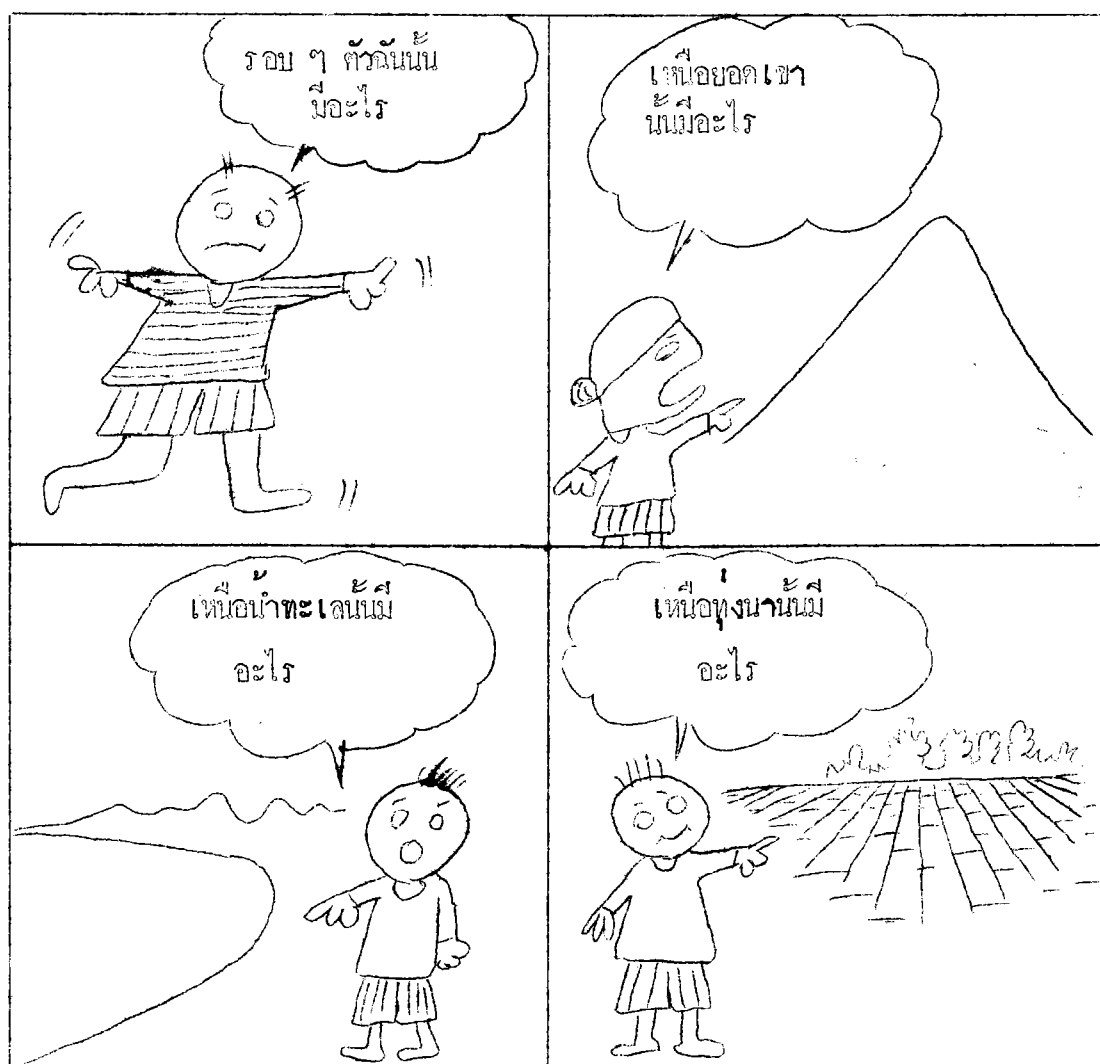
ตอบเสร็จแล้ว ยังไม่ต้องรีบร้อนตรวจกับเฉลย ถูกผิดไม่เป็นไร
เมื่อเรียนจบความนี้แล้วนักเรียนจะได้ตอบคำถามนี้อีกครั้ง
จงเรียนต่อไปแล้วจะรู้คำตอบ



อ่านบทเรียนสำเร็จรูป	คาบที่ 1	
	ตอนที่ 2	25 นาที

นักเรียนจำได้ไหม บางวันอากาศร้อน บางวันอากาศหนาว บางวันท้องฟ้าแจ่มใส
 บางวันอากาศมีพายุ บางวันมีลมแรงมีฝนตก ลักษณะอากาศเหล่านี้บางที่เราชอบใจ
 บางทีก็ทำให้เราลำบาก เพราะเหตุใดลักษณะอากาศจึงเป็นเช่นนั้น เรื่องราวต่อไปนี้
 จะให้คำตอบแก่นักเรียน

ลองดูภาพต่อไปนี้

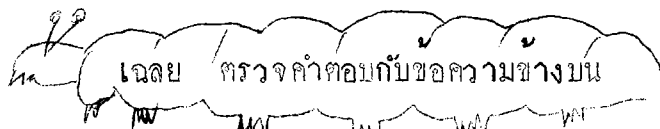


นักเรียนคงบอกได้ใช่ไหมว่า ทุกแห่งมีอากาศอยู่ อากาศในทุก ๆ แห่งทั้งหมดนี้
แหละ รวมเรียกว่า "บรรยากาศ"

ลองตอบคำนี้อีกทีโดยการเขียนตอบ

คำถาม บรรยากาศหมายถึงอะไร

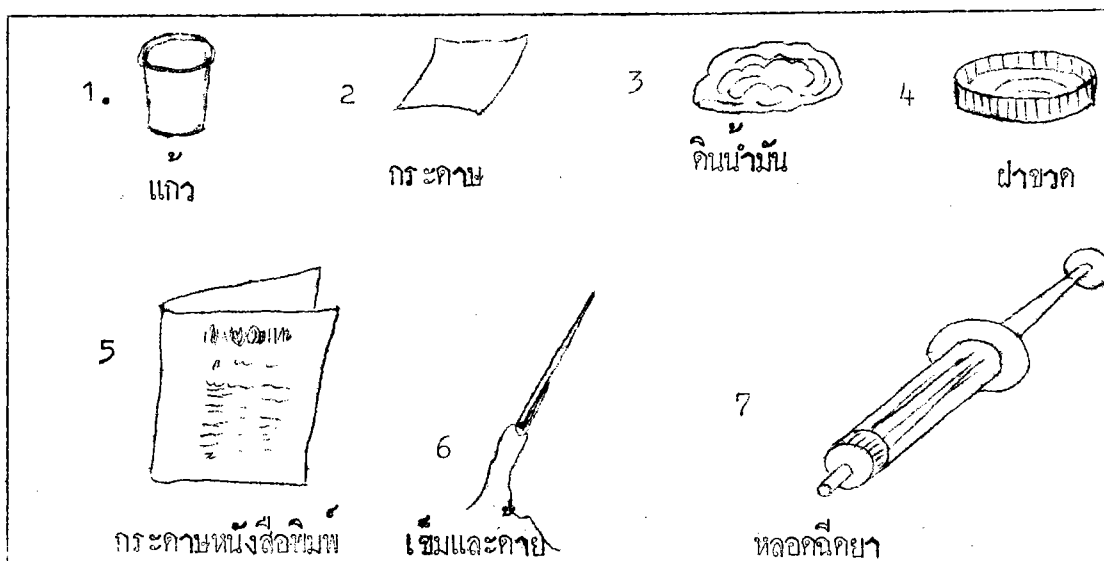
คำตอบ



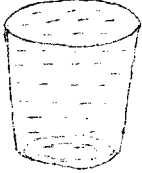
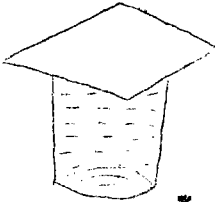
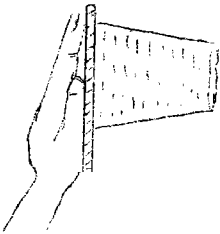
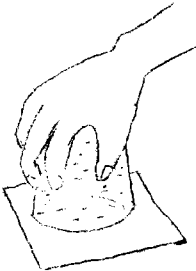
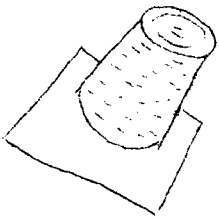
อากาศเมื่อมันเคลื่อนที่เราเรียกว่า ลม ดังนั้นอากาศจึงทำให้ใบไม้ไหวได้ อากาศ
ทำให้กังหันหมุน อากาศทำให้วาลวอยไปในท้องฟ้า อากาศทำให้ทหารกระโดดร่มแล้ว
ค่อย ๆ ลงสู่พื้นได้ อากาศทำให้ลูกโป่งพองโตขึ้นได้ นอกจากนี้อากาศยังมีสมบัติ
บางประการที่น่าสนใจ นักเรียนอย่ากรู๋ใหม่ เรามาทำการทดลองดูดีกว่า

การทดลองที่ 1.1

ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนไปรับอุปกรณ์ แล้วตรวจสอบว่าครบตามนี้หรือไม่ ถ้าพบว่า
มีสิ่งใดให้กา ✓ ใน ○ หน้าสิ่งนั้น



เมื่อครบแล้วให้ทำการทดลองทีละขั้นตอนตามภาพ

1  ใส่น้ำจนเต็มแก้ว	2  วางกระดาษปิดปากแก้ว
3  ค่อยเอียงจนแก้วคว่ำ	4  ปลดมือจากกระดาษ
5  เอียงแก้วในแนวต่าง ๆ	6 ทำตามภาพ 1 - 5 สัก 3 ครั้งแล้วบันทึกในแบบ บันทึกหน้าถัดไป

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 1.1

ให้กา ☒ ใน ☐ หน้าข้อความที่ตรงกับที่ปฏิบัติหรือผลที่พบ

ครั้งที่	น้ำที่อยู่ในแก้ว	ผลการทดลอง
1	☐ เต็ม ☐ ไม่เต็ม	☐ กระจกแข็งไม่หลุดออก ☐ กระจกแข็งหลุดออก
2	☐ เต็ม ☐ ไม่เต็ม	☐ กระจกแข็งไม่หลุดออก ☐ กระจกแข็งหลุดออก
3	☐ เต็ม ☐ ไม่เต็ม	☐ กระจกแข็งไม่หลุดออก ☐ กระจกแข็งหลุดออก

จากผลการทดลองนี้นักเรียนช่วยกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปผลว่า เพราะเหตุใด
กระจกจึงไม่หลุดออกจากปากแก้วน้ำ (หัวหน้ากลุ่มควรให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็น)
ข้อสรุปของกลุ่ม การที่กระจกไม่หลุดออกจากปากแก้วน้ำเป็นเพราะ

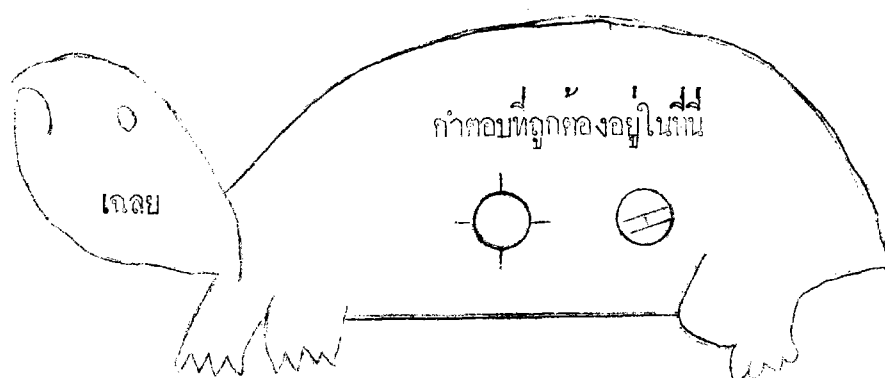
คราวนี้นักเรียนบอกสมบัติบางประการของอากาศได้หรือยัง ลองตอบคำถาม 2 ข้อนี้

คำถาม สมบัติของอากาศคือข้อใด

 อากาศมีแรงดัน  อากาศมีความรู้สึกร้อน

คำถาม การที่เอียงแก้วในมุมต่าง ๆ กระจกก็ไม่หลุดแสดงว่าอย่างไร

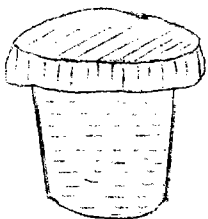
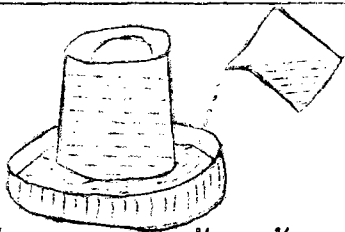
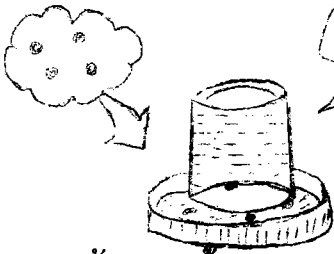
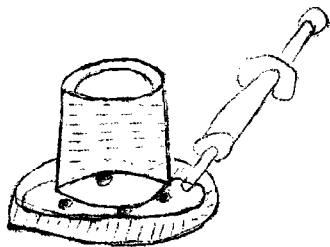
 อากาศมีแรงดัน 2 ทาง  อากาศมีแรงดันทุกทิศทุกทาง



จงจำไว้ให้ดีๆ อากาศมีแรงดัน และมีแรงดันทุกทิศทุกทางด้วย เมื่อสมาชิกในกลุ่มตอบคำถามได้ถูกต้องแล้ว ให้ทำการทดลองที่ 1.2 ต่อไป

การทดลองที่ 1.2

ให้ทำการทดลองที่ละขั้นตอนดังภาพ

 ใส่น้ำเต็มแก้วแล้วครอบด้วยฝาขวด	 คว่ำแก้วลงบนฝ่าขวด แล้วเติมน้ำในฝ่าขวดจนเกือบเต็มฝ่า
 ดึงเอกระดาษกาวนะ บันทึกน้ำมันเป็นก้อนกลมขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ซม. หนูนํ้าจากแก้ว (ต้องคอย ๆ ยกแก้วขึ้นอย่าให้สูงกวาระดับน้ำ)	 ใส่น้ำมันทีละหยด ๆ ดูน้ำมันออกจากฝ่าขวดดึงเอกระดาษกาวในแก้วไปด้วย

ทำตาม 1 - 4 ให้ครบ 3 ครั้ง แล้วบันทึกผลการทดลอง

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 1.2

ให้ทำ ✓ ใน ○ หน้าข้อความที่ตรงกับผลการทดลองจริง

ทดลอง ครั้งที่	ขั้นที่ทดลอง	ผลการทดลอง
1	ขณะยังไม่คูดน้ำออก	☐ ระดับน้ำในแก้ว ไม่ลด ☐ ระดับน้ำในแก้ว ลดลง
	เมื่อคูดน้ำออกบ้างแล้ว	☐ ระดับน้ำในแก้ว ไม่ลด ☐ ระดับน้ำในแก้ว ลดลง
2	ขณะยังไม่คูดน้ำออก	☐ ระดับน้ำในแก้ว ไม่ลด ☐ ระดับน้ำในแก้ว ลดลง
	เมื่อคูดน้ำออกบ้างแล้ว	☐ ระดับน้ำในแก้ว ไม่ลด ☐ ระดับน้ำในแก้ว ลดลง
3	ขณะยังไม่คูดน้ำออก	☐ ระดับน้ำในแก้ว ไม่ลด ☐ ระดับน้ำในแก้ว ลดลง
	เมื่อคูดน้ำออกบ้างแล้ว	☐ ระดับน้ำในแก้ว ไม่ลด ☐ ระดับน้ำในแก้ว ลดลง

จากผลการทดลองข้างบน ให้กลุ่มอภิปรายเพื่อหาคำตอบต่อไปนี้

1. ขณะที่หมุนปากแก้วคว่ำดินน้ำมัน ทำไมน้ำในแก้วจึงไม่ลดระดับ
2. เมื่อใช้หลอดฉีดยาคูดน้ำออกจากฝาชวด ทำไมน้ำในแก้วจึงไหลออกมา

อยู่ในฝาชวด

3. ผลการทดลองนี้จะนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

ขอสรุปของกลุ่ม

1.
2.
3.

อภิปรายและหาข้อสรุปเสร็จแล้วคงจะรู้คำตอบของคำถามต่อไปนี้บ้างละ ลองตอบดู

คำถาม ขณะที่หมุนปากแก้วควยคินน้ำมัน แตระดับน้ำในแก้วไม่ลดลงเพราะเหตุใด

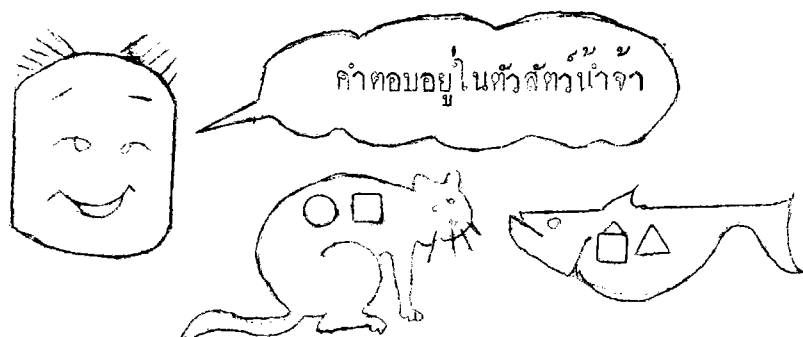
☐ เพราะปากแก้วอยู่ใต้น้ำ

☒ เพราะอากาศมีแรงดันกดคั้นน้ำในฝาขวด

คำถาม เมื่อคุณนำออกจากฝาขวดจนระดับน้ำต่ำกว่าปากแก้ว จะเกิดอะไรขึ้น

☒ ฟองอากาศเข้าไปแทนที่น้ำในแก้ว ทำให้น้ำในแก้วไหลออกมาอยู่ในฝาขวด ระดับน้ำในแก้วจึงลดลง

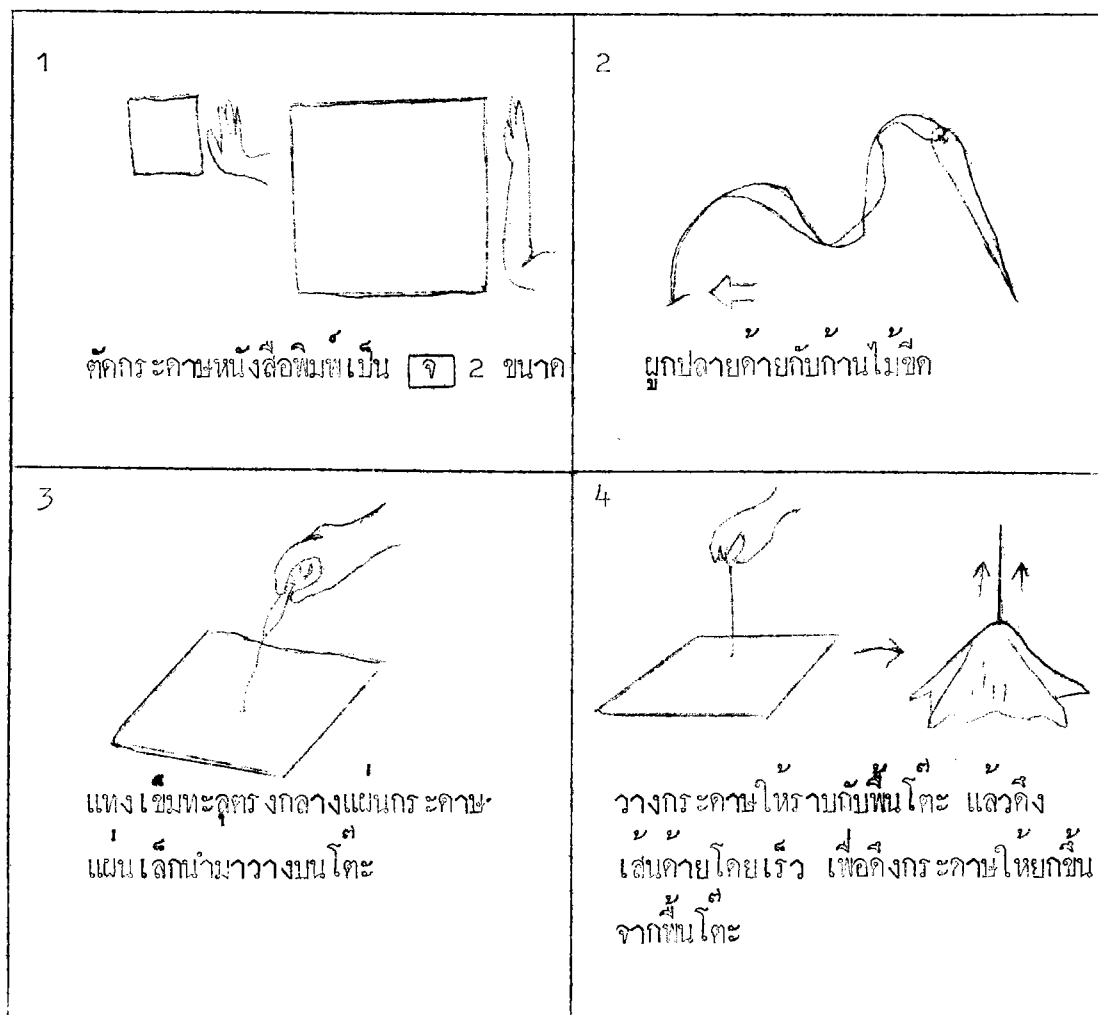
☐ น้ำในแก้วยังคงอยู่ในระดับเดิม เพราะอากาศเข้าไปแทนที่ไม่ได้



เมื่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มตอบคำถามถูกต้องแล้ว จึงทำการทดลองที่ 1.3

การทดลองที่ 1.3

ให้ทำการทดลองตามขั้นตอนดังภาพ เสร็จแล้วให้บันทึกผลการทดลองและอภิปรายกลุ่มเพื่อหาข้อสรุป



ทดลองตามขั้นตอน 1 - 4 จนครบทั้งกระดาษแผ่นใหญ่และเล็ก อย่างละ 3 ครั้ง คอยสังเกตถึงยากง่ายต่างกันอย่างไร แล้วจดบันทึก

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 1.3

ให้ทำ ✓ ใน ○ หน้าข้อความที่ตรงกับที่สังเกตเห็น

ทดลองครั้งที่	ขนาดกระดาษ	ผลการทดลอง
1	แผ่นเล็ก	☐ ค้างยากกว่า ☐ ค้างง่ายกว่า
	แผ่นใหญ่	☐ ค้างยากกว่า ☐ ค้างง่ายกว่า
2	แผ่นเล็ก	☐ ค้างยากกว่า ☐ ค้างง่ายกว่า
	แผ่นใหญ่	☐ ค้างยากกว่า ☐ ค้างง่ายกว่า
3	แผ่นเล็ก	☐ ค้างยากกว่า ☐ ค้างง่ายกว่า
	แผ่นใหญ่	☐ ค้างยากกว่า ☐ ค้างง่ายกว่า

จากผลการทดลองที่ 1.3 นี้ จงอภิปรายกันในกลุ่มว่า "ทำไมคิ่งกระดาษแผ่นใหญ่ จึงค้างขึ้นยากกว่าแผ่นเล็ก"

ข้อสรุปของกลุ่ม เหตุที่คิ่งกระดาษแผ่นใหญ่ค้างขึ้นยากกว่าแผ่นเล็ก เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จากข้อสรุปของกลุ่มจงทำให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ได้ ลองตอบดู

คำถาม การที่คั้งกระดาษแผ่นใหญ่ขึ้นไคยากกว่าแผ่นเล็ก เป็นเพราะเหตุใด

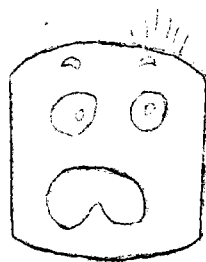
- ☐ เพราะกระดาษแผ่นใหญ่หนักกว่าแผ่นเล็ก
- ☐ เพราะกระดาษแผ่นใหญ่มีพื้นที่รับแรงดันอากาศไคมากกว่าแผ่นเล็ก

คำถาม กระดาษขนาดเท่ากัน แผ่นที่เรียบกับพื้นโต๊ะจะคั้งขึ้นไคยากกว่าแผ่นที่ไม่เรียบกับพื้นโต๊ะ ที่เป็นเช่นนี้เพราะเหตุใด

- ☐ เพราะแผ่นเรียบรับแรงดันอากาศจากด้านบนและไม่มีแรงดันจากด้านล่าง
- เพราะแผ่นที่เรียบกับพื้นโต๊ะมีน้ำหนัคมากกว่าแผ่นที่ไม่เรียบ



ตอบอย่างฉฉนี้สิถูก จ้าไคอีกอย่างนะ
แรงดันอากาศจะแปรผันไคตรงกับพื้นที่ ถ้าพื้นที่ยิ่งมาก
ยิ่งมีแรงดันอากาศมากกระทำมาก กระดาษแผ่นใหญ่จึงคั้ง
ไคยากกว่า แรงดันต่อพื้นที่ 1 ตารางหน่วย เราเรียกว้า
ความดัน จ้าไคนะ



เรียนมาถึงตรงนี้ไคว่า เก่ง
รอฟังสิ่งที่น่าสนใจจาก
วิทยุเทพไคแล้วจ้า
ไปครรรอสิัคครู

ฟัง เทปสรุปเนื้อหา	คาบที่ 1	
	ตอนที่ 3	15 นาที

บทเพลง

สวัสดิ์ศรีภักดิ์นักเรียน คือใจที่ได้รู้จักกับคนเก่ง เพื่อให้มีใจยิ่งขึ้นอยากจะให้นักเรียนพลิกกลับไปดูบันทึกผลการทดลองที่ 1.1 อีกครั้ง นักเรียนพลิกบทเรียนไปที่หน้าบันทึกผลการทดลองที่ 1.1 ครับ.....

จากบันทึกผลการทดลองนี้ กลุ่มของนักเรียนได้ข้อสรุปอย่างนี้ใหมครับ..... การที่แผ่นกระดาษไม่หลุดออกจากปากแก้ว ก็เพราะว่าอากาศมีแรงดัน แรงดันของอากาศนี้แหละที่มากคั่นแผ่นกระดาษให้แนบติดกับปากแก้วไว้ และเมื่อนักเรียนเอียงแก้วน้ำไปในมุมมองต่าง ๆ กระดาษก็ยังไม่หลุดไปจากปากแก้วน้ำ นั่นย่อมแสดงว่าอากาศมีแรงดันทุกทิศทุกทางไม่ว่านักเรียนจะเอียงแก้วไปทางไหนก็ยังมีแรงดันอากาศมากคั่นกระดาษให้แนบติดแก้วไว้เสมอ แรงดันอากาศนี้มีมาก แต่นักเรียนไม่รู้สึกรู้ว่า มีแรงนี้มากกระทำกับตัวเรา เพราะเราเกิดมาในบรรยากาศร่างกายของเราได้ปรับตัวจนชินชากับแรงดันอากาศเป็นปกติอยู่แล้ว ซึ่งความจริงถ้านักเรียนเพียงแต่มือออก ฝ่ามือของนักเรียนต้องรับแรงดันที่มากลงบนฝ่ามือมากมายมหาศาลทีเดียว คราวนี้ลองพลิกไปที่หน้าบันทึกผลการทดลองที่ 1.2 บ้าง เปิดไปหน้าบันทึกผลการทดลองที่ 1.2 ครับ..... เจอหรือยัง เอ่ย.....

สรุปผลการทดลองของกลุ่ม เป็นดังต่อไปนี้หรือไม่ ลองตั้งใจฟังให้ทันนะ ขณะที่นักเรียนค่อย ๆ ยกปากแก้วแล้วใช้คินน้ำมันหมุนปากแก้วนั้น ระดับน้ำในแก้วยังคงอยู่ที่ระดับเดิม ทั้งนี้เพราะว่า แรงดันของอากาศมากคั่นผิวหน้าส่วนที่อยู่ในฝาชวน น้ำในฝาชวนจึงคั่นให้น้ำในแก้วยังคงอยู่ระดับเดิม

ต่อเมื่อนักเรียนใช้หลอดฉีดยาดูดเอาน้ำในฝาชวนออกจนน้ำลดลงถึงปากแก้ว คราวนี้อากาศจะผลุดเข้าไปในแก้ว ทำให้ระดับน้ำในแก้วลดลง เพราะน้ำไหลออกมาสู่

ผาขวด แล้วระดับน้ำก็จะหยุดอยู่กับที่อีก ถ้าเราดูคนน้ำออกอีกน้ำก็จะไหลออกจากแก้วน้ำอีก เป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ หลักการนี้เองที่เรานำไปประดิษฐ์ที่ได้น้ำเลี้ยงไก่ เมื่อไก่กินน้ำจากอ่าง น้ำในถังจะไหลลงมาแทนที่ ไก่กินน้ำอีกน้ำก็จะไหลลงมาแทนที่อีกได้เรื่อย ๆ เมื่อไก่หยุดกินน้ำก็หยุดไหลเช่นกัน นักเรียนคงพอเข้าใจนะครับที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะอากาศที่ดูดเข้าไปข้างในก็จะมีแรงดันของมันจำนวนหนึ่ง ซึ่งไปช่วยให้น้ำในแก้วต่อสู้กับแรงดันอากาศภายนอก จนน้ำสามารถดันกลับออกได้ระยะหนึ่ง เหมือนการชักกะเย่อที่เราเคยเห็นกันนั่นเอง

ทีนี้ลองเปิดไปดูบันทึกผลการทดลองที่ 1.3 กันบ้าง พลิกไปหน้าบันทึกการทดลองที่ 1.3 เห็นหรือยังครับ

ถ้ากลุ่มสรุปดังนี้ว่าครุฑทองการที่แผ่นกระดาษแผ่นใหญ่ตั้งขึ้นได้ยากกว่าแผ่นเล็ก ก็เพราะว่า แผ่นใหญ่มีพื้นที่ผิวมากกว่า จึงได้รับแรงดันอากาศที่มากกว่าลงไ้มากกว่า แสดงว่าแรงดันแปรผันโดยตรงกับพื้นที่ นั่นคือถ้าวัตถุที่มีพื้นที่ผิวมากยิ่งขึ้นก็ได้รับแรงดันอากาศมากตามไปด้วย

ทีนี้ถ้าเราใช้กระดาษแผ่นเดียวกันนั้น มาทดลองถึง 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เราวางกระดาษให้เรียบแนบกับพื้นโต๊ะแล้วดึงจะรู้สึกว่ายี่แรงต้านทำให้ถึงยาก ครั้งที่ 2 เราวางกระดาษไม่ให้เรียบโดยให้มีโพรงอากาศอยู่ใต้กระดาษ ถ้าดึงจะรู้สึกถึงง่ายกว่าครั้งที่ 1 ทั้งนี้ก็เพราะว่าใต้กระดาษมีอากาศซึ่งมีแรงดันยกขึ้น จึงทำให้ถึงไ้ง่ายกว่า นักเรียนคงจำได้ว่าอากาศมีแรงดันทุกทิศทุกทาง เมื่อมันอยู่ใต้กระดาษมัน จึงมีแรงดันแบบยกขึ้นช่วยให้เราดึงแผ่นกระดาษไ้ง่าย แรงดันที่ว่ามีบางที่เราเรียกว่าความกดดันของอากาศหรือความดันของบรรยากาศนั่นเอง

ตอนนี้ไปเปิดแขวงสำคัญ นักเรียนลองพลิกดูที่หน้าแรก ซึ่งมีคำถามอยู่ 4 ข้อ ลองตอบใหม่อีกครั้ง คราวนี้อาจให้ฝึกคนละครับ กรุณาเอาใจช่วย ถ้าตอบถูกทุกข้อนับว่าเก่งจริง ๆ ดูควยว่าการตอบครั้งแรกถูกกี่ข้อ ตอบครั้งนี้ดีขึ้นไหม หวังว่าคงไม่มีใครตอบถูกน้อยกว่าครั้งแรกนะครับ ขอให้โชคดี สวัสดิ์ครับ พบกับใหม่ในตอนที่ 2

การวัดความดันอากาศ "ทดสอบก่อนเรียน"	ตอนที่ 2	
	ตอนที่ 1	5 นาที

จุดประสงค์

1. บอกระดับความสูงของน้ำในหลอดหรือสายพลาสติกที่เกิดจากความดันอากาศได้
2. อธิบายการสร้างบาโรมิเตอร์แบบปรอทได้

วิธีเรียน

1. ทดสอบก่อนเรียน
2. อ่านบทการ์ตูน
3. ทำการทดลองตามบัตรงานและอภิปรายกลุ่ม
4. อ่านบัตรสรุปเนื้อหา
5. ทดสอบหลังเรียน

ก่อนเรียนลองตอบคำถามต่อไปนี้ โดยกา ✓ หน้าอักษรหน้าคำตอบถูก

1. ความดันอากาศสามารถดันน้ำให้สูงในหลอดแก้วได้กี่เมตร
 - ก. 1 เมตร
 - ข. 5 เมตร
 - ค. 10 เมตร
 - ง. 15 เมตร
2. ความดัน 1 บรรยากาศ หมายถึงข้อใด
 - ก. ความดันอากาศที่ดันให้ปรอทให้อยู่สูง 76 เซนติเมตร
 - ข. ความดันอากาศที่ดันให้ปรอทให้อยู่สูง 760 มิลลิเมตร
 - ค. ความดันอากาศที่ดันให้ปรอทให้อยู่สูง 10 เมตร
 - ง. ถูกเฉพาะข้อ ก และ ข

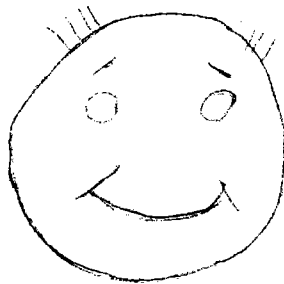
3. ทางอุตุนิยมวิทยา วัดความดันบรรยากาศด้วย หน่วยวัดในข้อใด

ก. บาร์และมิลลิบาร์

ข. นิ้ว

ค. เมตร

ง. มิลลิเมตร



ตอบถูกหรือผิดไม่สำคัญ ตั้งใจเรียนแล้ว
จะรู้คำตอบ

บทเรียนการ์ตูน	ตอนที่ 2	
	ตอนที่ 2	5 นาที

จงดูภาพและอ่านอย่างตั้งใจ



บัตรงานการทดลองที่ 2 เรื่อง การวัดความดันอากาศ	คาบที่ 2	
	ตอนที่ 3	25 นาที

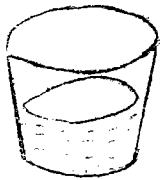
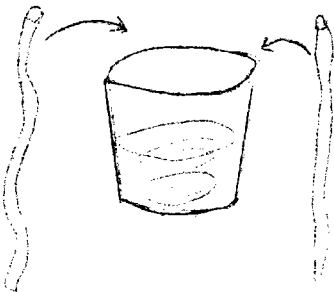
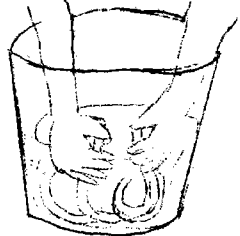
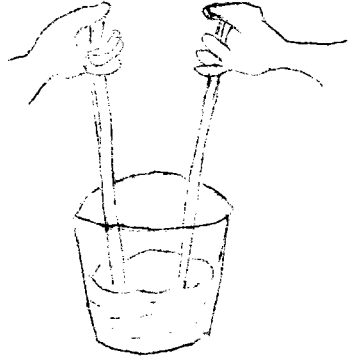
การทดลองที่ 2 อากาศดันน้ำให้ขึ้นไปในหลอดแก้วได้

ให้ตัวแทนกลุ่มออกไปรับอุปกรณ์การทดลอง แล้วสมาชิกในกลุ่มช่วยกันตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ครบหรือไม่ โดยกา ✓ ใน ○ หน้าสิ่งที่พบ

○ ถังน้ำ ○ ท่อพลาสติกเล็ก ○ ท่อพลาสติกใหญ่

เมื่อพบว่าอุปกรณ์ครบแล้วจึงลงมือทำการทดลองโดยให้สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วม

วิธีทำการทดลอง ให้ทำการทดลองตามลำดับภาพ

1  ใส่น้ำในถังประมาณครึ่งถัง	2  จุ่มท่อพลาสติกทั้ง 2 ลงในถัง ให้น้ำไหลเข้าท่อและไล่อากาศออกให้หมด
3  ให้ผู้ชายจับสายเล็ก มือขวาจับสายใหญ่ โดยให้หัวแม่มืออุดท่ทั้งสองไว้ระดับน้ำ	4  ยกปลายที่จับขึ้นเหนือหน้า

5. ยกปลายทั้ง 2 ท่อ ให้สูงขึ้นจากระดับน้ำในถัง 1 ฟุต แล้วสังเกตระดับน้ำในท่อทั้งสองว่าต่างกันหรือไม่ (ให้ปลายอีกข้างหนึ่งของท่อวางต้องอยู่ที่หน้าเสมอ)

6. ยกปลายทั้ง 2 ท่อให้สูงขึ้นจาก 2 ฟุต แล้วสังเกตระดับน้ำ

7. ทำตาม 2 - 6 สัก 3 ครั้ง แล้วจดบันทึกในแบบบันทึก

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 2

ทดลอง 3 ครั้ง แล้วบันทึกผลโดยกา ☒ ใน ☐

ทดลองครั้งที่ 1	ความสูงของปลายท่อ	ระดับน้ำในท่อเล็กและท่อใหญ่
1	1 ฟุต	☐ สูง เท่ากัน ☐ สูง ต่างกัน
	2 ฟุต	☐ สูง เท่ากัน ☐ สูง ต่างกัน
2	1 ฟุต	☐ สูง เท่ากัน ☐ สูง ต่างกัน
	2 ฟุต	☐ สูง เท่ากัน ☐ สูง ต่างกัน
3	1 ฟุต	☐ สูง เท่ากัน ☐ สูง ต่างกัน
	2 ฟุต	☐ สูง เท่ากัน ☐ สูง ต่างกัน

จากผลการทดลองในตารางนี้ ให้กลุ่มอภิปราย เพื่อหาข้อสรุปผลของการทดลองต่อไป

จากตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2 ให้กลุ่มอภิปรายหาข้อสรุปจากประเด็นต่อไปนี้ โดยให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น

1. อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำสูงขึ้นไปในท่อ

2. เพราะเหตุใดระดับน้ำในท่อเล็กและใหญ่จึงเท่ากัน แม้ว่าจะยกปลายให้สูงในระดับ 1 ฟุต หรือ 2 ฟุต

3. ถ้ามีท่อที่ยาวมาก ๆ ระดับน้ำในท่อจะขึ้นสูงได้เสมอหรือไม่
ให้นำข้ออภิปรายที่สมาชิกส่วนใหญ่เห็นด้วยมาเขียนเป็นข้อสรุปของกลุ่มดังนี้

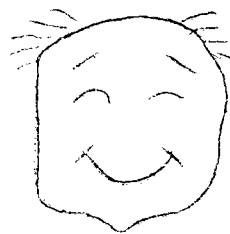
ข้อสรุปผลการทดลองของกลุ่ม

1.

2.

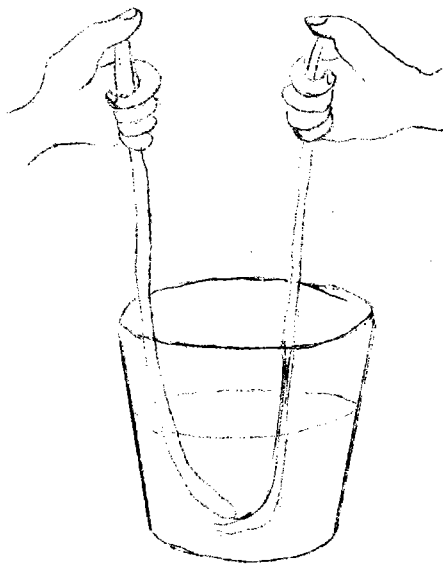
3.

ข้อสรุปของกลุ่มจะถูกตองหรือไม่ ลองตรวจสอบกับบัตร เนื้อหาในตอนี่ 4



บัตรสรุปเนื้อหาการวัดความดันอากาศ	คาบที่ 2	
	ตอนที่ 4	10 นาที

ให้อ่านเนื้อหาต่อไปนี้อย่างตั้งใจ แล้วจะรู้ว่าข้อสรุปผลการทดลองของนักเรียนถูกต้องหรือไม่



เนื่องจากมีแรงดันอากาศมากกระทำกับผิวน้ำ โดยกดคั่นลงบนผิวน้ำในถัง ทำให้น้ำขึ้นไปในท่อได้ และเนื่องจากผลการทดลองจริง ๆ พบว่าน้ำจะขึ้นไปในท่อได้สูงประมาณ 10 เมตร ดังนั้น การทดลองของนักเรียนจึงพบว่าน้ำอยู่ในท่อเต็ม ไม่ว่าจะยก 1 ฟุต หรือ 2 ฟุตก็ตาม แต่ถ้านักเรียนมีท่อยาวเกินกว่า 10 เมตร ระดับน้ำในท่อจะขึ้นสูงได้แค่ 10 เมตร แล้วจะหยุดยั้งแค่นั้นไม่ว่า นักเรียนจะมีท่อยาว 100 เมตร ระดับน้ำก็จะขึ้นไปได้ 10 เมตร แล้วหยุด ไม่ว่าจะใช้ท่อขนาดเท่าใด

นี่แสดงว่าความดันอากาศหรือความดันบรรยากาศจะมีแรง เท่ากับน้ำหนักของน้ำที่สูง 10 เมตร นี่คือวิธีวัดความดันอากาศโดยใช้น้ำ ถ้าเราใช้ปรอทแทนน้ำ ปรอทจะขึ้นไปในท่อได้สูง 76 เซนติเมตร เท่านั้น หรือ 760 มิลลิเมตร เพราะว่าปรอทหนักกว่าน้ำนั่นเอง ดังนั้น เราจึงนิยมสร้างเครื่องมือวัดความดันอากาศโดยใช้น้ำปรอท เพราะไม่ต้องใช้ท่อยาว เครื่องมือวัดความดันอากาศนี้ไม่มีชื่อเรียกว่า "บาโรมิเตอร์" ความดันอากาศที่สามารถคั่นให้ปรอทขึ้นสูง 760 มิลลิเมตรนี้เรียกว่า ความดัน 1 บรรยากาศ

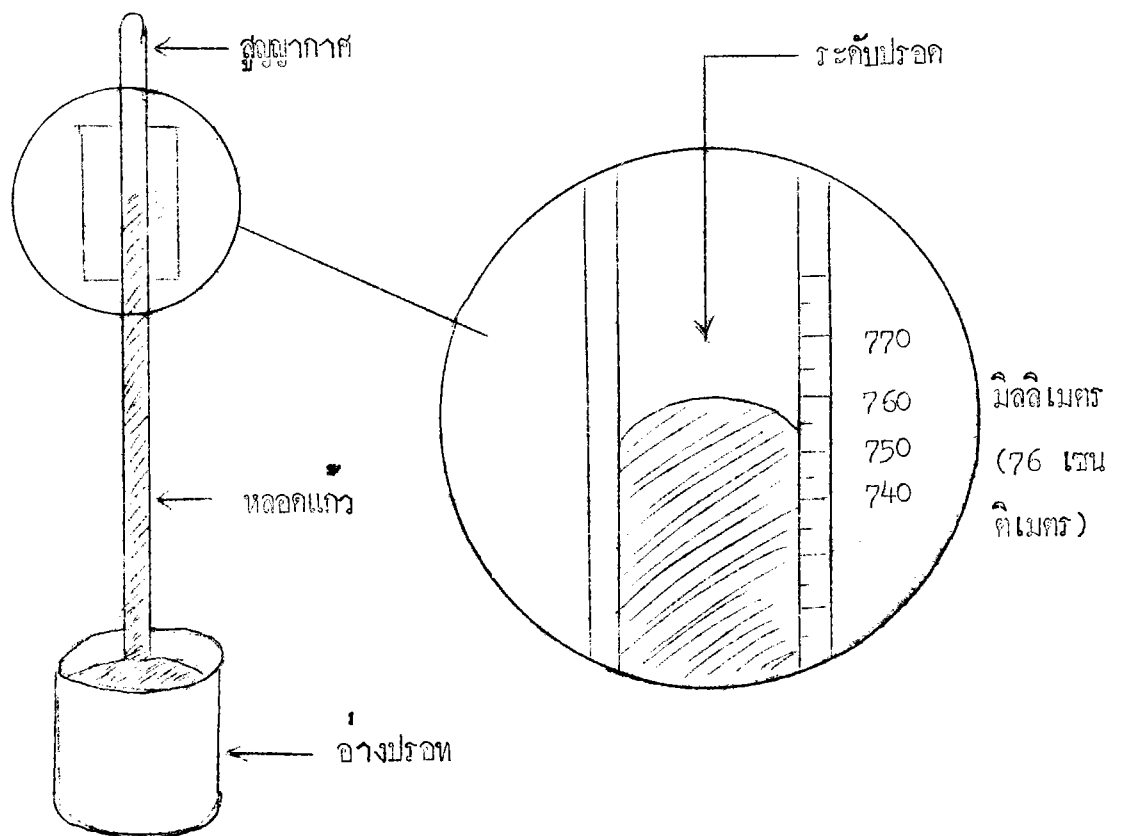
ทางอุตุนิยมวิทยา (หน่วยพยากรณ์อากาศ) กำหนดหน่วยความดันบรรยากาศ
เป็น "บาร์" และ "มิลลิบาร์" โดยกำหนดว่า

ความดันบรรยากาศ 1 บาร์ เท่ากับ 1,000 มิลลิบาร์

ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ เท่ากับ 1,013.25 มิลลิบาร์

ความดันบรรยากาศ 1 บาร์ เท่ากับ 1.01 บรรยากาศ

เมื่อใช้ปรอทแทนน้ำจะได้ภาพการทดลองดังนี้



จากภาพเมื่อนำหลอดแก้วยาว 100 เซนติเมตร บรรจุปรอทเต็มมาคว่ำ
ในอ่างปรอท ระดับปรอทจะอยู่สูงในท่อได้แค่ 76 เซนติเมตรหรือ 760 มิลลิเมตร
นั่นคือแรงดันอากาศสามารถดันปรอทให้สูงขึ้นไปในหลอดได้ 76 เซนติเมตร ซึ่งความดัน
ขนาดนี้เรียกว่า ความดัน 1 บรรยากาศ

จะสังเกตเห็นว่าปลายหลอดแก้วด้านบนจะเกิดที่ว่าง ที่ว่างนี้ไม่มีอากาศอยู่เลย
จึงเรียกว่า สุญญากาศ

อ่านถึงตรงนี้นับว่าเก่งจริง ๆ คงมีความรู้พอที่จะตอบคำถามได้แล้ว ให้กลับไป
ตอบคำถาม 3 ข้อ ในตอนที่ 1 อีกครั้ง คราวนี้คงตอบถูกหมดคนละ ๑ ข้อ ตอบถูกมากกว่า
การตอบครั้งแรกหรือไม่

ความดันบรรยากาศที่ระดับเดียวกัน "ทดสอบก่อนเรียน"	ตอนที่ 3	
	ตอนที่ 1	5 นาที

จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถทดลองและสรุปผลได้ว่าความดันบรรยากาศที่ระดับเดียวกัน ต่างกันหรือไม่

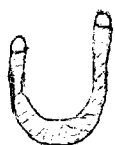
- วิธีเรียน
1. ทดสอบก่อนเรียน
 2. กุสโลว์
 3. ทำการทดลองตามบัตรงาน
 4. พัง เทปสรุปเนื้อหา
 5. ทดสอบหลังเรียน

ทดสอบก่อนเรียน

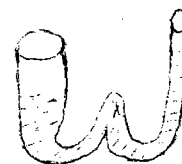
ให้กา ✓ กับอักษรหน้าข้อความที่ถูกต้อง

1. ถ้าใส่ น้ำ ในหลอดแก้วจนปลายเปิดทั้ง 2 ด้าน ระดับน้ำในภาพใด ถูกต้อง

ก.



ข.



ค.



ง.



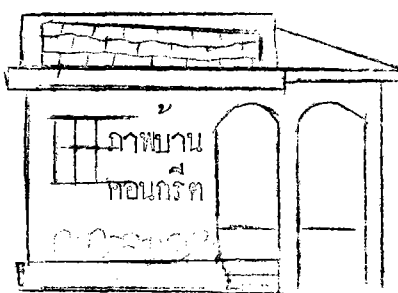
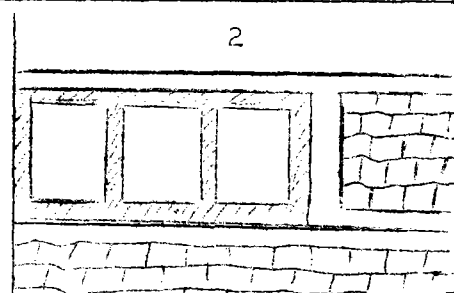
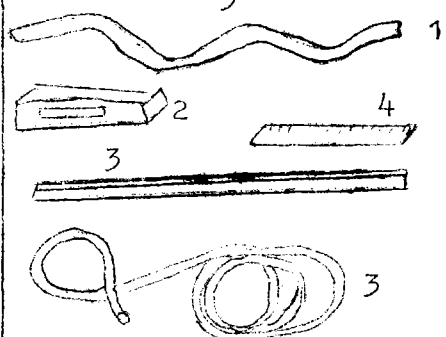
2. จากภาพในข้อ 1 ภาพใดแสดง ความกัเอาากาตในทีเสียวกันไค
ถูกตอง

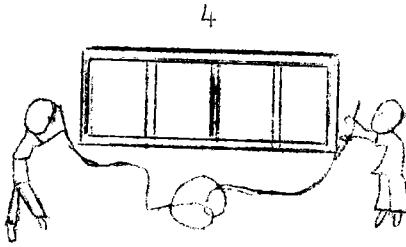


ตอบถูกหรือผิดไม่เป็นไรจิตใจไว้ก่อน
เมื่อเรียนจบคานนี้แล้วคง ไครู้คำตอบ
จงตั้งใจดูภาพฉายที่จอให้ไค

ชมภาพสไลด์	ตอนที่ 3	
	ตอนที่ 2	5 นาที

ครูฉายสไลด์ให้นักเรียนดู.....ภาพพร้อมทั้งอธิบายตามข้อความ

ภาพ	ข้อความ (เสียง)
 1	บ้านคอนกรีตหลังงานนี้ ดูข้างประตีสวยงาม ทุกสัดส่วนดูขนานและโค้ง เหว่ไต่สวนสัก ข้างคงมีวิธีวัดสัดส่วนสูง ทำควยเครื่องมือ ที่เชื่อถือได้ เครื่องมือนี้คืออะไร
 2	ขณะกำลังสร้าง ข้างวางระดับหน้าตา ให้สูงเท่ากันได้ทุกบานทั้งหลังเลย ข้างคนนี้ เขาหาระดับหน้าตากันอย่างไร
 3	เครื่องมือวัดมีหลายอย่าง มีเชือกวัด 1 ไม้ผ่าเพียง 2 ท่อพลาสติก 3 ไม้บรรทัด 4 และไม้เมตร 5 เครื่องมือที่ข้างเลือกใช้ คงต้องเป็นวิธี ง่าย ๆ แต่ได้ผลแน่นอนที่สุด

ภาพ	ข้อความ (เสียง)
4 	นี่เ็นขางกำลังวัดระดับเพื่อกึ่งขอบหน้าต่าง ด้วยวิธีง่าย ๆ โดยใช้หลักการของแรงดัน อากาศในที่เดียวกัน เรามาทดลองกันทีใหม่

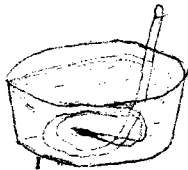
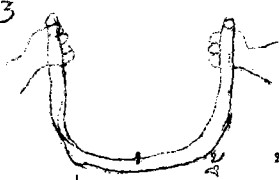
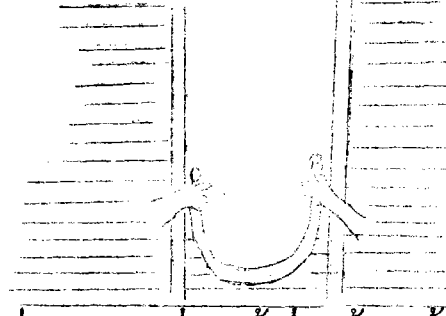
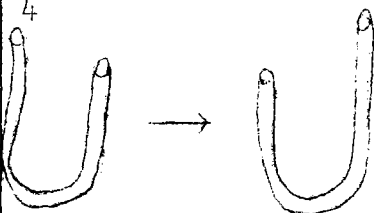
บัตรงานการทดลองที่ 3 เรื่อง ความดันอากาศในที่เดียวกัน	คาบที่ 3	
	ตอนที่ 3	30 นาที

เตรียมก่อนทดลอง

ให้กลุ่มส่งตัวแทนไปรับอุปกรณ์การทดลอง แล้วตรวจสอบว่าครบถ้วนหรือไม่

○ สายยางพลาสติกขนาดเล็ก ○ ถังน้ำพลาสติกหรืออ่างน้ำ

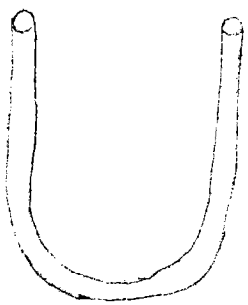
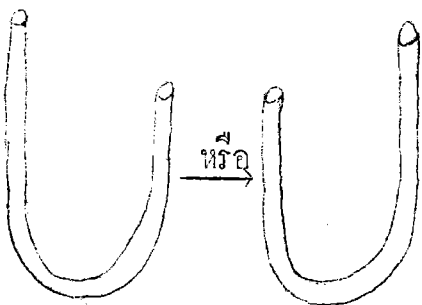
วิธีทดลอง ให้ดำเนินการทดลองทีละขั้นตอนตามภาพ

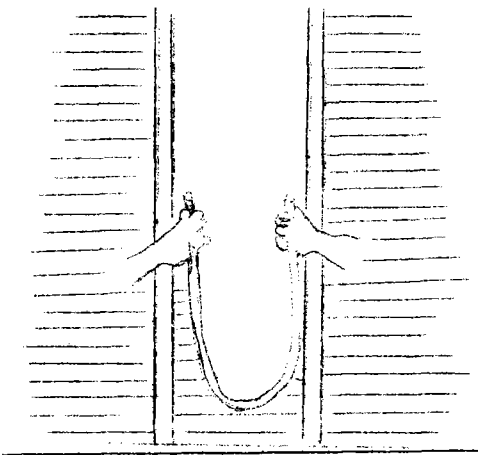
1  ใส่น้ำในอ่างประมาณครึ่งอ่าง	2  จุ่มปลายก้านหนึ่งของสายยางลงในอ่างน้ำ แล้วหยอนส่วนที่เหลือตามลงไป เพื่อให้ปลายอีกด้านในน้ำอย่าง จนเหลือท่อยางเหนือผิวน้ำ 1 ฟุต
3  ยกปลายท่อยางขึ้น แล้วสังเกตระดับน้ำในท่อยางทั้ง 2 ด้าน	5  นำท่อยางไปหาบดขอบหน้าต่างในระดับน้ำข้างหนึ่งตรงกับขอบหน้าต่าง แล้วสังเกตระดับน้ำอีกด้านหนึ่ง ว่าตรงกับขอบหน้าต่างด้วยหรือไม่
4  ยกปลายท่อยางหนึ่งให้สูงกว่าปลายด้านหนึ่ง แล้วสังเกตระดับน้ำทั้ง 2 ด้าน	

ทำ 3 - 5 ให้ได้ 3 ครั้ง แล้วบันทึกผลการทดลอง

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 3

ทดลองตามภาพภาพละ 3 ครั้ง แล้วบันทึกผลโดยกา ✓ ใน ○ ตามที่พบ

ชั้นที่ทดลองตามภาพ	ครั้งที่	ผลการทดลอง ระดับน้ำที่ปลายทั้ง 2
	1	☐ ระดับน้ำสูง เท่ากัน ☐ ระดับน้ำสูง ต่างกัน
	2	☐ ระดับน้ำสูง เท่ากัน ☐ ระดับน้ำสูง ต่างกัน
	3	☐ ระดับน้ำสูง เท่ากัน ☐ ระดับน้ำสูง ต่างกัน
	1	☐ ระดับน้ำสูง เท่ากัน ☐ ระดับน้ำสูง ต่างกัน
	2	☐ ระดับน้ำสูง เท่ากัน ☐ ระดับน้ำสูง ต่างกัน
	3	☐ ระดับน้ำสูง เท่ากัน ☐ ระดับน้ำสูง ต่างกัน

ชั้นที่ทดลอง ทดลองภาพ	ครั้งที่	ผลการทดลอง ระดับน้ำที่ปลายทั้ง 2
	1	☐ ระดับน้ำอีกด้านหนึ่ง ตรงกับขอบหน้าตา ☐ ระดับน้ำอีกด้านหนึ่ง ไม่ตรงขอบหน้าตา
	2	☐ ระดับน้ำอีกด้านหนึ่ง ตรงกับขอบหน้าตา ☐ ระดับน้ำอีกด้านหนึ่ง ไม่ตรงขอบหน้าตา
	3	☐ ระดับน้ำอีกด้านหนึ่ง ตรงกับขอบหน้าตา ☐ ระดับน้ำอีกด้านหนึ่ง ไม่ตรงขอบหน้าตา

จากบันทึกผลการทดลองนี้ ให้กลุ่มนำไปอภิปรายในประเด็นที่กำหนดให้
ดังต่อไปนี้

ให้กลุ่มอภิปรายเพื่อหาคำตอบของคำถามต่อไปนี้ โดยให้สมาชิกทุกคนมีโอกาส
แสดงความคิดเห็น

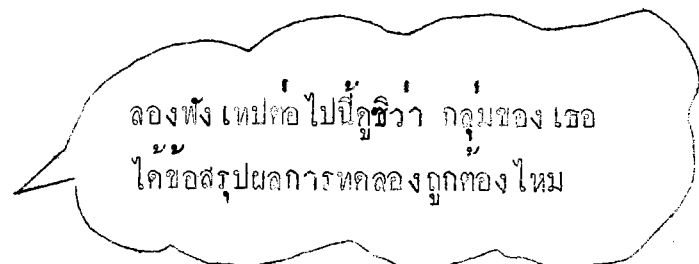
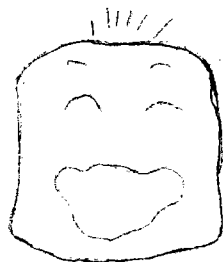
- ทำไมระดับน้ำในท่อวางที่ปลายทั้งสองจึงสูงเท่ากันเสมอไม่ว่าจะยก
ท่อวางในท่าใด ๆ

2. เมื่อทดลองที่ขอบหน้าต่าง ระดับน้ำอาจอยู่ที่ขอบหน้าต่างทั้ง 2 ปลาย หรือไม่ได้ ถ้าอยู่ตรงทั้ง 2 ปลายให้อธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น แต่ถ้าอีกปลายด้านหนึ่งไม่ตรงขอบหน้าต่างก็ให้อธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

นำข้อสรุปซึ่งสมาชิกส่วนใหญ่เห็นด้วยมาเขียนเป็นข้อสรุปของกลุ่มดังนี้

ข้อสรุปผลการทดลอง

1.
2.
3.
4.



ฟัง เทปสรุปเนื้อหา	คาบที่ 3	
	ตอนที่ 4	10 นาที

บทเพลง

จากการวางแผนที่กิจกรรมทดลองที่ 3 นักเรียนจะพบว่าไม่ว่าเราจะยกปลายท่อข้างในลักษณะใด ๆ ระดับน้ำในท่อข้างที่ปลายทั้ง 2 ข้างจะสูงเท่ากันเสมอ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในที่เดียวกันเช่นนี้ ผิวน้ำที่ปลายทั้งสองของท่อข้างย่อมได้รับแรงดันอากาศเท่ากัน ดังนั้นระดับน้ำจึงอยู่สูงเท่ากันเสมอ

แต่ถ้าเราเพิ่มแรงดันที่ปลายข้างใดข้างหนึ่ง เช่น ไขปากเป่าลมเบา ๆ ระดับน้ำในปลายด้านที่ถูกเป่าย่อมต่ำกว่าอีกด้านหนึ่ง ยิ่งถ้าเป่าลมแรง ๆ ระดับน้ำยิ่งสูงต่างกันมากถึงขนาดน้ำพุ่งออกจากปลายอีกด้านหนึ่งจนหมด ทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นว่า ๗ สถานที่เกี่ยวข้องกับความดันอากาศย่อมเท่ากัน

ส่วนการทดลองช่วงหนึ่งที่นักเรียนทำกับขอบหน้าต่างนั้น บางกลุ่มอาจจะพบว่าระดับน้ำทั้ง 2 ข้างอยู่ที่ขอบหน้าต่างพอดี แสดงให้เห็นว่าขอบหน้าต่างวางอยู่ในแนวระดับพอดี ถ้าใช้สายยาง ๆ จะทำให้เราวางระดับของสิ่งก่อสร้างให้สูงเท่ากันได้ เช่น เราต้องการวางขอบหน้าต่างของบ้านหลังให้สูงเท่ากันก็ทำได้โดยง่าย คือใช้หน้าต่างบานใดบานหนึ่งเป็นหลัก แล้วลากสายยางไปยังตำแหน่งที่จะติดตั้งกรอบหน้าต่าง แล้วจับระดับขอบหน้าต่างโดยอาศัยจากระดับน้ำในท่อนางนั่นเอง เพราะว่าระดับน้ำที่ปลายของสายยางย่อมมีระดับสูงเท่ากันเสมอ เป็นการหาระดับที่เชื่อถือได้ที่สุดวิธีหนึ่ง นี่ก็เป็นประโยชน์ที่มนุษย์ได้จากความดันอากาศ ๗ ที่เกี่ยวข้อง

ถึงตรงนี้นักเรียนคงมีความรู้พอที่จะตอบคำถามได้แล้ว ลองกลับไปตอบคำถามในตอนหนึ่งที่นักเรียนทดสอบก่อนเรียน คราวนี้คงตอบได้ถูกต้องทุกข้อ ขอให้โชคดีพบกันใหม่ในคาบต่อไป

ความดันบรรยากาศในระดับต่าง ๆ กัน "ทดสอบก่อนเรียน"	คาบที่ 4	
	ตอนที่ 1	5 นาที

จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายลักษณะความดันบรรยากาศในระดับต่าง ๆ กันได้

- วิธีเรียน
1. ทดสอบก่อนเรียน
 2. ดูวีซีโอชุดภัยกลาง เวหา
 3. อภิปรายจากภาพ
 4. ฟัง เทปสรุปเนื้อหา
 5. ทดสอบหลังเรียน

- ทดสอบก่อนเรียน ให้กา ✓ กับตัวอักษรหน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุด
1. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
 - ก. บนพื้นดินมีความดันอากาศน้อยกว่าบนหลังคาตึก
 - ข. บนผิวน้ำทะเลมีความดันอากาศมากกว่าบนยอดเขา
 - ค. บนพื้นดินมีความดันอากาศมากกว่าในบ่อลึก
 - ง. บนสนามหญ้ามีความดันอากาศน้อยกว่าบนท้องฟ้า
 2. เมื่อเครื่องบินขึ้นจากสนาม เครื่องวัดความดันในเครื่องบินจะเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
 - ก. 76 ซม. → 60 ซม. → 47 ซม. → 36 ซม. → 28 ซม.
 - ข. 76 ซม. → 80 ซม. → 97 ซม. → 110 ซม. → 115 ซม.
 - ค. 76 ซม. → 60 ซม. → 47 ซม. → 60 ซม. → 80 ซม.
 - ง. 28 ซม. → 36 ซม. → 47 ซม. → 60 ซม. → 76 ซม.

3. ในเครื่องบินควรมีเครื่องปรับความกดดันอากาศลักษณะใด
- ปรับความดันอากาศให้น้อยลง
 - ปรับความดันอากาศให้มากขึ้น
 - ปรับความดันให้เท่าภายนอกลำตัว
 - ปรับความดันให้เท่ากับสัมพันธ์กับความหนักแน่นของ เมฆ

ตอบผิดหรือถูกยังไม่ต้องกังวลใจ เรียนต่อไปแล้วจะรู้คำตอบ



ชมวีดีโอชุดภัยกลางเวหา	คาบที่ 4	
	ตอนที่ 2	10 นาที

ครูเปิดวีดีโอให้นักเรียนดู เมื่อนักเรียนชมวีดีโอชุด ภัยกลางเวหา จบแล้วให้ตอบคำถามต่อไปนี้

คำถามข้อ 1 จากเรื่องทั้งหมดนั้นเมื่อเครื่องบินรั่ว ทำไมสิ่งของจึงปลิวออกไปภายนอกลำตัวเครื่องบิน

คำตอบ

คำถามที่ 2 เมื่อเครื่องบินรั่ว ทำไมผู้โดยสารจึงสอบหรือถึงแก่ความตาย

คำตอบ

คำถามที่ 3 ขณะที่เครื่องบินยังไม่รั่ว ความดันภายในกับภายนอกเครื่องบินแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

คำตอบ

คำถามที่ 4 ความดันอากาศในระดับสูง กับบนพื้นดินแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบ



เมื่อเรียนต่อไปอีก จะรู้ว่าคำตอบของเธอถูกหรือผิด

บัตรอภิปรายจากภาพ	คาบที่ 4	
	ตอนที่ 3	15 นาที

พิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วอภิปรายกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปตามหัวข้อที่กำหนดให้

	อากาศเป็นสสารชนิดหนึ่งซึ่งมีตัวตน มีน้ำหนัก และอยู่ภายใต้อำนาจแรงดึงดูดของโลก บริเวณใกล้ผิวโลกจึงมีอากาศหนาแน่นมาก และค่อย ๆ จางลงเมื่อถึงบริเวณที่ห่างจากผิวโลก จนในที่สุดจะไม่มีอากาศอยู่เลย ซึ่งเราเรียกว่า อวกาศ น้ำหนักของอากาศจะกดทับกับแรงดึงดูดผิวโลก ทำให้เกิดแรงดันอากาศที่บริเวณพื้นโลกอย่างมหาศาล
--	--

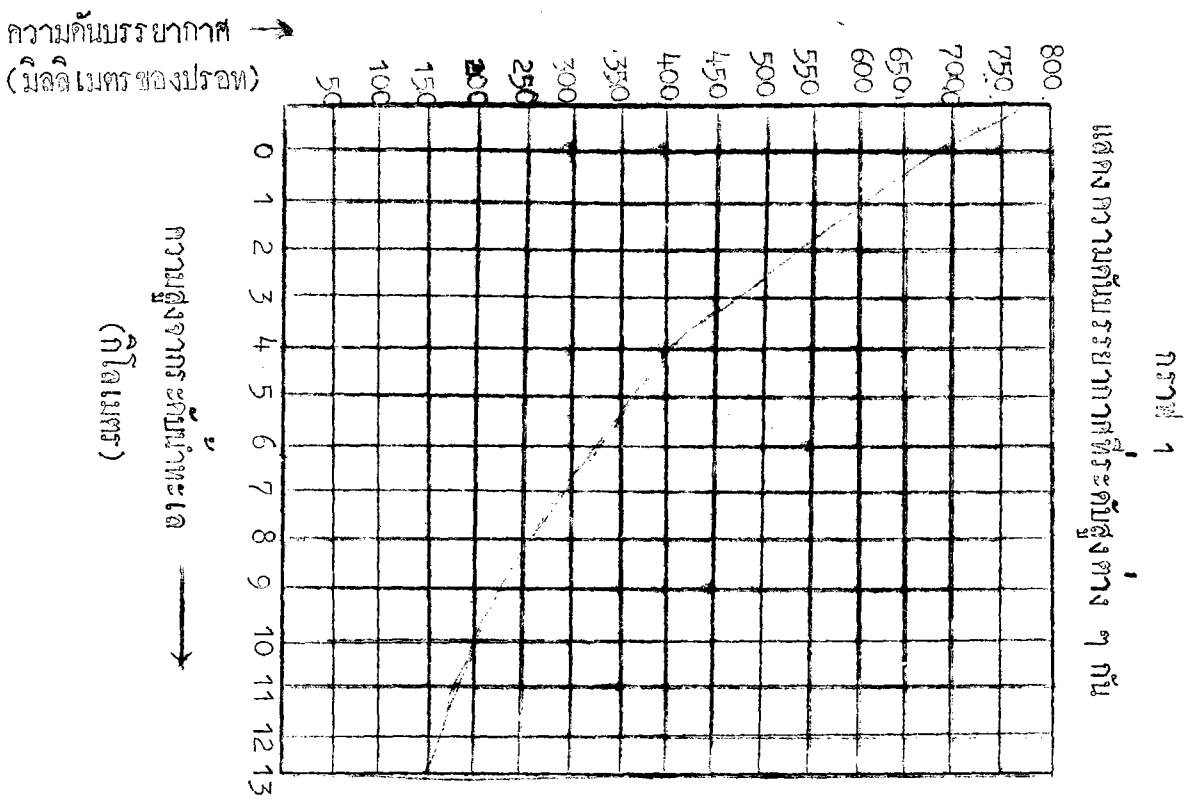
หัวข้ออภิปราย

1. เมื่ออากาศบริเวณผิวโลกถูกน้ำหนักของอากาศชั้นบนขึ้นไปกดทับลงมา ด้วยแรงดึงดูดของโลกเช่นนี้ บริเวณผิวโลกกับบริเวณที่สูงจากผิวโลกจะมีความกดดันต่างกันอย่างไร
2. เมื่อเครื่องบินบินอยู่สูงจากพื้นผิวโลก อากาศจะมีพอสสำหรับการหายใจของคนโดยสารหรือไม่... และจำเป็นต้องมีเครื่องปรับความกดดันอากาศหรือไม่ เพราะเหตุใด
3. บริเวณที่สูงจากพื้นโลกมาก ๆ ที่เรียกว่า อวกาศ นั้นจะมีความดันอากาศอยู่หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตารางภาพประกอบการฟัง เทป	ภาพที่ 4	
	ตอนที่ 4	20 นาที

ตาราง 1
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ระเหยกับความสูงต่างๆ กัน

ความสูงจากระดับน้ำทะเล	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ระเหยของปรอท
0	760 มิลลิเมตร
1	675
2	600
3	530
4	470
5	410
6	360
7	320
8	280
9	245
10	210
11	185
12	160
13	140



บทเพลง คาบที่ 4 ตอนที่ 4

สวัสดีครับนักเรียน พบกันอีกครั้งหนึ่ง คราวนี้แปลกหน่อยตรงที่นักเรียนจะต้อง
ทั้งฟังและดูภาพประกอบไปด้วยพร้อม ๆ กันเลย นักเรียนคงได้รับแผนตารางความดัน
บรรยากาศในระดับต่าง ๆ แล้วนะครับ คาบที่ตารางแล้วหุ้ต้องฟังไปด้วยนะครับ
เริ่มที่ตารางที่ 1 กันเลย นักเรียนดูที่ตารางที่ 1 นะครับ บนหัวตารางมีข้อความว่า
ความดันบรรยากาศที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน ในตารางมีอยู่ 2 ช่อง ช่องแรกเป็น
ตัวเลขบอกความสูงจากระดับน้ำทะเล ซึ่งบอกความสูงจาก 0 กิโลเมตรจนถึง 13
กิโลเมตร อีกช่องหนึ่งเป็นตัวเลขบอกความดันบรรยากาศซึ่งดันปรอทให้สูงอยู่ในหลอดแก้ว
โดยบอกเป็นมิลลิเมตรตัวเลขนี้ถ้าตัดศูนย์ตัวท้ายออกก็เป็นเซนติเมตรนั่นเอง ตัวเลข
เหล่านี้ได้มาจากการทดลองจริง ๆ ของนักวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนทดลองเองไม่ได้
เราก็นำผลการทดลองที่เขาทำไว้แล้ว

นักเรียนดูที่ระดับความสูง 0 กิโลเมตร ระดับนี้ไม่มีความสูงเพราะวัดที่
ระดับน้ำทะเลพอดี ในระดับนี้มีความดันบรรยากาศเท่าไรครับ..... 760 มิลลิเมตร
ของปรอทหรือ 76 เซนติเมตร ที่นี้นักเรียนมาดูที่ระดับความสูง 1 กิโลเมตรบ้าง
มีความดันบรรยากาศเท่าไรครับ..... 675 มิลลิเมตร ดูที่ความสูง 2 กิโลเมตร
ซิครับ มีความดันอยู่เท่าไร..... 600 มิลลิเมตรใช่ไหมครับ คราวนี้นักเรียนดูลงไป
เรื่อย ๆ ที่ระดับความสูง 3 กิโลเมตร และ 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 -
11 - 12 - 13 ตามลำดับ..... ดูแล้วนักเรียนค้นพบอะไรบ้างครับ
..... เห็นไหมครับว่า ยิ่งสูงขึ้นเท่าไรความดันบรรยากาศยิ่งลดลงเรื่อย ๆ
จนถึงระยะสูง 13 กิโลเมตร ความดันบรรยากาศเหลืออยู่แค่ 140 มิลลิเมตรเท่านั้น
นั่นแสดงว่าที่ความสูง 13 กิโลเมตรนี้ อากาศมีน้อยลงจนสามารถดันปรอทให้สูงอยู่ใน
หลอดแก้วได้เพียง 140 มิลลิเมตรเท่านั้นเอง ถ้าเราขึ้นไปอยู่ในระดับนี้คงหายใจ
ลำบากแน่ ๆ เลย เครื่องบินที่บินสูงอยู่ในระดับนี้จึงต้องมีเครื่องปรับความดันอากาศ
ภายในเครื่องบินให้มีความดันใกล้เคียงกับระดับพื้นดิน นั่นคือภายในตัวเครื่องบินจะมี
อากาศหนาแน่นกว่านอกเครื่องบิน หรือพูดอีกนัยหนึ่งได้ว่าภายในลำตัวเครื่องบินจะมี

ความดันอากาศมากกว่าภายนอกเครื่องบิน คงจะเหมือน ๆ กับฟุตบอลที่สูบลมเข้าจนพองนั่นเอง เมื่อลูกฟุตบอลรั่วลมจึงพองออกมา เช่นเดียวกันเมื่อเครื่องบินรั่ว อากาศก็จะพองออกจากตัวเครื่องบิน ทำให้สิ่งของในเครื่องบินถูกพองออกมามาก ผู้โดยสารมีอากาศไม่พอหายใจอาจล้มหรือตายได้

ที่ระยะความสูง 35 กิโลเมตรขึ้นไป จะมีอากาศเบาบางจนเครื่องบินไม่สามารถจะบินอยู่ได้ เพราะอากาศมีความหนาแน่นน้อยจนไม่สามารถพยุงลำตัวเครื่องบินให้ลอยอยู่ได้

ที่นี้นักเรียนลองพิจารณาความดันบรรยากาศในระดับต่าง ๆ ชีวิตมันลดลงอย่างสม่ำเสมอหรือไม่..... นักเรียนจะพบว่าความดันบรรยากาศที่ลดลงเรื่อย ๆ นั้นไม่ได้ลดลงอย่างสม่ำเสมอ สังเกตดูว่าความแตกต่างระหว่างระยะความสูง เช่นที่ระยะ 1 กิโลเมตรกับระยะ 4 กิโลเมตรความดันจะต่างกัน 675 - 470 มิลลิเมตร จะมีความแตกต่างของความดันอยู่ 205 มิลลิเมตรปรอท แต่ที่ระยะความสูง 6 กิโลเมตรกับระยะ 9 กิโลเมตรซึ่งสูงเท่ากัน 3 กิโลเมตรเช่นกัน แต่มีความแตกต่างของความดันเท่ากับ 360 - 245 มิลลิเมตร ซึ่งเท่ากับ 115 มิลลิเมตร เราจึงพบว่าค่าความแตกต่างของความดันบรรยากาศแต่ละระยะความสูงจะมีความแตกต่างที่ลดน้อยลงเรื่อย ๆ คือที่ระยะค่าความแตกต่างจะมีมาก ที่ระยะสูงความแตกต่างจะมีน้อยลง เพื่อให้เห็นชัดเจนจึงควรเขียนเป็นเส้นกราฟ นักเรียนดูที่กราฟที่ 1 ทางขวามือซิครับ.....กราฟนี้แสดง ความดันบรรยากาศในระดับต่าง ๆ กัน แนวตั้งเป็นความดัน แนวนอนเป็นระยะความสูง..... นักเรียนสังเกตดูเส้นกราฟที่เริ่มตรง 750 มิลลิเมตร ซึ่งตรงกับระยะความสูง 0 กิโลเมตร เส้นกราฟจะชันมากจนถึงระยะความสูง 4 กิโลเมตร เส้นกราฟจะเริ่มโค้ง และเบนลงเรื่อย ๆ เมื่อถึงระยะความสูง 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 กิโลเมตร นั้นย่อมยืนยันได้ว่าที่ระยะค่าความแตกต่างของความดันมากและความแตกต่างนี้จะเริ่มลดน้อยลงเรื่อย ๆ เมื่ออยู่ในระยะความสูงมากขึ้น

เรียนมาถึงตรงนี้ ครูเชื่อว่านักเรียนคงมีความรู้เพียงพอที่จะทดสอบหลังเรียน
ได้แล้ว กลับไปทดสอบอีกครั้งในตอนที่ 1 ขอให้ตอบให้ถูกต้องนะครับ หวังว่าคงได้
คะแนนเต็มและดีกว่าการสอบก่อนเรียนนะครับ
ขอให้โชคดี พบกันใหม่ในคาบต่อไป

ความสัมพันธ์ระหว่างความดันบรรยากาศและ ความหนาแน่น "ทดสอบก่อนเรียน"	คาบที่ 5	
	ตอนที่ 1	5 นาที

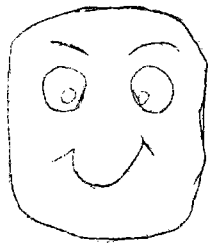
- จุดประสงค์
- อธิบายเกี่ยวกับปริมาตรของอากาศเพื่อเพิ่มความเข้าใจ
 - เมื่อมวลของอากาศคงที่ แต่ปริมาตรลดลง นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับความหนาแน่นได้
 - สรุปความสัมพันธ์ของความดันและความหนาแน่นได้

- วิธีเรียน
- ทดสอบก่อนเรียน
 - อ่านบทเรียนการ์ตูน
 - ทดลองตามบัตรงานและอภิปรายปัญหา
 - ฟัง เทปสรุปบทเรียน
 - ทดสอบหลังเรียน

ทดสอบก่อนเรียน ให้กา ☒ พิจารณาหน้าข้อความที่ถูกต้อง

- เมื่อเราเพิ่มความดันให้กับอากาศจำนวนหนึ่ง ปริมาตรของอากาศจำนวนนี้จะเป็นอย่างไร
 - อากาศมีปริมาตรเพิ่มขึ้น
 - อากาศมีปริมาตรลดลง
 - อากาศมีปริมาตรคงที่
 - อากาศมีปริมาตรไม่คงที่
- เมื่อนำอากาศมาจำนวนหนึ่ง แล้วทำให้อากาศจำนวนนี้มีปริมาตรลดลง ความดันของอากาศจะเป็นอย่างไร
 - ความดันเพิ่มขึ้น
 - ความดันลดลง

- ค. ความดันคงที่
- ง. ความดันอาจมากขึ้นหรือน้อยลง
3. ขอความใดกล่าวได้ถูกต้อง
- ก. เมื่อความดันเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นจะลดลง
- ข. เมื่อความดันลดลง ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น
- ค. เมื่อความดันคงที่ ความหนาแน่นจะลดลง
- ง. เมื่อความดันเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น



อย่าเสียกำลังใจนะคะ รีบตอบไปรับรองว่า
รู้คำตอบแน่ ๆ ขอเพียงตั้งใจเรียนก็พอ

การประเมินการสอน

ขั้นตอน 1 กำหนด ผู้เรียน

ขั้นตอน 2 กำหนด จุดมุ่งหมาย

ขั้นตอน 3 กำหนด และจัดลำดับ

ขั้นตอน 4 กำหนด ยุทธวิธี และวิธีการสอน

ขั้นตอน 5 วัดผล ผลสัมฤทธิ์

ขั้นตอน 6

ภาพประกอบ ๑ รูปแบบการจัดการสื่อสารวิชาการเชิงระบบ^{๑๕}

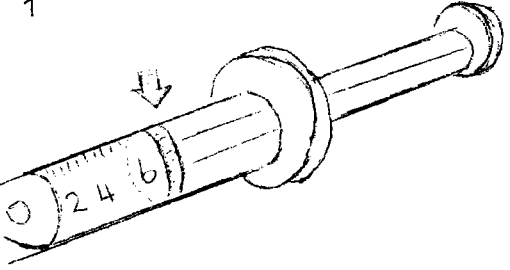
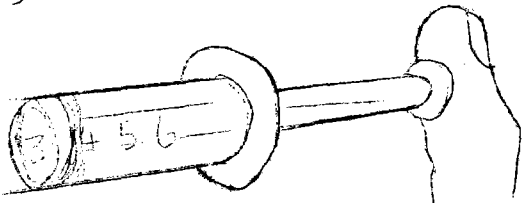
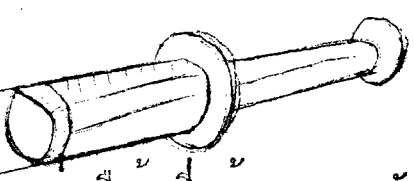
บัตรงานการทดลองที่ 4 การทดลอง เรื่อง ปริมาตรของอากาศกับความดัน	คาบที่ 5	
	ตอนที่ 3	20 นาที

การทดลองที่ 4 เรื่อง ปริมาตรของอากาศกับความดัน

เตรียมก่อนทดลอง ให้กลุ่มส่งตัวแทนไปรับอุปกรณ์ แล้วช่วยกันตรวจสอบว่าได้มาครบหรือไม่ โดยกา ✓ ใน ☐ หน้าสิ่งที่พบ

☐  หลอดชนิดยา 1 หลอด

วิธีทดลอง พยายามให้สมาชิกทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทดลอง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังภาพ

1  ดึงก้านหลอดชนิดยาออกให้อากาศเข้าไป ในหลอด 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร (6cm^3)	2  ใช้นิ้วมืออุดปลายหลอดให้แน่น
3  ใช้นิ้วอีกข้างหนึ่งกดก้านหลอดเข้าไป อีกให้อากาศเป็นปริมาตรเหลือ 3 cm^3 โดยที่ยังอุดปลายหลอดไว้แน่น	4  ปล่อยมือคานที่กดก้านหลอดออกสังเกตการ ถอยกลับของก้านหลอดจนหยุดสนิท แล้วอ่าน ปริมาตรและจดบันทึกในแบบบันทึก

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 4

ทดลองซ้ำ ๆ 6 ครั้ง แล้วบันทึกผล

ครั้งที่	ปริมาตรก่อนกดก้าน หลอด (cm^3)	ปริมาตรขณะกดก้าน หลอด (cm^3)	ปริมาตรเมื่อปล่อยมือ (cm)
1	6	3	
2	6	3	
3	6	3	
4	6	3	
5	6	3	
6	6	3	

จากการทดลอง ให้กลุ่มอภิปรายปัญหาต่อไปนี้ เพื่อหาคำตอบหรือข้อสรุปของกลุ่ม
ปัญหาที่ 1 ขณะที่กดก้านหลอด อากาศภายในหลอดเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ปัญหาที่ 2 เมื่อปล่อยมือจากก้านหลอดปริมาตรของอากาศเท่าเดิม (6 cm^3)
หมายความว่าอย่างไร (ถ้าไม่เท่าเดิมเป็นเพราะเหตุใด)

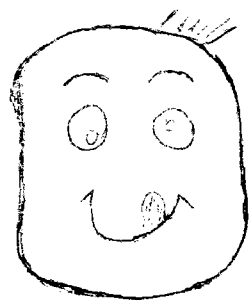
ปัญหาที่ 3 ถ้าอุณหภูมิลดลงหลอดแน่น อากาศไม่หนีไปไหน มวลของอากาศ
ภายในหลอดมีเท่าเดิมหรือไม่

ปัญหาที่ 4 เมื่อถักก้านหลอดเข้าไป ปริมาตรของอากาศลดลงหรือไม่
และความดันของอากาศในหลอดเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ปัญหาที่ 5 ขณะถักก้านหลอดเข้าไป ปริมาตรของอากาศในหลอดจะลดลง
จาก 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร เหลือ 3 ลูกบาศก์เซนติเมตรนั้น
จะพบว่าความดันอากาศจะเพิ่มขึ้น เมื่อเป็นเช่นนั้นความหนาแน่น
ของอากาศในหลอดจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ปัญหาที่ 6 ความดันกับความหนาแน่นของอากาศสัมพันธ์กันอย่างไร

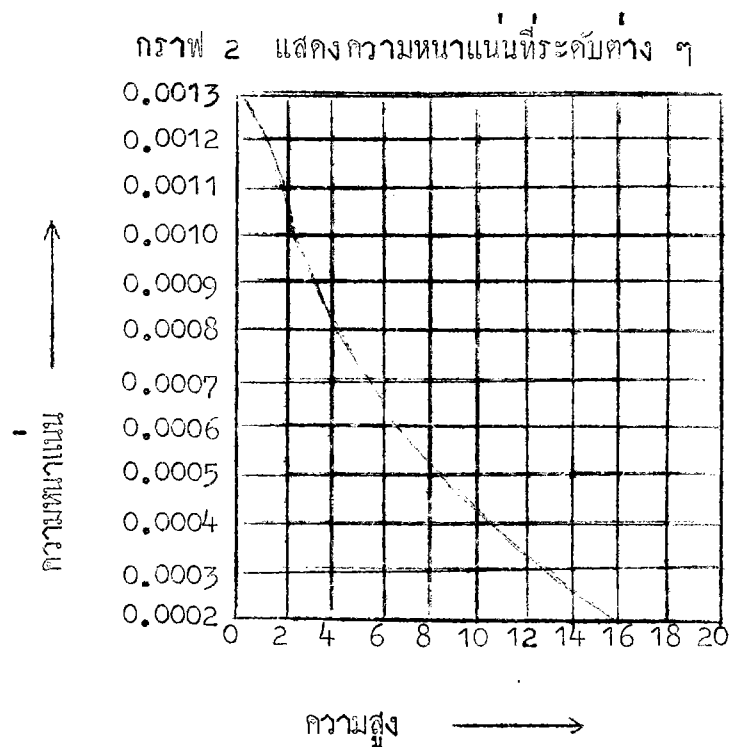
ปัญหาที่ 7 อากาศในระดับพื้นดินกับระดับยอดเขา ที่ใดจะมีความหนาแน่น
ของอากาศมากกว่ากัน



ถึงตรงนี้ ไปรอกองทัพ
หยุดรอกองทัพ จ้า

ตาราง 2 ความหนาแน่นของอากาศที่ระดับต่าง ๆ

ระดับความสูงจากน้ำทะเล (Km)	ความหนาแน่นอากาศ (g/cm ³)
0	0.00130
2	0.00100
4	0.00082
6	0.00066
8	0.00052
10	0.00041
12	0.00031
14	0.00023
16	0.00016



ฟัง เทปสรุปเนื้อหา	ตอนที่ 5	
	ตอนที่ 4	15 นาที

บท เทป

สวัสดิ์ศรีรับนักเรียน..... พบกันอีกครั้งหนึ่ง คราวนี้ครูจะสนทนากับนักเรียนถึงผลการทดลองที่ 4 จากผลการทดลองคงทำให้นักเรียนสรุปผลกันได้ถูกต้องแล้วนะครับ ครูเพียงแต่ขอย้ำอีกครั้งหนึ่ง นักเรียนดูที่แบบบันทึกผลการทดลองแล้วฟังไปด้วยนะครับ

นักเรียนจำได้ไหม ขณะที่ยกก้านหลอดเข้าไปนั้น จะทำให้อากาศมีปริมาตรน้อยลง ทั้ง ๆ ที่อากาศยังมีมวลเท่าเดิม คือปริมาตรเปลี่ยนจาก 6 ซม.³ เหลือเพียง 3 ซม.³ ในขณะเดียวกันนั้นความดันของอากาศในหลอดก็เพิ่มขึ้น ดังจะสังเกตได้เมื่อเราปล่อยมือจากก้านหลอด ความดันนี้จะสามารถดันก้านหลอดให้ถอยกลับมายู่ที่เดิมได้เอง ซึ่งเป็นจุดที่ความดันภายนอกเท่ากับความดันภายในหลอด

อีกประการหนึ่ง นักเรียนคงคิดตอบได้โดยง่ายว่า ขณะที่ทำให้ปริมาตรของอากาศเล็กลง และเป็นการเพิ่มความดันอากาศด้วยนั้น ความหนาแน่นของอากาศในหลอดก็เพิ่มขึ้นไปด้วย เพราะอากาศเป็นสสารมีโมเลกุล เช่นเดียวกับสสารอื่น ๆ เมื่อถูกอัดให้เล็กลงก็ต้องมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเป็นธรรมดา ตอนนั้นถ้าเรามองเห็นคงจะพบว่าโมเลกุลของอากาศเบียดอัดกันแน่นทีเดียว นั่นคืออากาศมีเท่าเดิมคือมีมวลคงที่ ถ้าปริมาตรเล็กลง ความดันจะเพิ่มขึ้น และความหนาแน่นก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

สังเกตได้ว่า ความดันกับความหนาแน่นจะไปด้วยกัน คือถ้าความดันเพิ่มความหนาแน่นก็เพิ่ม ถ้าความดันลดลง ความหนาแน่นก็ลดลง ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาตร เพราะถ้าปริมาตรลดลง ความดันและความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น ถ้าปริมาตรเพิ่มขึ้น ความดันและความหนาแน่นจะลดลง นี่คือการสัมพันธ์กันระหว่างความดันกับความหนาแน่นของอากาศ

ด้วยเหตุนี้ ความหนาแน่นของบรรยากาศใกล้ผิวโลกจึงมีมากกว่าบรรยากาศที่อยู่สูงขึ้นไป ด้วยเหตุผลจากที่ได้เรียนมาแล้วว่า บริเวณที่ต่ำจะมีความดันของอากาศมากกว่าในที่สูง

เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถจะทดลองหาความหนาแน่นของบรรยากาศในระดับต่าง ๆ ได้ จึงให้นักเรียนศึกษาจากตารางความหนาแน่นที่นักวิทยาศาสตร์ทดลองไว้ให้ ขอให้นักเรียนดูที่ตาราง 2 คู่มือตาราง 2 นะครับ พบหรือยังเอ่ย.... ในตารางมี 2 ช่อง ช่องทางซ้ายมือบอกความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นกิโลเมตร เริ่มจาก 0 กิโลเมตร ไปจนถึง 16 กิโลเมตร ส่วนช่องทางขวามือเป็นตัวเลขบอกความหนาแน่นของอากาศโดยบอกเป็นหน่วยกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ให้นักเรียนเริ่มดูที่ระดับความสูง ศูนย์ กิโลเมตร หรือที่ระดับผิวน้ำทะเล ดูว่าระดับนี้อากาศมีความหนาแน่นกี่กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร..... 0.0013 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตรใช่ไหมครับ..... คราวนี้ดูที่ระดับความสูง 2 กิโลเมตรบ้าง ระดับนี้อากาศมีความหนาแน่นเท่าไรครับ..... เกือบครึ่ง 0.00100 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

นักเรียนดูที่ระดับความสูง 4 กิโลเมตร 6, 8, 10, 12, 14, 16 ว่าความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร..... เห็นไหมครับว่ายิ่งสูงเท่าใดความหนาแน่นของอากาศยิ่งน้อยลงเรื่อย ๆ ถ้าในตารางมีถึงความสูง 1,000 กิโลเมตรความหนาแน่นจะเท่ากับ ศูนย์ คือไม่มีอากาศอยู่เลยกลายเป็นอวกาศไปแล้ว

ลักษณะที่ความหนาแน่นลดน้อยลงเรื่อย ๆ เมื่ออยู่ในระดับสูงขึ้นไปเช่นนี้ช่างเหมือนกับกับความดันอากาศซึ่งจะมีความดันลดลงเรื่อย ๆ เมื่ออยู่ในระดับสูงขึ้นไปดังที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว นี่ก็เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับความดันอากาศ

นักเรียนลองหาผลต่างของความหนาแน่นระหว่างระดับความสูงต่าง ๆ จะพบว่าความหนาแน่นนี้ไม่ได้ลดลงอย่างสม่ำเสมอ ผลต่างจะมีมากในระดับความสูงใกล้ผิวโลก แล้วผลต่างจะน้อยลงเมื่อถึงระดับความสูงมาก ๆ นักเรียนดูที่กราฟที่ 2 ทางขวามือจะพบว่าเส้นแสดงความหนาแน่นในระดับต่าง ๆ จะไม่เป็นเส้นตรง

ดูซิว่าเส้นกราฟชันมากในระดับความสูงระยะใด และเส้นกราฟจะเงยขึ้นมากในระดับความสูงใด..... ดูแล้วข้าง เหมือนกราฟที่แสดง ความดันที่นักเรียนดูแล้ว.....
จริงไหมครับ

เรียนมาถึงตรงนี้ครูเชื่อมั่นว่า นักเรียนมีความรู้พอที่จะตอบคำถามได้อย่าง
เต็มที่ ลองทดสอบหลัง เรียนโดยใช้ข้อทดสอบ เดิมที่นักเรียนใช้สอบก่อนเรียนสิครับ
..... คราวนี้คงได้เต็มนะครับ ขอให้โชคดี พบกับใหม่ในคาบต่อไป

ส่วนประกอบของบรรยากาศ "ทดสอบก่อนเรียน"	คาบที่ 6	
	ตอนที่ 1	5 นาที

จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายถึงส่วนประกอบของบรรยากาศได้

- วิธีเรียน
1. ทดสอบก่อนเรียน
 2. อ่านบทเรียนสำเร็จรูปและทำการทดลองตามขั้นตอนในบทเรียน
 3. อภิปรายผลการทดลอง
 4. ทดสอบหลังเรียน

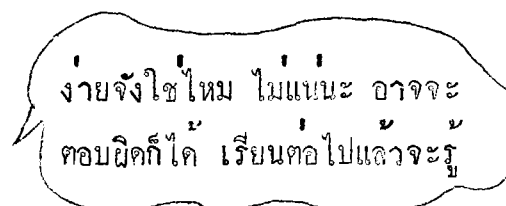
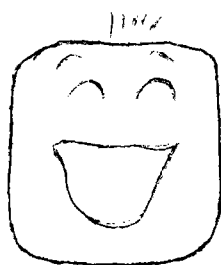
ทดสอบก่อนเรียน ให้กา ✓ ทั้บอักษรหน้าข้อคำตอบถูก

1. หลังฝนตกในบรรยากาศบริเวณนั้นมีอะไรเป็นส่วนประกอบมากที่สุด

ก. ฝุ่นละออง	ข. ครันไฟ
ค. ไอน้ำ	ง. หยคน้ำ
2. ฝุ่นละอองเป็นส่วนประกอบของบรรยากาศ ซึ่งมีมากที่สุดใ้ในฤดูอะไร

ก. หนาว	ข. ฝน
ค. ร้อน	ง. มรสุม
3. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบของอากาศ

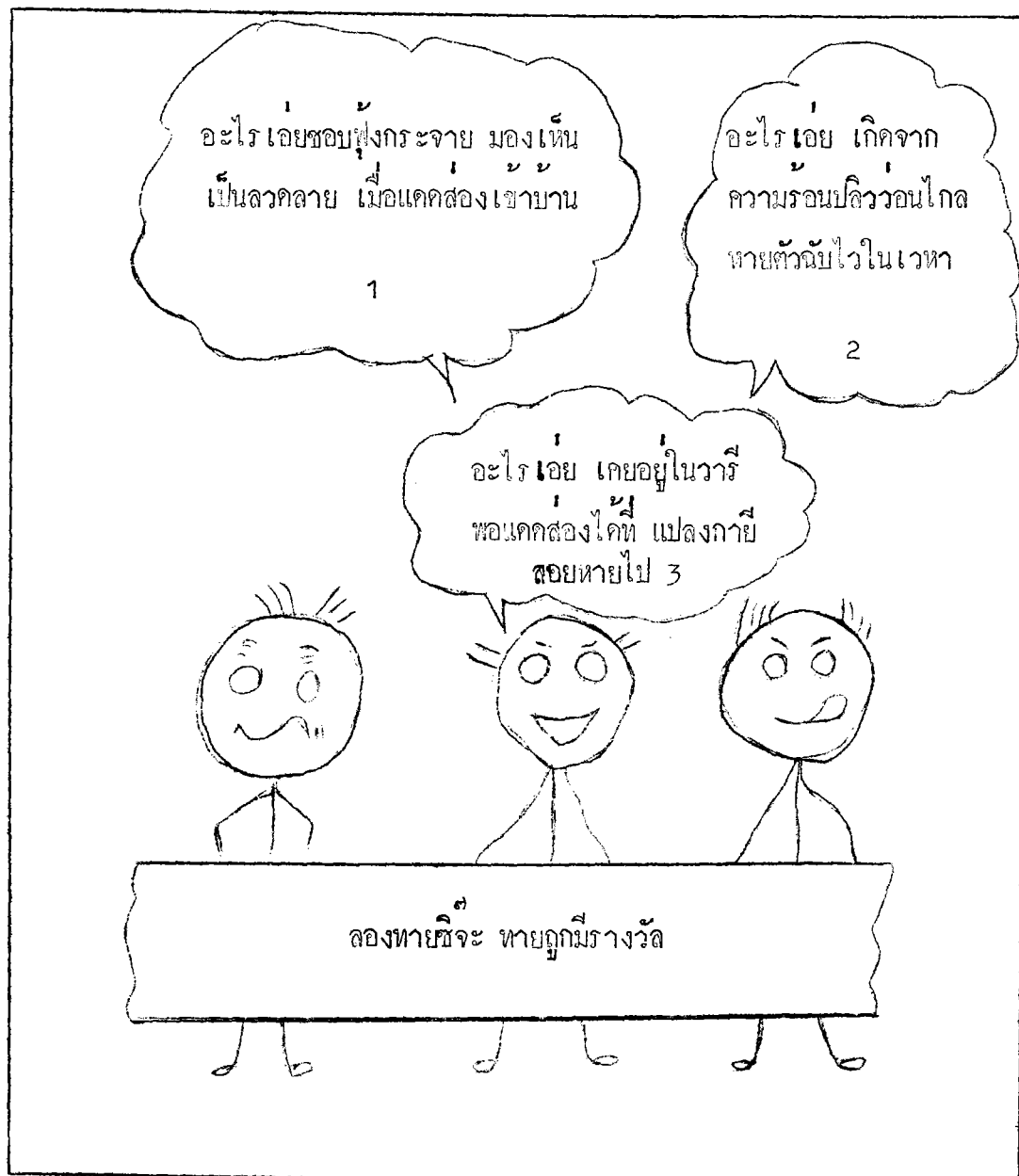
ก. ฝุ่นละออง	ข. แสงแดด
ค. ครันไฟ	ง. ไอน้ำ



พลิกอ่านหน้าถัดไป

บัณฑิตงานการทดลองที่ 5 เรื่อง ส่วนประกอบของบรรยากาศ	คาบที่ 6	
	ตอนที่ 2	35 นาที

อ่านและปฏิบัติตามคำสั่งไปตามลำดับ



- นักเรียนลองทายดู
1. คือ
 2. คือ
 3. คือ

ทายถูกหรือไม่ ลองตามไปดู

เชื่อว่านักเรียนคงทายถูกบางแน่ ๆ บอกใบ้อีกที่ทั้ง 3 อย่างนี้เป็นส่วนประกอบ

ของบรรยากาศ

ในบรรยากาศรอบตัวเรา นอกจากอากาศแล้วยังมีสิ่งอื่น ๆ ปะปนอยู่
สิ่งเหล่านี้คือ ฝุ่นละออง คาร์บอนไฟ และไอน้ำ

ดัง เหตุนี้ให้ดูที่ขอบหน้าต่างและผนังบ้านมีฝุ่นละออง เกาะอยู่เต็ม ฝุ่นละออง
เหล่านี้มาจากไหน มาจากอากาศใช่หรือไม่

เมื่อชาวบ้านก่อกองไฟ นักเรียนจะพบว่าควันลอยไปในอากาศ
ควันเหล่านั้นหายไปไหน

เมื่อนักเรียนซักผ้า แล้วผึ่งแดดไม่นานผ้าจะแห้ง น้ำที่เคยทำให้ผ้าเปียกนั้น
หายไปไหน หลังจากฝนตกพื้นดินเปียกชุ่ม อีกไม่นานพื้นดินก็แห้ง น้ำหายไปไหน

นักเรียนคงเชื่อแล้วว่าในบรรยากาศมีทั้งอากาศ ฝุ่นละออง คาร์บอนไฟ และ
ไอน้ำ เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย เรามาทดลองดูว่าในอากาศมีไอน้ำ

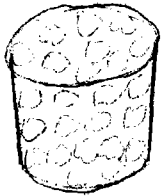
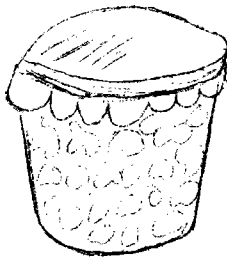
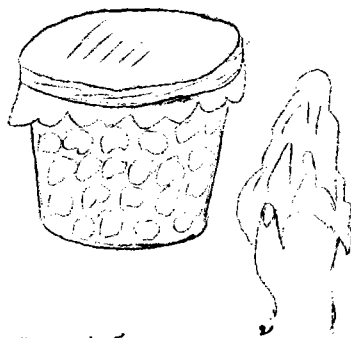
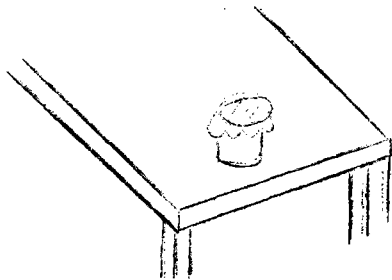
การทดลองที่ 5 มีไอน้ำในอากาศจริงหรือไม่

เตรียมก่อนทดลอง ให้กลุ่มส่งตัวแทนไปรับอุปกรณ์ แล้วช่วยกันตรวจดูว่า
ได้มาครบหรือไม่

- ☐ ลูกพลาสติก 1 ลูก
- ☐ แก้วน้ำ 1 ใบ
- ☐ น้ำแข็ง 1 ลูก
- ☐ ยางวง 5 เส้น

เมื่อได้อุปกรณ์ครบแล้วให้ดำเนินการทดลอง จงพยายามให้ทุกคนมีส่วนร่วม

วิธีทดลอง ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนในภาพ

1  ใส่น้ำแข็งลงในแก้วเกือบเต็ม	2  ใช้แผ่นพลาสติกปิดปากแก้ว แล้วรัดด้วยยางให้แน่น
3  ใช้ธูปหรือสำลีเช็ดรอบ ๆ แก้วให้แห้ง	4  ตั้งแก้วไวบนโต๊ะแล้วคอยสังเกตทุก ๆ นาที ที่ข้างแก้วว่ามีอะไรเกิดขึ้นและบันทึกผลทุก ๆ นาทีจนครบ 8 นาที

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 5

สังเกตที่ข้างแก้วทุก ๆ นาที แล้วกา ☒ ใน ☐ ตามที่พบ

เวลาที่สังเกต	สิ่งที่พบ
นาทีที่ 1	☐ ยังไม่พบสิ่งใด ☐ เริ่มมีหยดน้ำเกาะข้างแก้ว
นาทีที่ 2	☐ ยังไม่พบสิ่งใด ☐ เริ่มมีหยดน้ำเกาะ ☐ มีหยดน้ำมากขึ้น
นาทีที่ 3	☐ ยังไม่พบสิ่งใด ☐ เริ่มมีหยดน้ำเกาะข้างแก้ว ☐ มีหยดน้ำมากขึ้น
นาทีที่ 4	☐ ยังไม่พบสิ่งใด ☐ เริ่มมีหยดน้ำเกาะ ☐ มีหยดน้ำมากขึ้น
นาทีที่ 5	☐ ยังไม่พบสิ่งใด ☐ เริ่มมีหยดน้ำเกาะ ☐ มีหยดน้ำมากขึ้น
นาทีที่ 6	☐ ยังไม่พบสิ่งใด ☐ เริ่มมีหยดน้ำเกาะ ☐ มีหยดน้ำมากขึ้น

เวลาที่สังเกต	สิ่งที่พบ
นาทีที่ 7	☐ ยังไม่พบสิ่งใด ☐ เริ่มมีหยดน้ำเกาะ ☐ มีหยดน้ำมากขึ้น
นาทีที่ 8	☐ ยังไม่พบสิ่งใด ☐ เริ่มมีหยดน้ำเกาะ ☐ มีหยดน้ำมากขึ้น

จากผลการทดลองนี้ ให้สมาชิกในกลุ่มอภิปรายปัญหาต่อไปนี้ เพื่อให้ได้คำตอบ

ปัญหาที่ 1 เริ่มมีหยดน้ำเกาะข้างแก้วในเวลาที่เท่าใด

ปัญหาที่ 2 น้ำแข็งที่ละลายในแก้วจะออกมานอกแก้วได้หรือไม่

ปัญหาที่ 3 หยดน้ำที่เกาะข้างแก้วมาจากไหน

ปัญหาที่ 4 เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร จึงมีหยดน้ำที่ข้างแก้ว

อ่านบัตรสรุปเนื้อหา	คาบที่ 6	
	ตอนที่ 3	10 นาที

จากการทดลองของนักเรียน จะพบว่าหยดน้ำมาเกาะที่ข้างแก้ว ถ้าอากาศยิ่งร้อนอบอ้าว ยิ่งจะมีไอน้ำเกาะเร็วขึ้น บางที่จะเริ่มมีไอน้ำมาเกาะขณะที่เวลายังไม่ถึง 1 นาที ถ้านักเรียนใช้ยางรัดที่ปากแก้วให้คี่และแนบพลาสติกไม่รั่วแล้ว น้ำในแก้วคงออกมาข้างนอกไม่ได้แน่ ปัญหาจึงมีว่า หยดน้ำที่มาเกาะข้างแก้วเหล่านี้มาจากไหน ปัญหานี้มีคำตอบที่เป็นไปได้เพียงอย่างเดียว คือ ต้องมาจากอากาศรอบ ๆ แก้วนั่นเอง นั่นแสดงว่าในอากาศมีไอน้ำปะปนอยู่ทั่วไป เนื่องจากไอน้ำเป็นละอองที่เล็กมากจนตาเรามองไม่เห็น เมื่อไอน้ำมากกระทบความเย็นที่ข้างแก้วจึงเกิดการกลั่นตัวรวมเป็นหยดน้ำเกาะที่ข้างแก้ว ดังผลการทดลองที่นักเรียนเห็นเป็นประจักษ์แล้ว

การทดลองนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า ในอากาศหรือบรรยากาศมีไอน้ำปะปนอยู่จำนวนมาก ไอน้ำจึงเป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งของบรรยากาศ นอกเหนือจากอากาศ ฝุ่นละออง และควันไฟ

ปรากฏการณ์อีกอย่างหนึ่งที่แสดงว่าในบรรยากาศมีไอน้ำก็คือ เกิดรุ้งกินน้ำ เป็นสีสรรพริ้วงามบนท้องฟ้า หลังฝนตกขณะที่ยังมีแสงอาทิตย์อยู่ รุ้งกินน้ำจะเกิดอยู่ด้านตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์ ปรากฏการณ์นี้เป็นเพราะว่าหลังฝนตกใหม่ ๆ จะมีไอน้ำอยู่หนาแน่นในบรรยากาศจนสามารถทำให้เกิดการหักเหของแสงและแยกแสงแตกออกเป็นสีต่าง ๆ 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง

เพื่อทดสอบความรู้อีกครั้ง นักเรียนลองทดสอบหลังเรียนโดยใช้ข้อทดสอบที่เคยตอบเมื่อตอนทดสอบก่อนเรียน ถ้าทำได้ถูกทุกข้อถือว่า เก่งมาก ๆ ลองตรวจคำตอบกับเพื่อน ๆ ดู

สิ่งที่ทำให้บรรยากาศเปลี่ยนแปลง "ทดสอบก่อนเรียน"	คาบที่ 7	
	ตอนที่ 1	5 นาที

- จุดประสงค์
1. เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบการรับและคายความร้อนของดินและน้ำได้
 2. เพื่อให้สามารถอธิบายถึงอุณหภูมิของบรรยากาศเหนือพื้นดินและพื้นน้ำได้

- วิธีเรียน
1. ทดสอบก่อนเรียน
 2. อ่านบทการตั้งป้อมและจุด
 3. ทำการทดลองที่ 6 และอภิปรายผลการทดลอง
 4. พัง เทปสรุปบทเรียน
 5. ทดสอบหลังเรียน

ทดสอบก่อนเรียน ให้กา ✓ กับอักษรหน้าข้อคำตอบที่ถูกต้อง



1. ถ้านำกระป๋องทั้ง 3 ตั้งไว้กลางแดด 10 นาที แล้วใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ กระป๋องใดจะมีอุณหภูมิสูงที่สุด
 - ก. ดิน
 - ข. ทราย
 - ค. น้ำ

2. เมื่อนำ 3 กระป๋องทั้งไว้อ่างแคบ 10 นาที แล้วยกกลับเข้ามาในร่ม 10 นาที แล้ววัดอุณหภูมิ วัตถุในข้อใดลดอุณหภูมิลงได้มากที่สุด
- ก. ดิน
- ข. ทราย
- ค. น้ำ
3. ในเวลากลางวัน บรรยากาศเหนือพื้นดินและพื้นน้ำ ที่ใดจะมีอุณหภูมิสูงกว่ากัน
- ก. เหนือพื้นดินสูงกว่า
- ข. เหนือพื้นน้ำสูงกว่า
- ค. พอ ๆ กัน
4. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
- ก. น้ำรับความร้อนได้เร็วกว่าดิน แต่คายความร้อนไคช้ากว่าดิน
- ข. ดินรับความร้อนได้เร็วกว่าน้ำ แต่คายความร้อนไคช้ากว่าน้ำ
- ค. น้ำรับความร้อนไคช้ากว่าดิน และคายความร้อนไคช้ากว่าดินด้วย

ถูกผิดไม่เป็นไร เรียนต่อไปแล้วจะรู้คำตอบ



บทการ์ตูนเพื่ออภิปรายก่อนการทดลอง	ตอนที่ 7	
	ตอนที่ 2	7 นาที

อ่านบทการ์ตูนต่อไปนี้ แล้วอภิปรายกลุ่มในปัญหาที่กำหนดให้



อ่านจบให้อภิปรายตามประเด็นในเทพาคต่อไป

ประเด็นปัญหา

1. การแก้ไขปัญหของปองจากเรื่องทีอ่านนั้น เป็นเรื่องทีเป็นไปไคจริง
หรือไม่
2. เพราะเหตุไคไคกินทีหมกทรายจึงสุกไค
3. นอกจากทรายแฉะจะหมกไคในกินทีอยู่กลางแดด หรือน้ำทีอยู่กลางแดด
ไคจะสุกหรือไม่ เพราะเหตุไค

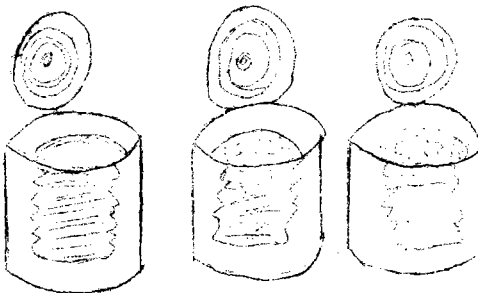
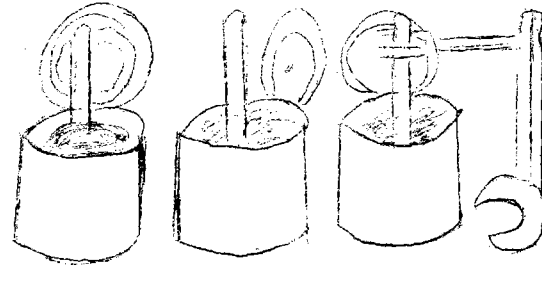
การแก้ปัญหของปองไคความรู้ เกี่ยวกัการรับและคายความร้อน
ของวัตถุ ขณะทีเดินทางนั้นปองสัง เกตพบว่ บริเวณทีเป็นทรายจะร้อน
มาก เมื่อเหยียบเท้าองไป จนบางครั้งต้องรีบยกเท้าขึ้น
นักเรียนจะได้ทำการทดลอง เพื่อพิสูจน์ในเรื่องนี้ต่อไป

บัตรงานการทดลองที่ 6 เรื่อง การรับและคายความร้อนของดิน หวาย และน้ำ	ภาพที่ 7	
	ตอนที่ 3	30 นาที

เตรียมก่อนทดลอง ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกไปจับสลากที่ครู (บางกลุ่มอาจจับสลากได้ดิน บางกลุ่มได้หวาย บางกลุ่มได้น้ำ) แล้วรับอุปกรณ์มาตรวจสอบว่าครบหรือไม่

เทอร์โมมิเตอร์ 1 อัน ดิน หวาย หรือน้ำ
 ขาตั้งยึดเทอร์โมมิเตอร์ (เฉพาะกลุ่มที่จับสลากได้น้ำ)
 กระป๋องนม 1 ใบ

วิธีทำการทดลอง ให้ทำการทดลองดังภาพโดยใช้วัสดุตามที่จับสลากได้

1 	2 
ใส่ดินหรือหวายหรือน้ำครึ่งกระป๋อง พร้อมแล้วให้ทุกกลุ่มทำพร้อมกันคือ	เสียบเทอร์โมมิเตอร์ลงในดินหรือหวายหรือน้ำ กลุ่มที่ทดลองกับน้ำให้ใช้ขาตั้งยึดเอาไว้ก่อน
3 นำกระป๋องของทุกกลุ่มไปตั้งกลาง แคลให้แต่ละกระป๋องอยู่เท่ากัน 1 ฝ่ายมือ ตั้งไว้ 10 นาที	อุณหภูมิทั้ง 6 กระป๋อง แล้วบันทึกผล
5 นำทุกกระป๋องกลับเข้ามาตั้งไว้ในร่ม (ต้องยกเข้ามาพร้อมกันทุกกระป๋อง) ตั้งไว้ 10 นาที	4 เมื่อครบ 10 นาทีแล้วให้อ่านอุณหภูมิทั้ง 6 กระป๋อง แล้วบันทึกผล (แต่ละกลุ่มต้องบันทึกให้ครบทุกกระป๋อง) 6 ตั้งในร่มครบ 10 นาที แล้วอ่านอุณหภูมิของทุกกระป๋อง และบันทึกผลในแบบบันทึก

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 6

ให้สังเกตอุณหภูมิให้ครบทุกกระป๋อง แล้วบันทึกผลโดยเขียนลงในช่องต่าง ๆ

สาร	อุณหภูมิ (°C)				
	ก่อนวาง กลางแดด	เมื่ออยู่กลาง แดด 10 นาที	เพิ่มขึ้น	เมื่อนำกลับ เข้าในร่ม 10 นาที	ลดลง
ดินกระป๋อง 1					
ดินกระป๋อง 2					
ทรายกระป๋อง 1					
ทรายกระป๋อง 2					
น้ำกระป๋อง 1					
น้ำกระป๋อง 2					

จากผลการบันทึกข้อมูลนี้ ให้แต่ละกลุ่มอภิปรายปัญหาโดยให้สมาชิกทุกคนได้มี

โอกาสแสดงความคิดเห็น

ปัญหาที่ 1 เมื่ออยู่กลางแจ้งแดดนั้น ดิน ทราย น้ำ อย่างไหนมีอุณหภูมิ
สูงที่สุด และอะไรต่ำที่สุด

ปัญหาที่ 2 จากปัญหาที่ 1 ระหว่างดินกับน้ำอันไหนรับความร้อนได้เร็วกว่ากัน

ปัญหาที่ 3 ในเวลากลางวันบรรยากาศเหนือพื้นดินและพื้นน้ำ ที่ใด
จะมีอุณหภูมิสูงกว่า

ปัญหาที่ 4 เมื่อน้ำกลับเข้ามาถึงในร่ม 10 นาที ดิน ทราย น้ำ
อย่างไหนลดอุณหภูมิได้มากกว่ากัน

ปัญหาที่ 5 ระหว่างดินกับน้ำอย่างไหนคายความร้อนได้เร็วกว่ากัน
(อุณหภูมิลดลงได้มากกว่า)

ปัญหาที่ 6 ในเวลากลางคืนบรรยากาศเหนือพื้นดินและพื้นน้ำ ที่ใดจะ
มีอุณหภูมิต่ำกว่ากัน



ฟัง เทปสรุปบทเรียน	คาบที่ 7	
	ตอนที่ 4	8 นาที

บทเทป

สวัสดีครับนักเรียน พบกันอีกเช่นเคย ต้องขอแสดงความยินดีกับทุกกลุ่มที่ทำ
การทดลองจนสำเร็จ ครูเข้าใจว่าทุกกลุ่มคงอภิปรายผลได้ถูกต้องด้วย จริงไหมครับ
ครูขอสรุปบทเรียนเป็นการเน้นย้ำอีกครั้งหนึ่ง ขอให้ทุกคนดูที่ตารางบันทึกผลการทดลอง
นะครับ

นักเรียนจะสังเกตเห็นว่า ก่อนนำออกทั้งกลางแดดนั้น ทุกกระป๋องมีอุณหภูมิ
ใกล้เคียงกันหรืออาจเท่ากัน แต่พอนำออกกลางแดดครบ 10 นาที นักเรียนจะพบว่า
กระป๋องทรายจะมีอุณหภูมิสูงที่สุด รองลงมาคือดิน และต่ำสุดคือน้ำ นั่นแสดงว่า ทราย
รับความร้อนได้ดีกว่าดิน และดินรับความร้อนได้เร็วกว่าน้ำ ดังนั้นในตอนกลางวัน
บรรยากาศเหนือพื้นดินจึงร้อนหรือมีอุณหภูมิสูงกว่าบรรยากาศเหนือพื้นน้ำ คนจึงชอบไป
พักผ่อนที่ชายทะเล เพราะเย็นกว่า

คราวนี้มาดูอุณหภูมิเมื่อนำกลับเข้ามาตั้งในร่มใหม่ครบ 10 นาทีกันบ้าง
ดูที่ของทดลอง นักเรียนคงจะเห็นว่าทรายลดอุณหภูมิได้มากกว่าดิน และดินลดอุณหภูมิได้
มากกว่าน้ำ นี่แสดงว่าดินคายความร้อนได้เร็วกว่าน้ำ คือรับได้เร็วกว่าน้ำและคายได้
เร็วกว่าน้ำอีกด้วย ดังนั้นจึงเป็นที่แน่นอนว่าในเวลากลางคืนบรรยากาศเหนือพื้นดิน
จึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าบรรยากาศเหนือพื้นน้ำ

มีข้อควรจำอยู่ 3 ประการคือ 1. ดินรับความร้อนได้เร็วกว่าน้ำและคาย
ความร้อนได้เร็วกว่าน้ำ 2. ไม่ว่าจะเป็นกลางวันหรือกลางคืนบรรยากาศเหนือพื้นดิน
และพื้นน้ำจะมีอุณหภูมิแตกต่างกัน 3. อุณหภูมิของพื้นดินและพื้นน้ำทำให้อากาศเปลี่ยนแปลง
ได้

เรียนมาถึงตรงนี้ นักเรียนรุมมากพอที่จะทดสอบหลังเรียนได้แล้ว กลับไป
ทดสอบด้วยข้อสอบในตอนที่ 1 อีกครั้ง เชื่อว่านักเรียนคงได้คะแนนเต็ม ขอให้โชคดี
พบกันใหม่ในคาบต่อไป

บรรยากาศที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน "ทดสอบก่อนเรียน"	คาบที่ 8	
	ตอนที่ 1	5 นาที

จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายอุณหภูมิและลักษณะของบรรยากาศระดับสูงต่าง ๆ ได้

- วิธีเรียน
1. ทดสอบก่อนเรียน
 2. อ่านบทการรู้
 3. ชมสไลด์ประกอบแบบ
 4. ทดสอบหลังเรียน

ทดสอบก่อนเรียน ให้กา ✓ ทั้บอักษรหน้าข้อคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

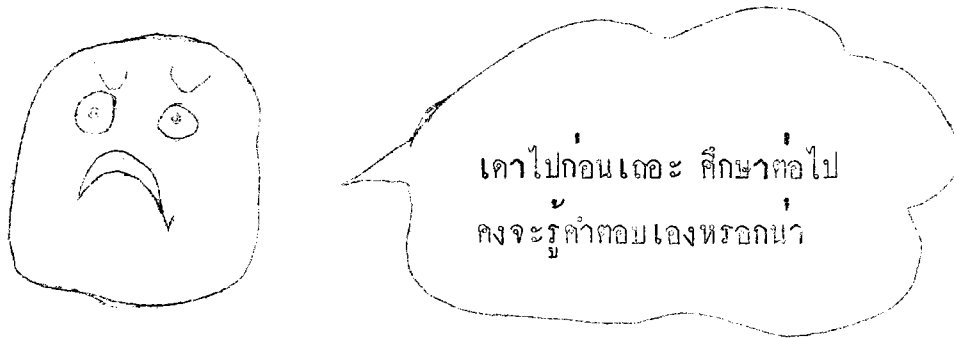
1. บรรยากาศบนพื้นราบกับบนยอดเขาสูงมีอุณหภูมิตรงกับข้อใด
 - ก. บนพื้นราบมีอุณหภูมิต่ำกว่าบนยอดเขา
 - ข. บนพื้นดินมีอุณหภูมิสูงกว่าบนยอดเขา
 - ค. บนพื้นราบมีอุณหภูมิเท่ากับบนยอดเขา
2. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
 - ก. บนยอดเขาสูงอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์จึงมีอากาศร้อนกว่าพื้นราบ
 - ข. ผิวโลกดูดกลืนความร้อนและคายความร้อนให้แก่บรรยากาศ
บรรยากาศใกล้ผิวโลกจึงร้อนกว่าในที่สูง
 - ค. บนยอดเขามีต้นไม้มากกว่าพื้นราบ บรรยากาศบนยอดเขาจึง
หนาวเย็นกว่าบนพื้นราบ
3. บรรยากาศชั้นใดที่มีอากาศเบาบางที่สุด
 - ก. สตราโตสเฟียร์
 - ข. ไอโอโนสเฟียร์
 - ค. เอกโซสเฟียร์

4. บรรยากาศชั้นใดที่มีความร้อนมากที่สุด

ก. โทรโปสเฟียร์

ข. เมโสสเฟียร์

ค. ไอโอโนสเฟียร์



บทการ์ตูนเพื่อการอภิปรายก่อนเรียน	ตอนที่ 8	
	ตอนที่ 2	5 นาที

อ่านเรื่องของป๋องและจุกจนแล้วอภิปรายกลุ่มตามประเด็นที่กำหนดให้



นักเรียนตอบได้ไหมว่าทำไมอากาศบนยอดเขาจึงหนาวเย็นกว่าที่ราบ

ภาพถ่ายได้ประกอบแบบ	ตอนที่ 8	
	ตอนที่ 3	40 นาที

บทสไลด์

ภาพ	คำบรรยาย (เสียง)
1. ภาพยอดเขาสูงเสียดฟ้า	ภาพชุดต่อไปนี้เป็นที่มาจากเรื่องจริงของชายคนหนึ่งซึ่งขึ้นไปช่วยพัฒนาชาวเขา เพื่อสร้างหลักสูตรและสื่อการเรียนสำหรับชาวเขาโดยเฉพาะชีวิตบนคอกครั้งแล้วครั้งเล่า ทำให้เขาเรียนรู้วิธีการดำรงชีวิตบนคอกสูงเสียดฟ้า ไม่ว่าที่คอกอย่างขาง คอกห้วยน้ำจาง จังหวัดเชียงใหม่ คอกแม่เมาะ คอกแม่อวรรคนอย จังหวัดแม่ฮ่องสอน คอกแม่อล่อง คอกปางสา จังหวัดเชียงราย และคอกอื่น ๆ อีกนับ 10 แห่ง แต่ละแห่งสูงจากระดับน้ำทะเลเกินกว่า 1,400 เมตรขึ้นไปต่อไปนี้เป็นเรื่องราวที่เขาจะเล่าสู่นักเรียนฟัง
2. ภาพชาวเขาเผ่าต่าง ๆ	ชาวเขาในเมืองไทยมีกว่า 500,000 คน แยกเป็นเผ่าต่าง ๆ นับ 10 เผ่า ที่สำคัญคืออีก้อ ลีซอ มูเซอ แม้ว เย้า และกระเหรี่ยง ธรรมชาติอันโหดร้ายได้ทำให้การเรียนรู้กับพวกเขา จนก่อให้เกิดการสร้างสมถะธรรมประเพณีที่แปลกใหม่ในสายตาของคนเมืองทั้งหลาย

ภาพ	คำบรรยาย (เสียง)
3. ภาพชาวเขาเผ่ามูเซอ	คูเลี่ยนหนาพะทะตะ แตะดูสวยามนี้ เป็นวัฒนธรรมการแต่งกาย ที่ก่อเกิดมาจากการ บงการของธรรมชาติอันหนาวเหน็บตลอดปี
4. ภาพชาวเขาเผ่าอีกอ	ชนชาวอีกอ มีชื่อเสียงอันเป็นที่รู้จักของคน เมือง ในฐานะผู้ปลูกข้าวเป็นที่สุด ทั้งนี้เพราะ โรคนัยใช้เจ็บมักมากับน้ำ และที่สำคัญคือพวกเขา ชอบอยู่บนยอดคอยสูงสุด จึงหนาวเสียดกระดูก จนต้องอาบน้ำเกลือละใบก็ครั้ง
5. ภาพคนพื้นราบแต่งชุดกันหนาว ยืนอยู่กับชาวเขา	การขึ้นยอดคอยสูง ๆ เช่นนี้จะต้องจัดเตรียม ชุดกันหนาว เช่น เสื้อกันหนาวหนา ๆ มีถุงนอน ชั้นดี บางที่ต้องทนกับการไม่ตองอาบน้ำเป็นบางวัน อีกต่างหากด้วย ทุกครั้งที่ขึ้นคอย ชาวเขานี้จึงไม่ ลังเลใจที่จะจัดเตรียมสิ่งเหล่านี้อย่างพร้อมที่จะ เผชิญกับความหนาว
6. ภาพบ้านชาวเขา	วัฒนธรรมการสร้างที่อยู่อาศัยจะเป็นแบบ เคียวกับในแต่ละเผ่า แต่ไม่ว่าจะเป็นเผ่าใด แบบบ้านมักจะมีหลังคาคลุมลงจรดพื้น เพื่อป้องกัน ลมและความหนาวยะเยือก ภายในบ้านจะก่อกองไฟ ไว้ตลอดเวลา สิ่งเหล่านี้ก็สร้างขึ้นให้เหมาะสม กับธรรมชาตินั่นเอง

ภาพ	คำบรรยาย (เสียง)
7. ภาพทิวทัศน์ เมฆ หมอก มัวช้วนบนยอดคอย	นักเรียนคงจะรู้แล้วว่าบนยอดคอยมี อุณหภูมิของบรรยากาศต่ำกว่าพื้นราบมาก แต่ปัญหา มีอยู่ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น คำตอบของปัญหานี้ คงจะต้องใช้หลักวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วย
8. ภาพลูกโลก	เริ่มจากความรู้เดิมที่เราเคยศึกษาทดลอง มาแล้วคือพื้นผิวโลก ไม่ว่าจะเป็นพื้นดินหรือพื้นน้ำ เมื่อได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ ผิวโลกจะรับ ความร้อนนี้ไว้เป็นจำนวนมาก ยิ่งพื้นดินด้วยแล้ว สามารถรับความร้อนได้เร็ว และคายความร้อน ได้เร็ว
9. ภาพผิวโลกแสงพื้นราบ และภูเขาสูง ๆ ต่ำ ๆ	เมื่อผิวโลกได้รับความร้อนไว้มาก มันก็จะ คายความร้อนให้แก่บรรยากาศบริเวณใกล้ผิวโลก จึงทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศใกล้ผิวโลกสูงกว่า บรรยากาศที่อยู่สูงขึ้นไป บรรยากาศบนยอดเขา จึงหนาวเย็นกว่าบรรยากาศบนพื้นราบ ดังจะพบว่า บนยอดเขาสูง ๆ ของโลก เช่น ยอดเขา เอฟเวอร์เรส จะมีหิมะและน้ำแข็งปกคลุมอยู่ ตลอดปี

ภาพ	คำบรรยาย (เสียง)
10. ตารางแสดงอุณหภูมิของ บรรยากาศในระดับต่าง ๆ	หลักฐานที่ปรากฏชัดเจนที่สุดคงได้แก่ ผลการศึกษาทดลองของนักวิทยาศาสตร์ ด้วยการ หาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของบรรยากาศในระดับ ความสูงต่าง ๆ ดังปรากฏในตาราง เริ่มจากความสูง 0 กิโลเมตร คือที่ระดับน้ำ ทะเลพอดีจะมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.5 องศาเซลเซียส สูงขึ้นไปอีก 1 กิโลเมตรจากระดับน้ำทะเล บรรยากาศจะมีอุณหภูมิลดลงเหลือ 22 องศา เซลเซียส และลดเหลือ 16.5°C ที่ระดับสูง 2 กิโลเมตร 11. องศาที่ความสูง 3 กิโลเมตร 5.5 องศาที่ระดับสูง 4 กิโลเมตร จนกระทั่งเหลือ 0 องศา ที่ระดับสูง 5 กิโลเมตร สูงกว่านั้นไปอุณหภูมิจะเป็นลบ คือต่ำกว่าจุดเยือกแข็งพอถึง ความสูง 10 กิโลเมตร อุณหภูมิของบรรยากาศจะเท่ากับ - 27 องศา เซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าจุดเยือกแข็งมากมายนัก จากตัวเลขในตารางจะสังเกตเห็นว่าอุณหภูมิ จะลดลงอย่างสม่ำเสมอ คือ ลดลง 5.5 องศา เซลเซียส ทุก ๆ ความสูง 1 กิโลเมตร

ภาพ	คำบรรยาย (เสียง)
11. กราฟแสดงอุณหภูมิของ บรรยากาศที่ระดับต่าง ๆ	เนื่องจากอุณหภูมิของบรรยากาศลดลงอย่าง สม่ำเสมอ คือ ลดลง 5.5 องศาเซลเซียส ในทุก ๆ ความสูงที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลเมตร ดังนั้น เมื่อเขียนเป็นกราฟเส้นแสดงอุณหภูมิจึง เป็น เส้นตรง ดังปรากฏในภาพ จะเห็นว่ากราฟแสดงอุณหภูมิในระดับความสูง ต่าง ๆ นี้ต่างไปจากกราฟที่แสดง ความดันบรรยากาศ และความหนาแน่นของอากาศซึ่งจะลดลงไม่ สม่ำเสมอ ณ ความสูง 5 กิโลเมตร บรรยากาศมี อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส แต่เครื่องบินโดยสาร ขนาดใหญ่บินอยู่ในระดับสูง 9.5 กิโลเมตร นักเรียนลองคิดว่าบรรยากาศภายนอกเครื่องบิน จะหนาวเย็นเพียงใด น่าเชื่อว่าเย็นยังมีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส แต่ระดับสูง 9.5 กิโลเมตรนี้ บรรยากาศจะมีอุณหภูมิลดลงประมาณ -24 องศา เซลเซียส คือต่ำกว่าจุดเยือกแข็งถึง - 24 องศา เซลเซียส ในเครื่องบินจึงต้องมีเครื่องปรับอุณหภูมิ ให้เย็นพอสมควร ๆ นอกเหนือจากเครื่องปรับ ความดันอากาศอีกต่างหากด้วย

ภาพ	คำบรรยาย (เสียง)
12. ภาพเปรียบเทียบระหว่างความสูงกับอุณหภูมิ	จึงมีข้อจำกัดว่า อุณหภูมิลดลง เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ของ ระดับความสูงกับอุณหภูมิในลักษณะนี้ จึง เป็นแบบสวนทางกัน คือ อุณหภูมิแปรผกผันกับความสูง อีกอย่างหนึ่งคือในระดับความสูงมาก ๆ อุณหภูมิยิ่งหนาว เย็นทั้ง ๆ ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์กว่าพื้นโลก ปัญหาที่นักเรียนคงตอบได้แล้วใช่ไหมครับ
13. ภาพแสดงบรรยากาศชั้นต่าง ๆ ของโลก	นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งบรรยากาศเป็น 5 ชั้น คือ บรรยากาศจากพื้นดินจนถึงระดับสูง 10 กิโลเมตร เรียกว่า ชั้นโทรโปสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีเมฆ หมอก ฝน และพายุ จึงเป็นชั้นที่สำคัญและสัมพันธ์กับชีวิตมนุษย์มากที่สุด ต่อจากชั้นโทรโปสเฟียร์สูงขึ้นไปอีก 25 กิโลเมตร ช่วงนี้เป็นชั้นสตราโตสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้ไม่มีเมฆและพายุ และมีอุณหภูมิคงที่ เครื่องบินโดยสารจะบินอยู่ในระดับชั้นบรรยากาศนี้ ถัดจากชั้นสตราโตสเฟียร์ขึ้นไปอีก 45 กิโลเมตร เป็นชั้นเมโสสเฟียร์ ชั้นนี้อากาศจางมาก

ภาพ	คำบรรยาย (เสียง)
	ถัดจากชั้นเมโสเฟียร์ขึ้นไปอีก 520 กิโลเมตร เรียกว่าชั้นไฮโอโนสเฟียร์ ชั้นนี้อากาศยิ่งจางลง โมเลกุลของก๊าซต่าง ๆ กลายเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่าไอออน หรือไอออน ซึ่งเป็นที่มาของชื่อ ไฮโอโนสเฟียร์ และชั้นนอกสุดของบรรยากาศห่อหุ้มโลก อยู่ถัดจากชั้นไฮโอโนสเฟียร์ขึ้นไปอีก เรียกว่าชั้นเอกโซสเฟียร์ ซึ่งมีอากาศเบาบางที่สุด
13. ทดสอบหลัง เรียนกันเถอะ	เรียนมามากพอที่จะตอบคำถามต่าง ๆ ใกล้เคียง ๆ แล้ว ลองกลับไปทดสอบหลังเรียน ด้วยข้อทดสอบชุดเดิมในตอนที่ 1 คราวนี้คงหวานหูไซ้ไหม ขอให้โชคดีนะครับ

ความหนาแน่นและความดันบรรยากาศ “ทดสอบก่อนเรียน”	คาบที่ 9	
	ตอนที่ 1	5 นาที

จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายถึงผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบรรยากาศที่มีต่อความดันอากาศ

- วิธีเรียน
1. ทดสอบก่อนเรียน
 2. อ่านบทการต้น
 3. ทดลองความดันอากาศ และอภิปรายหลังการทดลอง
 4. อ่านบัตรสรุปเนื้อหา
 5. ทดสอบหลังเรียน

ทดสอบก่อนเรียน ให้กา ✓ กับอักษรหน้าข้อคำตอบที่ถูกต้อง

1. เมื่อเราทำให้อากาศร้อนขึ้นปริมาตรของอากาศจะเป็นอย่างไร
 - ก. ปริมาตรลดลง
 - ข. ปริมาตรเพิ่มขึ้น
 - ค. ปริมาตรคงที่
2. เมื่อเราลดอุณหภูมิของอากาศลง ปริมาตรของอากาศจะเป็นอย่างไร
 - ก. ปริมาตรลดลง
 - ข. ปริมาตรเพิ่มขึ้น
 - ค. ปริมาตรเท่าเดิม
3. คำกล่าวใดถูกต้อง
 - ก. อากาศร้อนมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศเย็น
 - ข. อากาศร้อนมีมวลมากกว่าอากาศเย็น
 - ค. อากาศเย็นมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศร้อน

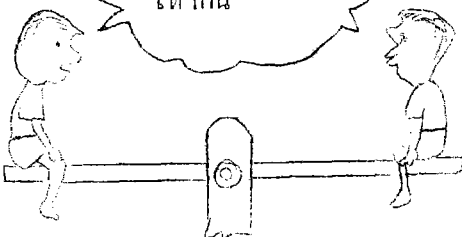
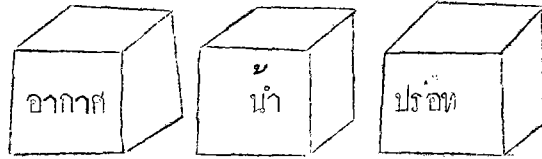
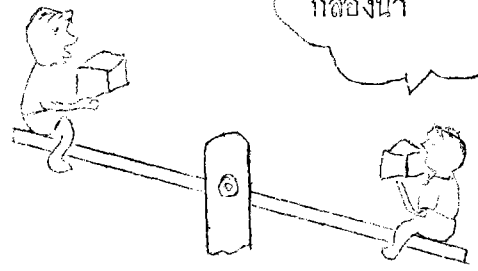
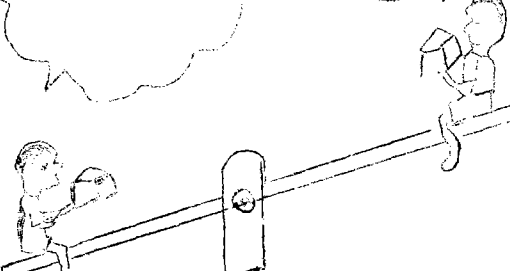
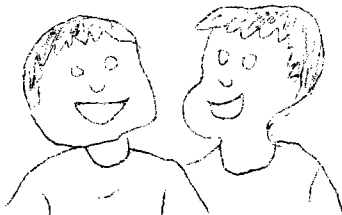
4. ลูกบอลสูงไฟ ลอยอยู่ในอากาศได้ โดยอาศัยหลักการในข้อใด
- เพิ่มความหนาแน่นของอากาศ
 - ลดความหนาแน่นของอากาศ
 - เพิ่มแรงดันของอากาศ
5. สารสองอย่างมีปริมาตรเท่ากัน แต่ความหนาแน่นไม่เท่ากัน จะมีมวลเป็นอย่างไร
- สารที่มีความหนาแน่นมากจะมีมวลมากกว่า
 - สารที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะมีมวลน้อยกว่า
 - เมื่อมีปริมาตรเท่ากันจะมีมวลเท่ากัน



ตอบถูกหรือผิดไม่เป็นไร อ่านต่อไป
จะรู้คำตอบ

บทการ์ตูนขอให้คิดก่อนการทดลอง	คาบที่ 9	
	ตอนที่ 2	5 นาที

อ่านเรื่อง ของป๋องและจุกแล้วอภิปรายประเด็นที่กำหนดให้

 เราทั้งสองหนักเท่ากัน	 เรามีปริมาตรเท่ากัน
 ฉันถอยลงอากาศ ฉันถอยลงน้ำ	 คราวนี้ฉันถอยลงปรอท ฉันยังถอยลงน้อยอยู่
เพื่อนนักเรียนครับ ทำไมสารที่มีปริมาตรเท่ากัน จึงมีน้ำหนักไม่เท่ากันช่วยป๋องกับจุกคิดหน่อยครับ 	การทดลองต่อไปนี้จะให้แกคิดแก่นักเรียนได้

บัตรงานทดลองที่ 7 เรื่องปริมาตรและอุณหภูมิของอากาศ	คาบที่ 9	
	ตอนที่ 3	20 นาที

เตรียมก่อนทดลอง กลุ่มส่งตัวแทน 1 คนไปรับอุปกรณ์และสารเคมี แล้วช่วยกันตรวจสอบ
 ภาชนะ ครบตามนี้หรือไม่

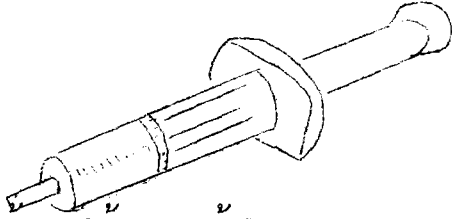
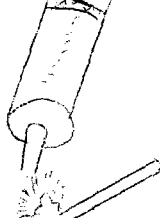
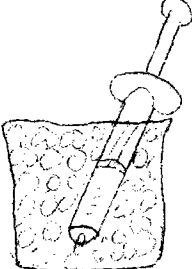
หลอดฉีดยา 1 หลอด

น้ำแข็ง 1 ถัง

ไม้ขีด 1 กลั๊ก

ถ้วยพลาสติก 2 ใบ

วิธีทดลอง ให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการทดลอง โดยให้ปฏิบัติตามขั้นตอน
 ดังภาพ

1  ดึงก้านสูบให้อากาศเข้าในหลอด 6 ลูกบาศก์เซนติเมตรพอดี	2  ดนไฟเปิดปลายหลอดให้สนิท โดยดมนแล้วกด กับพื้นโต๊ะ บันทึกปริมาตรของอากาศก่อน การทดลอง
3  เอาถ้วยใส่น้ำแข็งแล้วจุ่มหลอดลงแช่ น้ำร้อนนาน 3 นาที คอยสังเกตการ เปลี่ยนแปลงแล้วบันทึกผล	4  เอาถ้วยใบที่ 2 ใส่เกล็ดน้ำแข็งลง $\frac{3}{4}$ ของถ้วย แล้วเติมน้ำเย็น 50 cm^3 แล้ว นำหลอดมาแช่ในน้ำ 3 นาที สังเกตและจก บันทึก

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 7

ให้สังเกตปริมาตรของอากาศในหลอด ก่อนการทดลอง ขณะน้ำร้อน และขณะน้ำแข็ง แล้วบันทึกผลในตารางของปริมาตรอากาศ

ชั้นที่ตั้ง เกต	ปริมาตรอากาศในหลอด (cm ³)
ก่อนการทดลอง	
น้ำร้อน 3 นาที	
น้ำแข็ง 3 นาที	

อภิปรายหลังการทดลอง จากบันทึกผลในตารางให้แต่ละกลุ่มอภิปรายตามประเด็นต่อไปนี พยายามให้ทุกคนมีโอกาสแสดงความเห็น

1. เมื่ออากาศในหลอดมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป ปริมาตรของมันเปลี่ยนไปด้วยหรือไม่

2. เมื่ออากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรจะเปลี่ยนไปอย่างไร

3. เมื่ออากาศมีอุณหภูมิลดลง ปริมาตรจะเปลี่ยนไปอย่างไร

4. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับปริมาตรได้ว่าอย่างไร

5. อากาศเย็นกับอากาศร้อน อันไหนมีความหนาแน่นมากกว่ากัน

.....

6. อากาศเย็นกับอากาศร้อน อันไหนมีความดันมากกว่ากัน

.....

ไปตรวจอ่านบทสรุปเนื้อหา

บัตรสรุปเนื้อหาการทดลองที่ 7	ตอนที่ 9	
	ตอนที่ 4	15 นาที

จงอ่านอย่างตั้งใจ

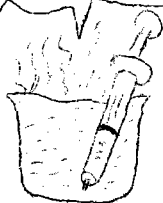
จากผลการทดลองที่ 7 นักเรียนคงเห็นได้อย่างชัดเจนว่า เมื่ออากาศเปลี่ยน อุณหภูมิ ปริมาตรของมันจะเปลี่ยนไปด้วย กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นปริมาตรก็จะเพิ่มขึ้น ถ้าอุณหภูมิลดลงปริมาตรก็จะลดลงด้วย ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับปริมาตรของอากาศจึง เป็นแบบแปรผันโดยตรงต่อกัน คืออุณหภูมิแปรผันโดยตรงกับปริมาตร

อาศัยหลักการที่เคยเรียนมาแล้ว มาพิจารณาร่วมกับผลการทดลองที่ 7 นี้ทำให้รู้ว่า เมื่ออากาศร้อนหรือมีอุณหภูมิสูงขึ้นนั้น อากาศจะขยายตัวทำให้ปริมาตรมากขึ้นทั้ง ๆ ที่มีมวลอยู่เท่าเดิม จึงทำให้ความหนาแน่นลดลง คือโมเลกุลของมันอยู่ห่างกันมากขึ้น เมื่อความหนาแน่นลดลง ความดันก็ลดลงด้วย

ในทำนองเดียวกัน เมื่ออากาศเย็นหรือมีอุณหภูมิลดลง อากาศจะหดตัวทำให้ปริมาตรเล็กลง ทั้ง ๆ ที่มีมวลเท่าเดิม โมเลกุลของมันจึงเบียดกันแน่นขึ้น คือมีความหนาแน่นมากขึ้น เมื่อความหนาแน่นมากขึ้นความดันก็เพิ่มขึ้นด้วย

ผลการทดลองของนักเรียนจึงพบว่า ก่อนการทดลองอากาศในหลอดมีปริมาตร 6 cm^3 พอเข้าน้ำร้อนปริมาตรจะเพิ่มเป็นประมาณ 7 cm^3 เศษ ๆ แต่พอเข้าน้ำแข็ง ปริมาตรจะลดลงเหลือประมาณ 5 cm^3 เศษเท่านี้เอง

อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาตร เพิ่มขึ้นด้วย
แต่ความหนาแน่นลดลง และความดันลดลง มวลมีคงเดิม



อุณหภูมิลดลง ปริมาตรก็ลดลงด้วย แต่
ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และความดันก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย มวลมีคงเดิม

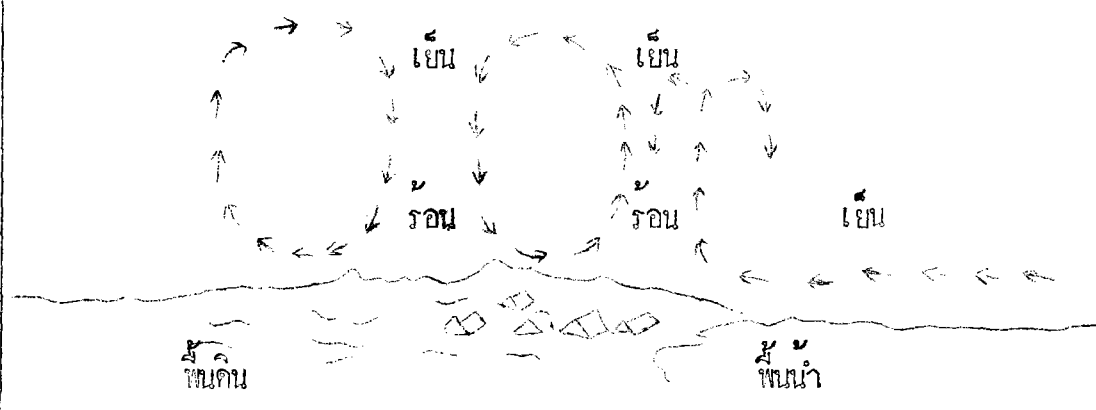


จากการทดลองที่ 7 นี้ ทำให้เรามองเห็นแนวทางของคำตอบที่ว่า สารที่มีปริมาตรเท่ากัน ทำไมจึงหนักไม่เท่ากัน เริ่มตรงอากาศร้อนกับอากาศเย็น ถ้าเราเอ้ออากาศร้อนมา 1 ปิบ และอากาศเย็นมา 1 ปิบ อากาศเย็นจะหนักกว่าเพราะมีความหนาแน่นมากกว่าคือมีมวลมากกว่า เพราะอากาศเย็นมีโมเลกุลของอากาศอยู่กันหนาแน่นกว่านั่นเอง ทำให้รู้ว่าการหนาแน่นนี้เองที่ทำให้สารหนักไม่เท่ากัน อากาศมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำอยู่มาก คือ .0013 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในขณะที่น้ำมีความหนาแน่น 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

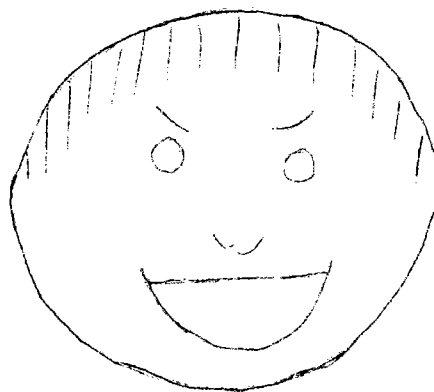
น้ำจึงเบากว่าปรอท เพราะปรอทมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำถึง 13 เท่า มีวิธีง่าย ๆ อีกแบบหนึ่ง คือ ให้นำนักเรียนลองสังเกตุไม้ผุ ๆ กับไม้แข็ง ๆ ไม้ผุ ๆ ย่อมเบากว่าไม้แข็ง ๆ ก็เพราะไม้แข็งมีเนื้อแน่นกว่านั่นเอง

ถ้าเราควบคุมความหนาแน่นของอากาศได้ เราก็ประดิษฐ์เครื่อง เล่นเครื่อง ใจได้หลายอย่าง เช่น ลูกบอลลูนไฟ เราก็ใช้หลักการทำให้อากาศในบอลลูนร้อน ทำให้มันขยายตัว มีความหนาแน่นน้อยลงและมีน้ำหนักเบากว่าอากาศรอบ ๆ ทำให้ลูกบอลลูนลอยไปในอากาศได้ คือลอยขึ้นไปจนถึงระดับชั้นของบรรยากาศที่มีความหนาแน่นเท่ากับภายในบอลลูนแล้วจะไม่สูงขึ้นต่อไปอีก

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบรรยากาศนี้มีอิทธิพลต่อมนุษย์มาก เพราะทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น เกิดลม พายุ เกิดฝนตก อากาศที่อยู่ใกล้ผิวโลกจะร้อนกว่าในที่สูง มันจึงขยายตัวมีปริมาตรเพิ่มขึ้น แต่มีความหนาแน่นลดลง ทำให้เบาและลอยขึ้นเบื้องบน อากาศเบื้องบนที่เบากว่านี้จะลงมาแทนที่ ไหลเวียนเป็นวัฏจักรคงภาพ



อ่านถึงตรงนี้นักเรียนมีความรู้มากพอที่จะทดสอบหลังเรียนได้แล้ว ให้นักเรียนทดสอบหลังเรียน โดยใช้ข้อทดสอบที่ใช้สอบก่อนเรียน เสร็จแล้วตรวจกับเพื่อนข้างเคียง ถ้าทำได้ถูกทุกข้อถือว่าเก่งมาก ถ้าตอบผิดข้อใดขอให้ซักถามเพื่อน ๆ ว่าที่ถูกคืออะไร



ผลที่เกิดจากอุณหภูมิของบรรยากาศแต่ละแห่งไม่เท่ากัน "ทดสอบก่อนเรียน"	คาบที่ 10	
	ตอนที่ 1	5 นาที

จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายการเกิดลมได้

วิธีเรียน

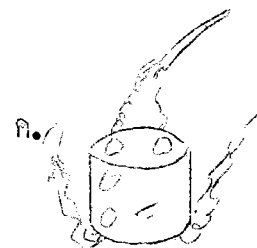
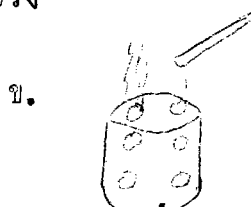
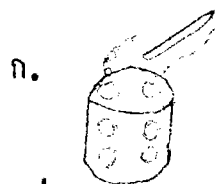
1. ทดสอบก่อนเรียน
2. อ่านบทการ์ตูน
3. ทดลองตามบัตรงานและอภิปรายผลการทดลอง
4. พัง เทปสรุปบทเรียน
5. ทดสอบหลังเรียน

ทดสอบก่อนเรียน ให้กา ✓ ทับอักษรหน้าข้อคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดเกิดขึ้นในเวลากลางวัน

- ก. ลมบก
- ข. ลมทะเล
- ค. ลมวา

2. ภาพใดตรงกับความเป็นจริง



3. เมื่อเกิดลม ทิศทางของลมควรเป็นอย่างไร

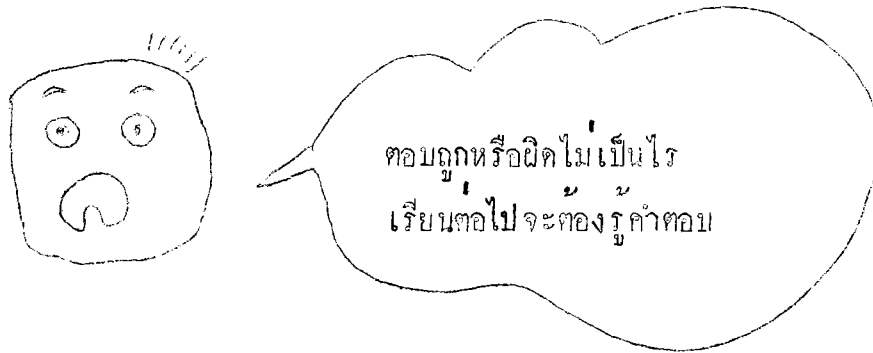
- ก. H $\longrightarrow$ L
- ข. H $\longleftarrow$ L
- ค. H $\longleftrightarrow$ L

4. พายุในข้อใดมีความเร็วมากที่สุด

ก. คีเปอร์สไน์

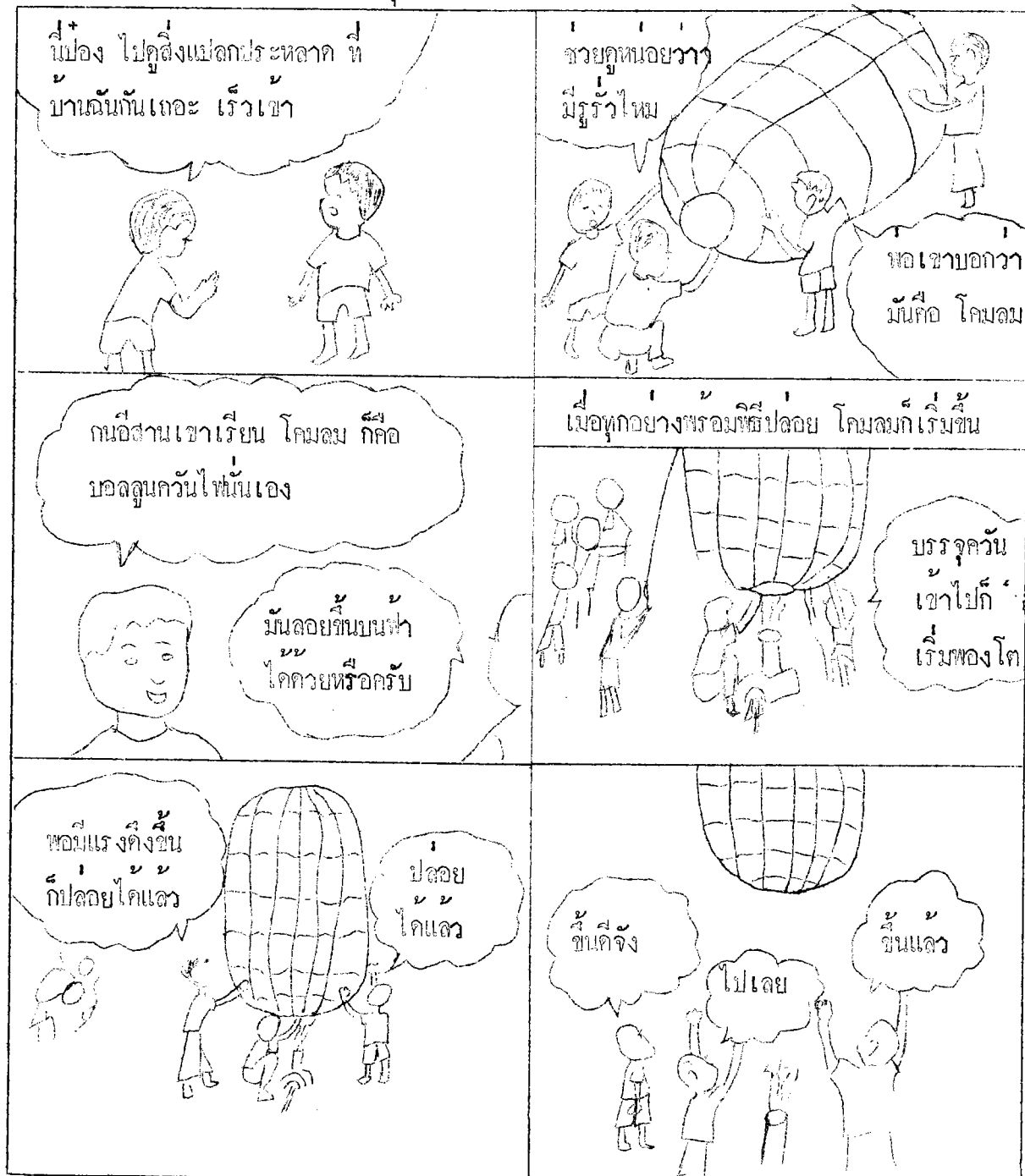
ข. ไชนัน

ค. ไต้ฝุ่น



บทการ์ตูนก่อนการทดลอง	คาบที่ 10	
	ตอนที่ 2	5 นาที

อ่านเรื่องของป๋องกับจุกตอน "มันลอยได้"



บอดดูนควีนไฟแบบนี้คนไทยทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือรู้จักดี ทำขึ้นปอวยเพื่อความ
 สนุกสนานในงานเทศกาลต่าง ๆ ของทุกหมู่บ้าน เด็ก ๆ อีสานชอบการปอวยนี้มาก
 โคมลมนี่จะลอยขึ้นสู่ท้องฟ้าจนมองเห็นเล็กเท่าลูกฟัก แล้วลอยตามกระแสลมไปได้
 ไกล ๆ แสดงว่าคนโบราณรู้หลักวิทยาศาสตร์มานานแล้ว นักเรียนบอกได้ไหมว่า
 บอดดูนควีนไฟนี้ลอยขึ้นได้อย่างไร

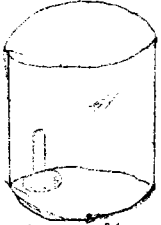
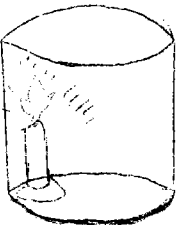
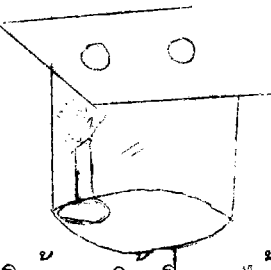
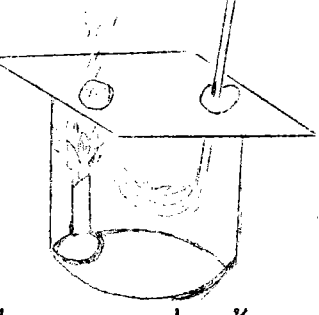
บัตรงานการทดลองที่ 8 เรื่องลมเกิดขึ้นได้อย่างไร	คาบที่ 10	
	ตอนที่ 3	20 นาที

การทดลองที่ 8 ลมเกิดขึ้นได้อย่างไร

เตรียมก่อนการทดลอง ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนไปรับอุปกรณ์ ดังนี้

ทดลองพลาสติกกลวง	1 กลอง	ขลุ่ย	1 ดอก
กระดาษแข็งสี่เหลี่ยม	1 แผ่น	ดินน้ำมัน	1 ก้อน
เทียนไข	1 เล่ม	ไม้ขีด	1 กลัด

วิธีทดลอง พยายามให้สมาชิกในกลุ่มได้มีส่วนร่วม โดยทำการทดลองตามขั้นตอนในภาพ

1  ใช้ดินน้ำมันยึดเทียนในถังบนพื้นโต๊ะ แล้วครอบขวดพลาสติก ให้เห็นอยู่ริมกลอง	2  จุดเทียนไขให้ติดไฟ
 วางกระดาษแข็งปิดด้านบนใหญ่ที่เจาะไว้ 1 รู อยู่เหนือเปลวเทียนไขพอดี	 จุดขลุ่ยให้ติดไฟ แยกขลุ่ยลงในอีกรูหนึ่ง แล้วสังเกตควันขลุ่ยบนพื้นกลอง

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 8

ขั้นที่ทดลอง	ผลการทดลอง
เมื่อหย่อนกำมะถันลงในกลอง	☐ ควันลอยขึ้นในรูที่หย่อนรูป ☐ ควันลอยขึ้นทางรูเหนือ เปลวเทียน ☐ ควันลอยอยู่ในกลอง ไม่ออกจากกลอง

จากผลการทดลองนี้ให้กลุ่มอภิปรายปัญหาตามที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ทำไมควันจึงลอยได้

.....

2. ทำไมควันจึงลอยไปออกที่รูเหนือ เปลวเทียน

.....

.....

.....

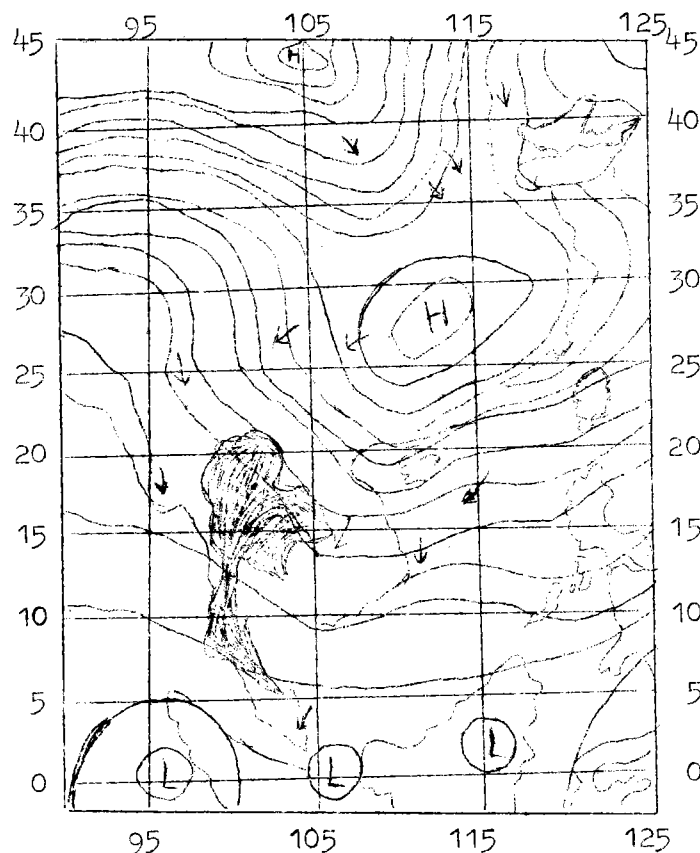
.....

.....

.....

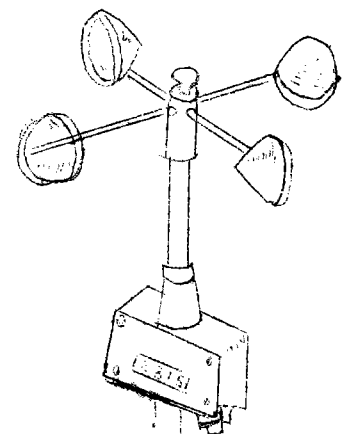
อภิปรายเสร็จจนได้ข้อสรุปแล้ว โปรดรอฟัง เทปสรุปเนื้อหา

ทั้ง เทปประกอบแผนภาพ	คาบที่ 10	
	ตอนที่ 4	20 นาที



แผนที่อากาศแสดงทิศทางของกระแสลมและหย่อมความกดอากาศ

- - ทิศทางลม
 H - บริเวณความกดอากาศสูง
 L - บริเวณความกดอากาศต่ำ
 ~ - เส้นแสดงความกดอากาศ



อนิโมมิเตอร์

- พายุไซโคลน
- ความเร็วต่ำกว่า 61 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พายุดีเปรสชั่น
 - ความเร็วระหว่าง 61 - 114 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เรียก พายุโซนร้อน
 - ความเร็วเกินกว่า 119 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เรียก พายุไต้ฝุ่น

บทเพลงที่ 10

จากผลการทดลอง นักเรียนพบว่าควันทันจะลอยไปหา เพลว เทียนและ
 ออกทางปล่อง เหนือ เพลว เทียน ที่เป็น เช่นนี้ก็ เพราะว่าบริเวณอากาศใกล้ ๆ เพลว เทียน
 จะร้อน อากาศจึงขยายตัวและเบา เพราะความหนาแน่นน้อยจนลอยสูงขึ้นทางปล่อง
 เหนือ เพลว เทียน ทำให้อากาศเย็นนอกปล่องไหล เข้าไปแทนที่โดย เข้าทางปล่อง
 หยวนรูป การเคลื่อนที่ของอากาศเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิเช่นนี้ ทำให้เกิด
 ลม โดยพื้นผิวโลกรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ไม่เท่ากัน บริเวณที่ร้อนมากกว่า
 ก็จะทำให้อากาศขยายตัวลอยขึ้นเบื้องสูง อากาศที่อยู่เหนือบริเวณที่เย็นกว่าก็จะพัด
 เข้ามาแทนที่จึง เกิดลม ทั้ง เช่นลมบกลมทะเล ตอนกลางวันพื้นดินร้อนกว่าพื้นน้ำ อากาศ
 บนพื้นดินจึงขยายตัวลอยสูงขึ้น อากาศจากทะเลจึงพัดเข้ามาแทนที่ เกิดเป็นลมทะเล
 คือพัดจากทะเลในเวลากลางคืนจะเกิดลมพัดตรงกันข้าม คือเกิดจากบนบกลงสู่ทะเล
 เรียกว่า ลมบก ถ้าอุณหภูมิของอากาศยิ่งแตกต่างกันมากยิ่ง เกิดลมแรงมากขึ้นด้วย
 ทั้งนี้เพราะว่าการที่อุณหภูมิของอากาศแตกต่างกัน ความดันของมันก็แตกต่างกันด้วย
 คือบริเวณที่ร้อนจะมีความดันต่ำ เนื่องจากการขยายตัวของอากาศบริเวณที่เย็นจะมี
 ความดันสูงกว่า เมื่อความดันในทั้งสองแห่งแตกต่างกันก็จะเกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ
 จากที่มีความดันสูง ไปยังที่มีความดันต่ำ แหล่งที่มีความดันอากาศสูง เรียกว่ามีหย่อม
 ความกดอากาศสูงใช้อักษร H แทน ส่วนแหล่งที่มีความดันอากาศต่ำเรียกว่า หย่อม
 ความกดอากาศต่ำใช้อักษร L แทน

จากแผนที่แสดงทิศทางลมดั่งภาพ นักเรียนจะเห็นว่าบริเวณประเทศจีนมี
 หย่อมความกดอากาศสูงที่มีความดันสูง ส่วนบริเวณใต้ประเทศไทยลงมาเป็นบริเวณ
 ที่มีหย่อมความกดอากาศต่ำคือมีความดันต่ำ เพราะอากาศมีอุณหภูมิร้อนมากกว่า ดังนั้น
 ทิศทางลมจึงพัดจากประเทศจีนลงมสู่ประเทศไทยและทางใต้ของประเทศไทย ลมนี้
 จึงนำความหนาวเย็นมาด้วย ทำให้ประเทศไทยมีอากาศหนาวมากในฤดูหนาว ทั้งนี้
 เพราะลมพัดจากที่หนาวไปสู่ที่ร้อนเสมอ ที่หนาวย่อมมีความกดอากาศสูงกว่าที่ร้อนนั่นเอง
 ลมจึงพัดจาก H ไป L ดังในแผนที่

ถ้าความกดอากาศในที่สองแห่งแตกต่างกันมาก จะเกิดการเคลื่อนที่ของอากาศอย่างรุนแรง คือเกิดพายุ พายุนี้เรียกชื่อทั่ว ๆ ไปว่า พายุไซโคลน เพราะเป็นพายุหมุนเป็นเกลียวรอบ ๆ บริเวณศูนย์กลางของพายุ พายุไซโคลนนี้มีชื่อเรียกย่อย ๆ อีกตามความเร็วของลม คือถ้าลมใกล้ศูนย์กลางของพายุพัดไม่เกิน 61 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีชื่อเรียกว่า พายุดีเปรสชั่น ถ้าความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 61 ถึง 119 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ก็มีชื่อเรียกว่า พายุโซนร้อน แต่ถ้าเร็วมากกว่า 119 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป ก็มีชื่อเรียกว่า พายุไต้ฝุ่น พายุไต้ฝุ่นนี้ไม่เกิดบ่อยนัก แต่ถ้าเกิดเมื่อใดจะนำความเสียหายมาสู่บริเวณที่มันพัดผ่านอย่างมหาศาล บ้านเรือนและสิ่งก่อสร้างจะพังพินาศ พืชต่าง ๆ จะโค่นล้มระเนระนาด

ความเร็วของลมหรือพายุนี้ เรามีเครื่องมือสำหรับวัด เรียกว่า อนิโมมิเตอร์ ประกอบด้วย ถ้วยโลหะ 4 ใบ หันตามกันตั้งอยู่บนก้านซึ่งต่อกับแกนหมุน เมื่อลมพัดถ้วยนี้จะรับแรงลมทำให้แกนหมุน ขดที่แกนหมุนตัว เลขบนหน้าปัดของ เครื่องวัดก็จะบอกตัวเลข ซึ่งสามารถคำนวณหาความเร็วลมได้ นักเรียนมีความรู้มากพอที่จะตอบคำถามได้มากมายแล้ว ลองทดสอบหลังเรียนด้วยข้อทดสอบชุดเดิมที่เคยสอบในตอนที 1 อีกครั้ง คราวนี้คงไม่พลาดนะครับ ขอให้โชคดี สวัสดีครับ

การวัดความดันบรรยากาศ "ทดสอบก่อนเรียน"	ตอนที่ 11	
	ตอนที่ 1	5 นาที

- จุดประสงค์
1. เพื่อให้นักเรียนอธิบายหลักการของ เครื่องมือวัดความดันบรรยากาศได้
 2. เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างบาร์โรมิเตอร์อย่างง่ายได้

- วิธีเรียน
1. ทดสอบก่อนเรียน
 2. ชมวิดีโอชุดนักเรียน
 3. อ่านบัตรเนื้อหา
 4. ทดลองทำบาร์โรมิเตอร์
 5. ทดสอบหลังเรียน

- ทดสอบก่อนเรียน ให้ทำ ✓ ท้ายอักษรหน้าข้อคำถามที่ถูกต้องที่สุด
1. นักเรียนทราบแล้วว่าบรรยากาศสามารถดันปรอทให้สูงอยู่ในหลอดแก้วได้ 76 เซนติเมตร ถ้าวันหนึ่งพบว่าระดับปรอทต่ำกว่า 76 เซนติเมตร จะเกิดปรากฏการณ์ดังข้อใด
 - ก. จะมีลมพายุ
 - ข. ท้องฟ้าโปร่ง
 - ค. ฝนตก
 2. ถ้านำบาร์โรมิเตอร์ไปไว้ในที่สูงมาก ๆ ระดับปรอทจะเป็นอย่างไร
 - ก. สูงกว่า 76 เซนติเมตร
 - ข. อยู่ที่ระดับ 76 เซนติเมตร
 - ค. ต่ำกว่า 76 เซนติเมตร

3. ถ้านำบาร์โรมิเตอร์ไปวางในที่แห่งหนึ่ง อ่านระดับปรอทได้ 700 มิลลิเมตร
สถานที่แห่งนั้นสูงจากระดับน้ำทะเลกี่เมตร
- ก. 66 เมตร
ข. 660 เมตร
ค. 1,600 เมตร
4. นักกระโดดร่มถึงพสุธา มักจะมีเครื่องมืออะไรติดตัวไว้
- ก. บาร์โรมิเตอร์
ข. ปรอท
ค. อัลดิมิเตอร์



ตอบถูกหรือผิดไม่เกี่ยวไร เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว
นักเรียนจะรู้คำตอบที่ถูกต้อง

ชมเทปวีดีโอชุดนักบิน เพื่ออภิปรายก่อนการทดลอง	คาบที่ 11	
	ตอนที่ 2	10 นาที

โปรดตั้งใจชมวีดีโอชุดนักบิน จบแล้วอภิปรายตาม
ประเด็นที่กำหนดให้

หัวข้ออภิปราย

นักบินทราบความสูงของ เครื่องบินได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายจนได้ข้อสรุปของกลุ่มแล้ว ให้ทุกคน
อ่านบัตร เนื้อหาต่อไป



อ่านบัตรเนื้อหา	ภาพที่ 11	
	ตอนที่ 3	10 นาที

จงอ่านข้อความในกรอบนี้อย่างตั้งใจ

นักเรียนทราบแล้วว่า อากาศมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอยู่เสมอ ซึ่งจะ
ทำให้ความดันของอากาศเปลี่ยนไปด้วย และความดันนี้จะมีมากบริเวณใกล้ผิวโลก
ซึ่งสามารถค้นพบว่าสูงได้ 760 มิลลิเมตรที่ระดับน้ำทะเล ในระดับสูงขึ้นไป
ความดันอากาศจะลดลงเรื่อย ๆ โดยปรอทจะลดลง 1 มิลลิเมตรทุก ๆ ความสูง
ที่เพิ่มขึ้น 11 เมตรจากระดับน้ำทะเล นั่นคือที่ระดับความสูง 11 เมตร ปรอทจะอยู่
ที่ระดับ 759 มิลลิเมตร ความสูง 22 เมตร ปรอทจะอยู่ที่ระดับ 758 มิลลิเมตร
ที่สูง 33 เมตร ปรอทจะอยู่ที่ 757 มิลลิเมตร ที่สูง 44 เมตร ปรอทจะอยู่ที่ 756
มิลลิเมตร ดังปรากฏในตาราง

ความสูงจากน้ำทะเล	ระดับปรอท
0	760
11	759
22	758
33	757
44	756
55	755
66	754
77	753

เมื่อระดับปรอทลดลง 1 มิลลิเมตร

ทุก ๆ ความสูงที่เพิ่มขึ้น 11 เมตร จากระดับ
น้ำทะเลเช่นนี้ เราจึงสามารถคำนวณหา
ความสูงในที่ต่าง ๆ ได้

ตัวอย่าง บนยอดตึกอ่านระดับปรอท

ได้ 750 มิลลิเมตร ยอดตึกนี้สูงเท่าไร

วิธีคำนวณ

1. หากระดับปรอทขาดลดลงจาก

760 มิลลิเมตร อยู่เท่าใด

$$= 760 - 750 = \text{ลดลง } 10 \text{ มิลลิเมตร}$$

ความสูงจากน้ำทะเล	ระดับปรอท
88	752
99	751
110	750
121	749
132	748

2. หากระดับความสูงของตึก
 ปรอทลดลง 1 มิลลิเมตร เมื่อสูง
 11 เมตร ถ้าปรอทลดลง 10 มิลลิเมตร
 เมื่อสูง $= 11 \times 10 = 110$ เมตร
 แสดงว่ายอดตึกสูง 110 เมตร

ลองคำนวณหาความสูงของบอลูนซึ่งพบว่าปรอทอยู่ที่ระดับ 650 มิลลิเมตร

วิธีทำ

- 1) หาว่าระดับปรอทลดลงจาก 760 มิลลิเมตรอยู่ที่เท่าใด
 $= 760 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$
- 2) คำนวณหาความสูงของบอลูน
 ปรอทลดลง 1 มิลลิเมตร เมื่อสูง.....เมตร
 ถ้าปรอทลดลง.....มิลลิเมตร จะสูง..... x
 $= \dots\dots\dots$ เมตร

ในทางตรงกันข้าม ถ้าเราทราบความสูงของสถานที่ เราก็สามารถคำนวณหาระดับของปรอทได้ ดังนั้นเราจึงวัดความสูงจากความดันของบรรยากาศนี้เอง เพราะยิ่งสูงจากพื้นดินมากความดันยิ่งน้อยลง ซึ่งทำให้ปรอทในหลอดแก้วลดลง 1 มิลลิเมตร ทุก ๆ ความสูงที่เพิ่มขึ้น 11 เมตรจากระดับน้ำทะเล

ในระดับพื้นดินความดันอากาศก็ไม่คงที่ ปกติจะมีความดัน 760 มิลลิเมตร แต่วันนี้อาจมากกว่านั้นแสดงว่าวันนั้นท้องฟ้าแจ่มใสอมสงกับความดันอากาศ จึงมีมาก มีบางวันที่ความดันต่ำกว่า 760 มิลลิเมตร แสดงว่าวันนั้นมีความกดอากาศต่ำกว่า ปกติจะต้องเกิดลมพายุพัดเข้ามาจากแหล่งที่มีความกดอากาศสูงกว่า

บาร์โรมิเตอร์ที่ทำจากปรอทนี้ใช้ไม่สะดวก เพราะต้องไขแหงแก้วบรรจุปรอท ยาว ๆ จึงมีคนเปลี่ยนไปใช้วิธีอื่น ๆ แทน เช่น บาร์โรมิเตอร์แบบ แอนิรอยด์ ซึ่ง ทำด้วยคลัตช์โลหะข้างในเป็นศูนย์อากาศ เมื่อความกดดันอากาศมากคลัตช์นี้จะม้วนเข้า เมื่อความกดดันอากาศน้อยคลัตช์จะพองออกทำให้เข็มที่ติดอยู่กับคลัตช์นี้เคลื่อนไหวตาม จึงอ่านค่าความดันอากาศได้จากเข็มที่หน้าปัดของ เครื่อง

แอนิรอยด์บาร์โรมิเตอร์นี้ มีผู้นำไปดัดแปลง เป็นเครื่องวัดความสูง เรียกว่า อัลติมิเตอร์สำหรับวัดความสูงในเครื่องบินหรือติดตัวนักกระโดดร่ม เพื่อบอกความสูง จากพื้นดินขณะที่กำลังลอยอยู่ในอากาศ

นักเรียนลองสร้างบาร์โรมิเตอร์อย่างง่ายแบบศูนย์อากาศดู

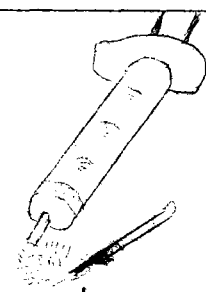
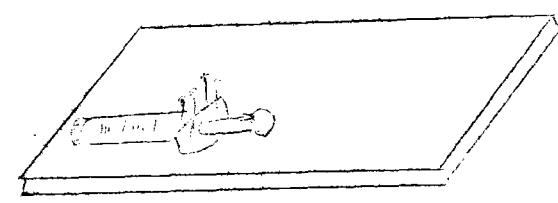
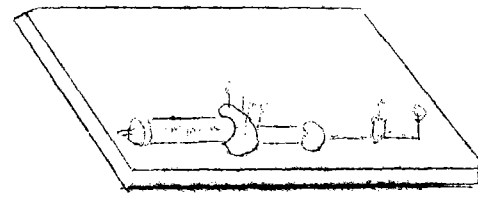
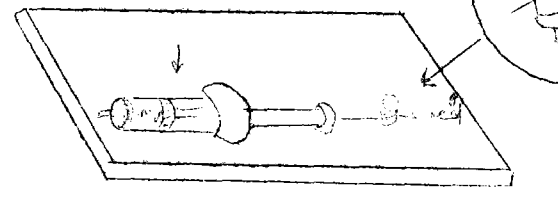
ป้ัรงานการทดลองที่ 9 การทำบาร์โรมิเตอร์อย่างง่าย	คาบที่ 11
ตอนที่ 4	15 นาที

การทดลองที่ 9 บาร์โรมิเตอร์อย่างง่าย

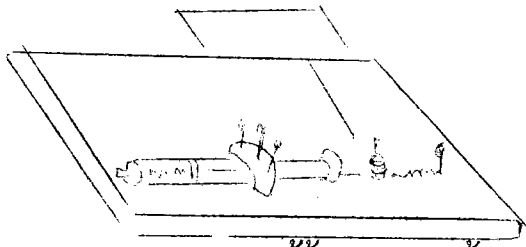
เตรียมก่อนทดลอง ให้ตัวแทนกลุ่มไปรับอุปกรณ์ ดังนี้

- | | | | |
|---------------------------------------|---------|--|--------|
| ☐ แผ่นไม้อัด | 1 แผ่น | ☐ กระดาษแข็ง | 1 แผ่น |
| ☐ หลอดฉีดยา | 1 หลอด | ☐ สปริงใส่ปากกา | 1 ชุด |
| ☐ ตะปู | 8 ดอก | ☐ ไม้ปากกายาว .5 ซม. | 1 ท่อน |
| ☐ ก้านไม้ขนาดเล็ก | 1 ท่อน | ☐ กาวแห้งเร็ว | 1 หลอด |
| ☐ ไม้ขีด | 1 กลั๊ก | | |

วิธีทดลอง ให้ปฏิบัติไปตามลำดับภาพ

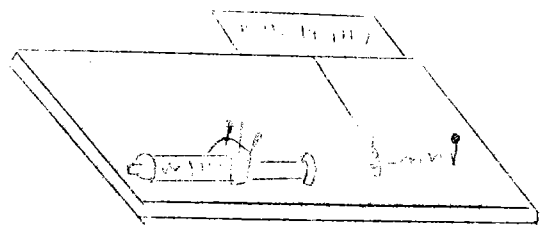
1  สนไม้ที่ปลายหลอด เพื่อปิดปลายหลอดให้สนิท (ภายในหลอดต้องไม่มีอากาศอยู่)	2  ตอกตะปูยึดหลอดฉีดยาด้งภาพ
3  ตอกตะปูอีก 2 ดอก ดอกที่ 1 มีไม้ปากกาสวมอยู่ควาย ให้ไม้ปากกาหมุนรอบโคนหลอด	4  ใช้เส้นด้ายผูกก้านหลอด ดึงออกมาที่ปริมาณ 3 ซม. แล้วพันรอบไม้ปากกา 1 รอบ จึงผูกติดสปริงที่ยึดติดตะปูตัวที่ 2 ไว้

5



ติดกระดางแข็งและติดไม้กานเล็ก ๆ เราจับ
ใส่ปากกา ให้เข็มชี้ไปที่กลางกระดาง ดังภาพ

6



ทดสอบกดที่กานลองดูว่าเข็มเคลื่อนไหวหรือไม่
ถ้าเคลื่อนไหวถือว่าใช้ได้ คราวนี้คอยใส่ปากกา
ชี้ขอบกระดางวัดความดันบนกระดางจนครบ 7 วัน
คอยสังเกตว่า วันแจ่มใส วันฝนตก เข็มจะชี้
ตรงไหน

อภิปรายหลังการทดลอง ให้กลุ่มอภิปรายหาคำตอบของปัญหาต่อไปนี้

1. เมื่อถักถอดแล้วปล่อยมือ เข็มจะเคลื่อนไหวต่างกับอย่างไร เพราะเหตุใด
2. ภายในหลอดแก้วมีอากาศหรือไม่ เรียกว่าอะไร
3. ถ้าความดันอากาศเพิ่มขึ้น ถักถอดจะเคลื่อนไปทางใด และเข็มจะเบนไปทางใด
4. จากตำแหน่งที่เข็มชี้ที่นักเรียนขีดไว้บนกระดาษนั้นนักเรียนจะอธิบายความดันอากาศได้อย่างไร

นักเรียนทราบว่าภายในหลอดไม่มีอากาศ ซึ่งเรียกว่าสุญญากาศ ถ้าเครื่องทำงานได้เมื่อความดันเพิ่มขึ้นความดันอากาศจะดันให้ถักถอดเข้าไปในหลอด ถักถอดจึงจึงย้ายตามไปด้วย ด้ายจะดึงสปริงให้ยืดและทำให้เข็มเบนไปจากที่เดิม วันใดที่ความดันบรรยากาศมีน้อยถักถอดจะถูกสปริงดึงให้ถอยออกจากถักถอด เข็มจึง เบนไปทางอีกด้านหนึ่ง เราสามารถพยากรณ์อากาศได้ ถ้าคอยดูว่าวันที่มีพายุ และฝนตก เข็มชี้ตรงจุดใด วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส เข็มชี้ที่จุดใดเราก็ทำเครื่องหมายไว้ วันที่เกิดพายุและฝนตกจะเป็นวันที่มีความกดอากาศต่ำจึง เกิดลมพายุพัดมาจากแหล่งอื่นที่มีความกดอากาศสูงกว่า ความดันอากาศนี้ทางอุตุนิยมวิทยาเรียกว่าความกดอากาศ ความดันสูงก็คือ ความกดอากาศสูงนั่นเอง บริเวณที่มีความกดอากาศสูง เรียกว่า หย่อมความกดอากาศสูง

มีความรู้มากพอแล้ว ลองทดสอบหลังเรียนดู เชื่อว่าคงทำได้ถูกต้องทุกข้อ

ความชื้นในบรรยากาศ "ทดสอบก่อนเรียน"	คาบที่ 12	
	ตอนที่ 1	5 นาที

จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายผลของการระเหยของน้ำ และองค์ประกอบที่ทำให้เกิดการระเหยได้

- วิธีเรียน
1. ทดสอบก่อนเรียน
 2. ทำการทดลองที่ 10 และอภิปรายหลังการทดลอง
 3. ฟังเพลงรูปเนื้อหา
 4. ทดสอบหลังเรียน

ทดสอบก่อนเรียน จงกา ☒ พิจารณาหน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุด

1. เพราะเหตุใดผ้าเปียกจึงเย็นกว่าผ้าแห้ง
 - ก. เพราะผ้าเปียกมีน้ำอยู่
 - ข. เพราะผ้าเปียกคายความร้อน
 - ค. เพราะมีการระเหยของน้ำ
2. กระบวนการระเหยของน้ำเกี่ยวข้องกับข้อใด
 - ก. การดูดความร้อน
 - ข. การรับความร้อน
 - ค. การคายความร้อน
3. ในบรรยากาศมีไอน้ำอยู่มาก จะเกิดปรากฏการณ์อย่างไร
 - ก. เมื่อฝนตกจะมีลูกเห็บ
 - ข. ตากผ้าแห้งช้า
 - ค. ห้องฟ้ามีครีมีพายุ

รอไว้ให้เรียนจบเรื่องนี้แล้ว จึงกลับมาตรวจคำตอบอีกที

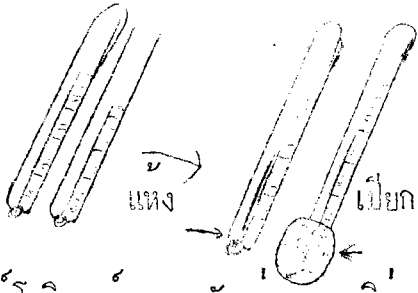
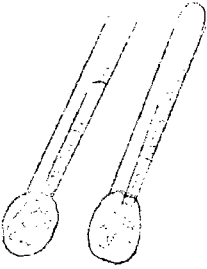
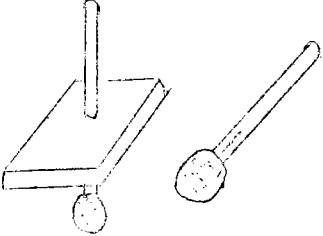
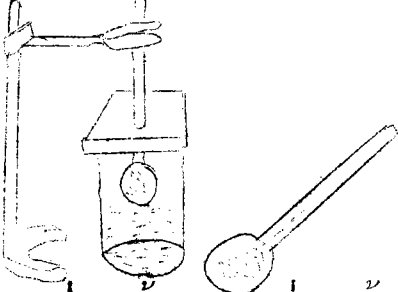
บัตรงานการทดลองที่ 10 การระเหย	คาบที่ 12	
	ตอนที่ 2	25 นาที

การทดลองที่ 10 การระเหย

เตรียมก่อนการทดลอง ให้กลุ่มส่งตัวแทนออกไปรับอุปกรณ์ดังนี้

- ☐ เทอร์โมมิเตอร์ 1 อัน ☐ สำลี 1 ก้อน
☐ ดินน้ำมัน 1 ก้อน ☐ แก้วน้ำพลาสติก 1 ใบ

วิธีทดลอง ให้ 2 กลุ่มทำการทดลองร่วมกัน ดังนี้

1  นำเทอร์โมมิเตอร์มา 2 อัน อ่านอุณหภูมิก่อนทดลอง อันหนึ่งใช้สำลีเปียกน้ำห่อกระเปาะไว้ รอจนครบ 10 นาที อ่านอุณหภูมิใหม่	2  ใช้สำลีเปียกห่อกระเปาะทั้ง 2 อัน แล้วอ่านอุณหภูมิของทั้ง 2 อัน
3  อันหนึ่งแห้งห่อแผ่นดินน้ำมัน อีกอันหนึ่งวางไว้เฉย ๆ	4  นำอันที่เสียบแผ่นดินน้ำมัน ไปหย่อนในแก้วที่มีน้ำอยู่ $\frac{1}{3}$ ของแก้ว อย่าให้กระเปาะถึงน้ำ รอจน 5 นาที จึงอ่านอุณหภูมิของทั้ง 2 อัน

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 10

ขั้นการทดลอง	อุณหภูมิ	อุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ (°C)	
		อันที่หุ้มเมื่อ 10 นาที	อันที่ไม่หุ้มเมื่อ 10 นาที
1. เมื่อหุ้มกระเปาะ ด้วยสำลีเปียก 1 อัน ไม่หุ้ม 1 อัน			
2. เมื่อหุ้มกระเปาะ ด้วยสำลีแห้ง 2 อัน		อันอยู่ในแก้วนํ้า 5 นาที	อันอยู่นอกแก้วนํ้า 5 นาที

อภิปรายหลังการทดลอง ให้กลุ่มอภิปรายปัญหาเพื่อหาข้อสรุปตามประเด็นต่อไปนี้

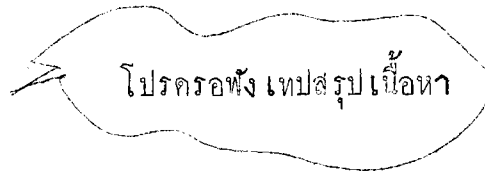
1. เพราะเหตุใดเทอร์โมมิเตอร์ที่หุ้มด้วยสำลีเปียกนํ้า จึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าเทอร์โมมิเตอร์แห้ง

2. ถ้าปล่อยทิ้งไว้นาน ๆ สำลีที่หุ้มกระเปาะจะยัง เปียกอยู่หรือไม่ นํ้านั้นหายไปไหน

3. เมื่อหุ้มสำลีเปียกทั้ง 2 อัน แต่ทำไมอันที่อยู่ในแก้วนํ้าจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าอันอยู่นอกแก้ว

4. สำลีเปียกที่หุ้มกระเปาะทั้ง 2 อัน อันไหนจะแห้งเร็วกว่ากัน

5. การระเหยเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิอย่างไร



ภาพประกอบการฟัง เทปสรุปบทเรียน	คาบที่ 12	
	ตอนที่ 3	20 นาที

ตั้งใจฟัง เทปประกอบภาพและตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณ (ดูประกอบเทป)

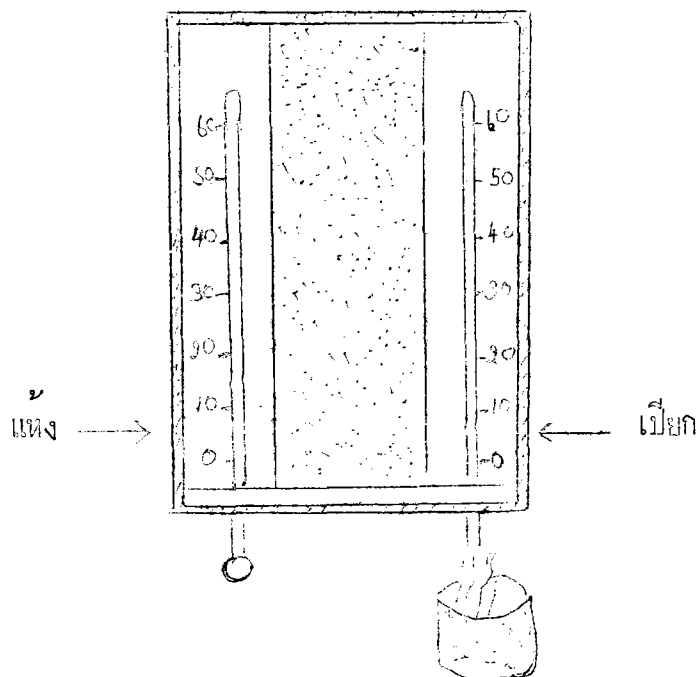
ตัวอย่างที่ 1 วัดไอน้ำในอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร มีไอน้ำอยู่ 2 กรัม
อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ = 2 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

ตัวอย่างที่ 2 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อากาศอิ่มตัวมีไอน้ำ 160 กรัม
ต่อลูกบาศก์เมตร แต่มีไอน้ำอยู่จริงในขณะนั้นเพียง 120 กรัม
ต่อลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ = $\frac{120}{160} \times 100 = 75\%$

ภาพประกอบเทป (ดูประกอบเทป)

แสดงไฮโกรมิเตอร์แบบกระเปาะเปียกและแห้ง



ตารางแสดง ค่าความชื้นสัมพัทธ์ เป็น เปอร์เซนต์

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ผลต่าง ของ อุณหภูมิ (°C)	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44
0.5	94	95	96	96	97	97	97
1.0	89	90	92	93	93	94	94
1.5	83	86	88	89	90	91	91
2.0	77	81	83	85	86	88	89
2.5	72	76	80	82	83	85	86
3.0	67	72	75	78	80	82	83
3.5	61	67	72	75	77	79	81
4.0	56	63	68	71	74	76	78
4.5	51	58	64	68	71	73	76
5.0	46	54	60	62	68	71	73
6	36	46	53	57	62	65	68
7	26	38	46	51	57	60	63
8	15	29	39	46	51	55	59
9	5	21	32	41	46	51	54
10	-	13	25	36	41	46	50

บทเทศน์ที่ 12

สวัสดีครับนักเรียน พบกับอีกเช่นเคยนะครับ สำหรับตอนที่ 12 นี้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับการระเหยของของเหลวซึ่งเกี่ยวข้องกับบรรยากาศอย่างยิ่ง

เราทราบมานานแล้วว่า ของเหลวเช่นน้ำเป็นสสารชนิดหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนสถานะได้ การเปลี่ยนสถานะของสสารจะต้องใช้พลังงาน ตะกั่วจะหลอมเหลวได้ ต้องได้รับความร้อน น้ำก็เช่นเดียวกันมีการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นก๊าซคือไอน้ำก็ต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่ง เพื่อไปทำให้โมเลกุลเคลื่อนไปและมีพลังงานจลน์ ซึ่งจะทำให้แรงยึดระหว่างโมเลกุลลดลง จึงสามารถเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ คือเกิดการระเหยขึ้นได้ การระเหยนี้ไอน้ำไม่ได้หายไปไหนแต่จะปะปนกลายเป็นส่วนประกอบอยู่ในบรรยากาศนั่นเอง

ดังนั้น สิ่งที่เราเรียกว่าน้ำหรือสำคัญคือสิ่งที่มีอุณหภูมิเย็นกว่าน้ำหรือสำคัญแห่ง เพราะน้ำเย็นจะมีการระเหยของน้ำกลายเป็นไอ ซึ่งต้องดูดพลังงานความร้อนจากสิ่งแวดล้อมใกล้ ๆ ไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะ น้ำเย็นน้ำจึงเย็น ในทำนองเดียวกันสำคัญที่เปียกน้ำเย็นหรือมีอุณหภูมิต่ำ ในการทดลองเราจึงพบว่า เทอร์โมมิเตอร์อันที่หุ้มกระเปาะด้วยสำคัญเปียกน้ำจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอันที่แห้ง เพราะน้ำดูดความร้อนจากหุ้มกระเปาะไปใช้ในการระเหยนั่นเอง ดังนั้นการที่น้ำบนผิวโลกระเหยกลายเป็นไอ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงได้

การทดลองที่เห็นได้ชัดก็เช่น เมื่อเราหุ้มกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง 2 อันด้วยสำคัญเปียกน้ำเหมือนกัน แต่จะพบว่าอันที่วางไว้ในนอกแก้วน้ำจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอันที่หย่อนไว้ในแก้วน้ำ นักเรียนคงสงสัยว่าเป็นเพราะอะไร ที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะว่าในแก้วน้ำนั้นอากาศถ่ายเทไม่ได้ อากาศในแก้วน้ำจึงอึดอัดคือมีไอน้ำมากพอแล้วไม่สามารถรับไอน้ำจากการระเหยได้อีก เพราะน้ำในแก้วน้ำได้ระเหยไว้จนอากาศอึดอัดแล้ว ดังนั้นสำคัญที่หุ้มกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ที่หย่อนไว้ในน้ำจึงไม่มีการระเหยหรือระเหยได้น้อย ความร้อนรอบ ๆ กระเปาะจึงไม่ถูกดูดไปใช้จนอุณหภูมิจึงสูงกว่ากระเปาะที่อยู่นอกแก้ว

การทดลองนี้ทำให้ความรู้แก่เราอีกประการหนึ่งก็คือ การระเหยของน้ำ จะเกิดเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับบรรยากาศว่าอิมไอน้ำมากน้อยเพียงใด ถ้าบรรยากาศ อิมไอน้ำคือมีไอน้ำมากพอแล้ว การระเหยก็จะเกิดขึ้นช้า จนกว่าไอน้ำในอากาศจะกลั่นตัว เป็นฝนตกลงสู่พื้นดินในบรรยากาศจึงจะมีช่องว่างสำหรับให้น้ำกลายเป็นไอน้ำได้ ถ้า อากาศอิมไอน้ำน้อยการระเหยของน้ำก็เร็ว ถ้าอากาศอิมไอน้ำมากการระเหยของน้ำก็ช้า ตัวอย่าง เช่นวันที่มีฝนตกทั้งวันจะตากผ้าได้แห้งช้า ก็เพราะอากาศมีไอน้ำอยู่มากจนเกือบ อิมไอน้ำนั่นเอง ไอน้ำในบรรยากาศนี้มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์มาก เพราะฝนที่ตกลงมา ให้ทำการเพาะปลูกและคัมภีร์นั้นก็มาจากไอน้ำในอากาศ เราสามารถบอกปริมาณของ ไอน้ำ 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 บอกเป็นความชื้นสัมบูรณ์ ความชื้นสัมบูรณ์ หมายถึง มวลหรือน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่จริง ๆ ในอากาศหนึ่งหน่วยปริมาตรในขณะใดขณะหนึ่ง คิดเป็น กรัม/ลูกบาศก์เมตร ดังเช่นตัวอย่างที่ 1 ที่นักเรียนกำลังถืออยู่ในมือ เมื่อเรารู้ว่าอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร มีไอน้ำอยู่ 2 กรัมในอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร นั่นคือ อากาศมีความชื้นสัมบูรณ์ = 2 กรัม/ลูกบาศก์เมตร คราวนี้ลองใช้หัวคิดสักหน่อย ถ้าสมมติว่าเรารู้ว่าอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร มีไอน้ำอยู่ 100 กรัมในอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร อากาศจะมีความชื้นสัมบูรณ์เท่าใด เกินมากกรับ..... 100 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

วิธีที่ 2 บอกเป็นความชื้นสัมพัทธ์ คำว่าสัมพัทธ์ก็บอกอยู่แล้วว่าต้องเกิดจากการเปรียบเทียบ ความชื้นสัมพัทธ์ คือปริมาณเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอน้ำ ในอากาศขณะใดขณะหนึ่งกับปริมาณไอน้ำในอากาศอิมไอน้ำในขณะนั้น คือเป็นการ เปรียบเทียบ ระหว่าง ความชื้นสัมบูรณ์กับปริมาณไอน้ำเมื่ออากาศอิมไอน้ำในขณะนั้น นั่นคือ เปรียบเทียบ ระหว่างไอน้ำที่มีอยู่จริง ๆ กับปริมาณไอน้ำเมื่ออากาศอิมไอน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์นี้นิยม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังเช่น ตัวอย่างที่ 2 ที่อยู่ในมือของนักเรียนแล้ว

โจทย์บอกว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อากาศอิมไอน้ำจะมีไอน้ำได้ 160 กรัมต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร แต่ขณะนั้นมีไอน้ำอยู่ในอากาศจริง ๆ เพียง 120 กรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร อากาศจะมีความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ $\frac{120}{160}$ เพื่อให้เป็นเปอร์เซ็นต์ก็

อุณหภูมิ 100 เท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ จึงตอบว่าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เป็น 75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีไอน้ำอยู่ 75% ของอากาศอิ่มตัว 100% วิธีคิดคือเอาปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงหารด้วยปริมาณไอน้ำเมื่ออากาศอิ่มตัว

คราวนี้ลองคิดดูใหม่ ถ้าอุณหภูมิ 30 องศา อากาศอิ่มตัวจะมีไอน้ำ 160 กรัม ต่อลูกบาศก์เมตร ขณะนั้นมีไอน้ำในอากาศจริง ๆ 80 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่เท่าใด..... ลองคิดดูครับ..... $\frac{80}{160} \times 100 = 50\%$ อากาศขณะนั้นมีความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 50% นั่นคือ มีไอน้ำอยู่จริงเพียงครึ่งหนึ่งของเมื่ออากาศอิ่มตัว แสดงว่าน้ำยังระเหยได้อีกเยอะ ถ้ามีความชื้นสัมพัทธ์เป็น 100% เมื่อไรน้ำจะระเหยไปสู่อากาศไม่ได้ อากาศอิ่มตัวแล้วคือ ปริมาณไอน้ำในอากาศที่มีอยู่จริง จะเท่ากับปริมาณไอน้ำเมื่ออากาศอิ่มตัว คือมี 160 กรัม/ลูกบาศก์เมตร เท่ากัน ในกรณีนี้ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่า 100% ซึ่งได้มาจาก $\frac{160}{160} \times 100 = 100\%$

อีกครั้งหนึ่งถ้ามีคนกล่าวว่าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่าในอากาศมีไอน้ำอยู่จริง 60 ส่วนใน 100 ส่วนของไอน้ำเมื่ออากาศอิ่มตัว ซึ่งอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 60% นี้เป็นอากาศที่มีความชื้นพอเหมาะคนเรารู้สึกกำลังสบาย ถ้าความชื้นมากเกินไปเราจะอึดอัด ถ้าความชื้นน้อยไปอากาศจะแห้งมากเรารู้สึกไม่สบาย

การวัดความชื้นในบรรยากาศนิยมวัดเป็นความชื้นสัมพัทธ์ เพราะทำให้ทราบว่าไอน้ำอยู่ที่เปอร์เซ็นต์จะระเหยได้อีกกี่เปอร์เซ็นต์ เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์เรียกว่าไฮโกรมิเตอร์ ซึ่งมีอยู่หลายชนิดแต่ที่นิยมกันคือแก๊สไฮโกรมิเตอร์แบบกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง ดังภาพที่นักเรียนกำลังดูอยู่ วิธีทำก็ไม่ยากเพียงแค่มีเทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน อันหนึ่งหุ้มกระเปาะด้วยผ้าซึ่งจุ่มอยู่ในแก้วน้ำ วิธีหาความชื้นสัมพัทธ์ก็ง่ายคือหาอุณหภูมิกระเปาะเปียกกับกระเปาะแห้งต่างกันอยู่กี่องศา เมื่อรู้ผลต่างนี้ เราก็ค้นหาความชื้นสัมพัทธ์ได้จากตารางสำเร็จได้เลย นักเรียนดูที่ตารางแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์

สมมติว่ากระเปาะแห้งบอกอุณหภูมิ 31 องศา กระเปาะเปียกบอก 30 องศา นักเรียนก็เอา 31 หักลบด้วย 30 ก็จะได้ผลต่างเท่ากับ 1.0 องศา เมื่อจะหา

ความชื้นสัมพัทธ์ที่ห้องดูที่ของผลต่าง 1.0° นักเรียนเจอหรือยังครับ บรรทัดที่ 2 ไซ้ใหม่ครับ ที่นี้ก็ดูไล่ไปตามบรรทัดนี้ไปทางขวามือในช่อง เล็ก ๆ จนตรงกับช่อง อุณหภูมิ 30 - 34 ก็จะได้ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 93%

ลองใหม่อีกครั้ง ถ้าอุณหภูมิของอากาศขณะนี้ 20 องศาเซลเซียส กระจเปาะ แห่งนอกอุณหภูมิ 20 องศา กระจเปาะเปียกนอก 18 องศา ลองค้นหาความชื้นสัมพัทธ์ จิครับ..... 83% ไซ้ใหม่เอ้ย วิธีคิดก็คือหาผลต่างของกระจเปาะแห้งกับ กระจเปาะเปียก ในที่นี้ก็คือ $20 - 18 = 2.0$ องศา ก็อยู่ในบรรทัดที่ 4 ของ ตาราง ที่นี้ก็ดูไล่ไปทางขวาในช่องต่าง ๆ จนถึงช่อง 20 - 24 องศา ก็จะรู้ว่า ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 83%

นักเรียนจะเห็นว่าการระเหยของน้ำขึ้นอยู่กับความชื้นของอากาศ ถ้าอากาศ มีความชื้นมากน้ำจะระเหยได้น้อย และนักเรียนคงสังเกตจากรางว่าเมื่อผลต่าง ยิ่งมาก ความชื้นสัมพัทธ์จะน้อย ถ้าผลต่างน้อย ความชื้นสัมพัทธ์จะมาก

ไฮโกรมิเตอร์อีกแบบหนึ่ง คือไฮโกรมิเตอร์แบบเส้นผม แบบนี้อาศัยคุณสมบัติ ของเส้นผมที่ว่า เมื่อความชื้นในอากาศมากเส้นผมจะยืดตัวออก เมื่อความชื้นน้อย เส้นผมจะหดตัว วิธีทำก็ใช้เส้นผมผูกยึดปลายด้านหนึ่งไว้ อีกปลายหนึ่งพันรอบแกนหมุน ใต้แล้วผูกติดลูกตุ้มถ่วงเอาไว้ การยืด-หดของเส้นผมจะทำให้แกนหมุน แกนก็จะทำให้ เข็มเคลื่อนที่บอกความชื้นที่หน้าปัด

ฟังมาถึงตรงนี้ นักเรียนรู้อะไรมากมายที่เกี่ยว ลองทดสอบตัวเองอีกครั้ง ให้นำกลับไปทดสอบหลัง เรียนด้วยข้อทดสอบชุดเดิม คราวนี้คงตอบถูกทุกข้อนะครับ ขอให้โชคดี

น้ำในบรรยากาศและความสำคัญของบรรยากาศ "ทดสอบก่อนเรียน"	คาบที่ 13	
	ตอนที่ 1	5 นาที

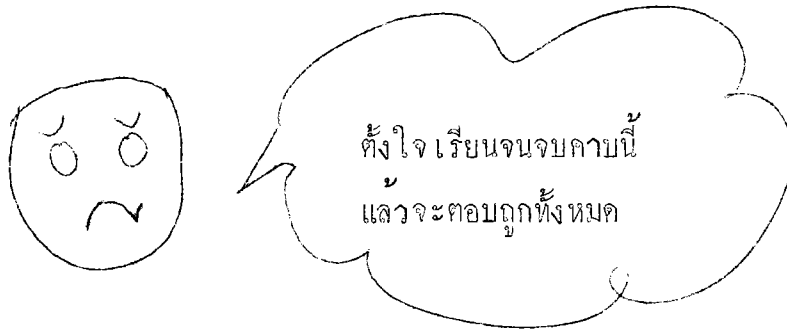
- จุดประสงค์
1. เพื่อให้สามารถอธิบายกระบวนการของการเกิด เมฆ หมอก และลูกเห็บได้
 2. เพื่อให้สามารถอธิบายถึง ความสำคัญของบรรยากาศที่ปกคลุมมนุษย์ได้

- วิธีเรียน
1. ทดสอบก่อนเรียน
 2. อานบทเรียนสำเร็จรูป
 3. ทดสอบหลัง เรียน

ทดสอบก่อนเรียน ให้กา ✓ ท้าอักษรหน้าข้อคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

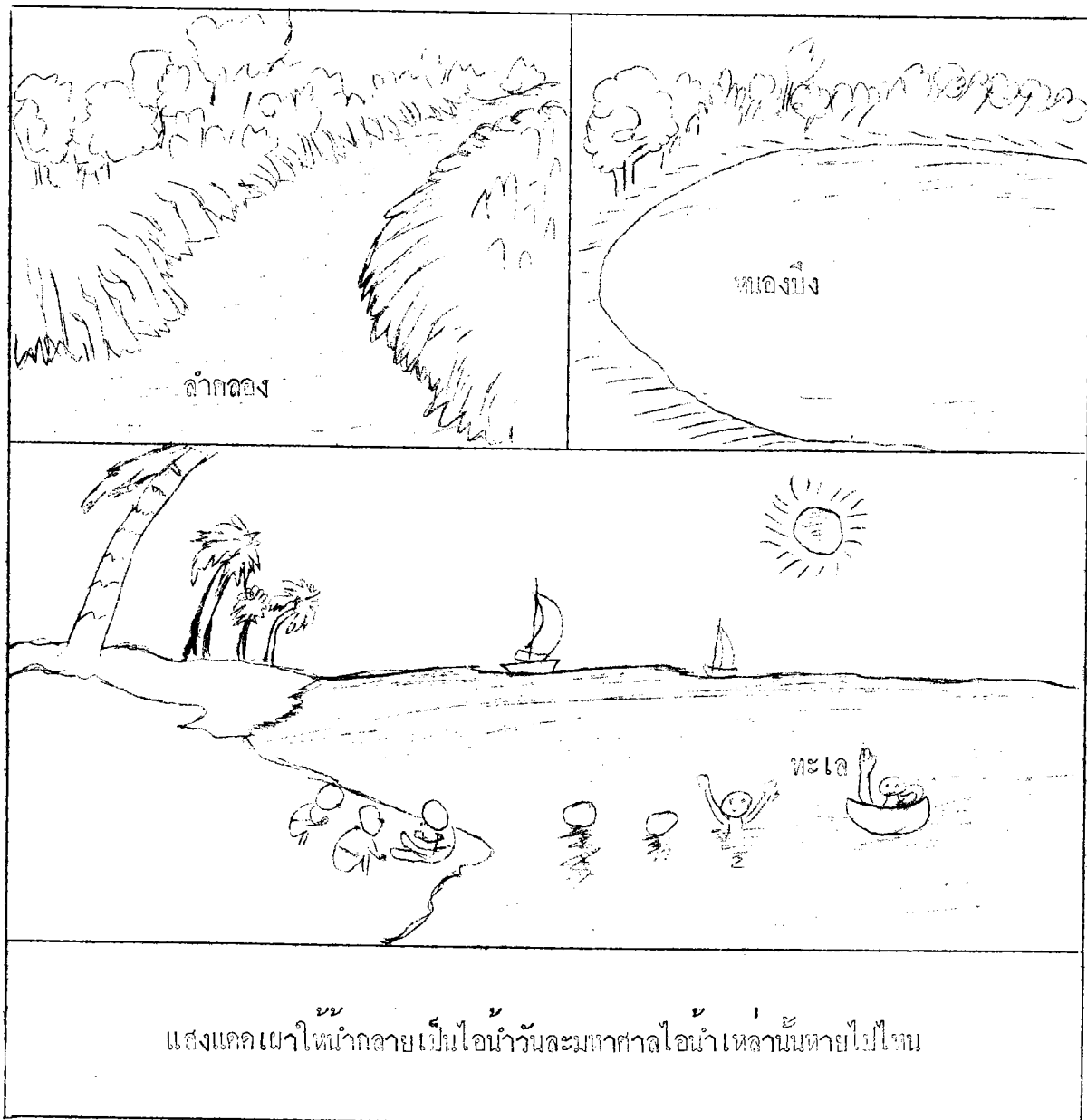
1. ข้อใดเป็นลักษณะของ เมฆ
 - ก. ไอน้ำที่ลอยอยู่ในท้องฟ้า
 - ข. ไอน้ำที่จับตัว เป็นละอองน้ำลอยอยู่ในที่สูง
 - ค. ไอน้ำที่กลั่นตัว เป็นหยดน้ำลอยอยู่ในที่สูง
2. ข้อใดหมายถึง หมอก
 - ก. ไอน้ำที่ลอยอยู่ใกล้ผิวโลก
 - ข. ไอน้ำที่จับกัน เป็นละอองน้ำลอยอยู่ในอากาศ
 - ค. ไอน้ำที่กลั่นตัว เป็นละอองน้ำเล็ก ๆ ใกล้ผิวโลก
3. ลูกเห็บเกิดขึ้นตามลักษณะในข้อใด
 - ก. หยดน้ำฝนขนาดใหญ่ถูกความเย็นจัดตกลงมายังพื้นโลก
 - ข. หยดน้ำฝนแข็งตัวถูกลมพัดขึ้นลง แล้วตกลงสู่พื้นโลก
 - ค. หยดน้ำฝนที่ตกลงมารวมกันหลาย ๆ หยดแล้วแข็งตัวตกลงสู่พื้นโลก

4. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของอากาศ
- ก. การทำงานของเครื่องยนต์
 - ข. การสร้างอาหารของพืช
 - ค. แสงสว่างจากหลอดดวงโคม



บทเรียนสำเร็จรูปเรื่องน้ำในบรรยากาศ และความสำคัญของบรรยากาศ	คาบที่ 13	
	ตอนที่ 2	40 นาที

จงอ่านเรื่องไปตามลำดับเมื่อพบคำถามจงตอบทันที ตอบเสร็จแล้วจึงตรวจ
กับเฉลยลองดูภาพนี้



ถ้าเราสามารถจับไอน้ำที่ระเหยในแต่ละวันมาชั่ง คงจะเป็นล้าน ๆ กิโลกรัม ไอน้ำเหล่านี้จะระเหยได้มากก็ต่อเมื่อบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์น้อย คือมีที่ว่างให้ไอน้ำเข้าไปอยู่ในอากาศได้มาก ๆ ถ้าอากาศมีความชื้นมาก ๆ น้ำก็จะระเหยได้น้อย การระเหยของน้ำจึงเกี่ยวข้องกับความชื้นในบรรยากาศ จากไอน้ำเหล่านี้จะกลายไปเป็น เมฆ หมอก ฝน และลูกเห็บ

ช่วยตอบคำถามนี้ที

คำถาม ไอน้ำจำนวนมหาศาลที่น้ำระเหยในแต่ละวันนั้นหายไปไหน

ตอบ

(ง่ายจนไม่ต้องเฉลยใช่ไหม)

เมื่อไอน้ำลอยขึ้นไปในที่สูงซึ่งอากาศหนาวเย็น ทำให้ไอน้ำรวมตัวกันเป็นละอองน้ำอยู่กันเป็นกลุ่มก้อน เรียกว่า เมฆ ถ้าเกิดใกล้ผิวโลก เรียกว่า หมอก

คำถาม เมฆกับหมอกต่างกันอย่างไร

ตอบ

คำถาม หมอกมักเกิดในเวลาใด เพราะเหตุใด

ตอบ

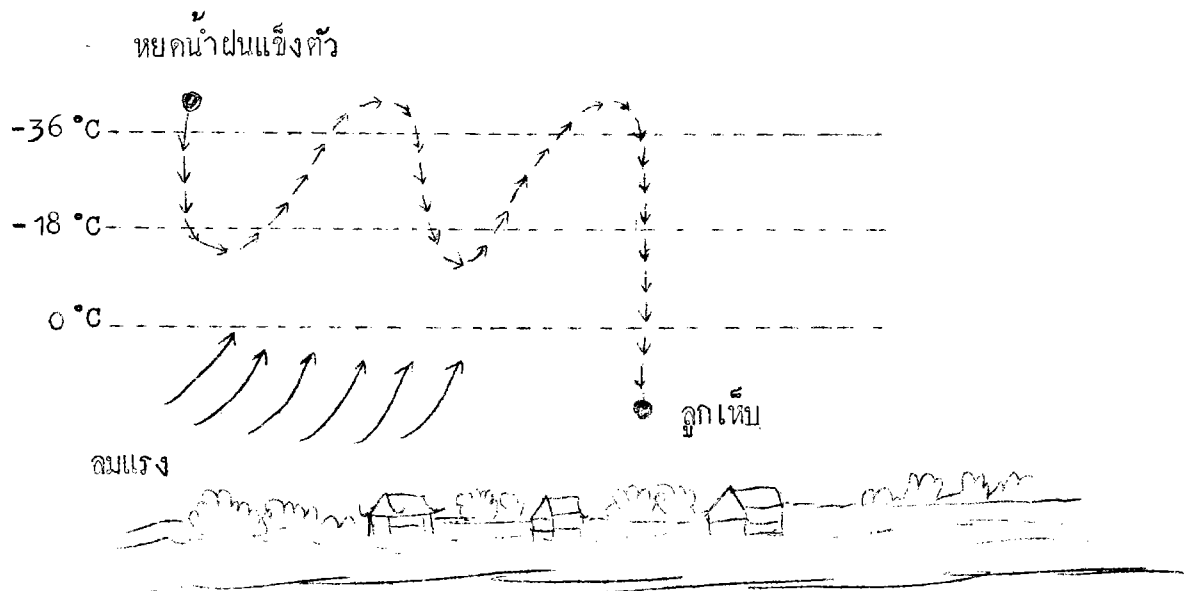
เรามักพบเห็นหมอกในตอนเช้าของวันที่อากาศหนาวเย็น ในฤดูหนาวจึงมีหมอกมากจากกลุ่มของก้อนเมฆถ้าอากาศเย็นจัดขึ้นอีก จะทำให้ละอองน้ำในก้อนเมฆจับตัวเป็นก้อนโตขึ้นจนมีน้ำหนักมาก ไม่สามารถจะลอยอยู่ได้ จึงตกลงมาเป็นฝน

คำถาม เมฆกับฝนต่างกันอย่างไร

ตอบ

เมฆกับฝนต่างกันที่ขนาดของละอองน้ำ ถ้าขนาดเล็กสามารถลอยอยู่ได้ก็เป็น
ก่อนเมฆ ถ้าขนาดใหญ่จนลอยอยู่ไม่ได้ก็ตกลงมาเป็นฝน บางทีหยกน้ำฝนเย็นจัดจน
กลายเป็นหยกน้ำแข็งเล็กๆ ตกลงมาแล้วถูกกระแสลมพัดขึ้นลงหลาย ๆ เที่ยว ทำให้
ก้อนน้ำแข็งมีขนาดโตขึ้นเรื่อย ๆ ในที่สุดตกลงมายังพื้นโลกโดยที่ละลายไม่ทันหมด

ดังภาพ



คำถาม ลูกเห็บมักเกิดขึ้นในวันที่มีลักษณะอย่างไร

ตอบ

แน่นอนวันที่ฝนตกมีพายุฟ้าคะนอง เรามักจะพบว่ามียูกเห็บตกลงมาจากฟากฟ้า
บางทีทำให้บ้านเรือนเสียหาย ก้อนใหญ่ ๆ โคนสั้วเลี้ยวตายก็เคยมี

ถ้าฝนไม่ตกมนุษย์เราก็สามารถทำฝนเทียมได้ วิธีการคือ 1. ทำให้ก้อนเมฆ
บนท้องฟ้าหนาแน่นขึ้นด้วยการโปรย "ผงโซเดียมคลอไรด์" จากเครื่องบิน ผงนี้จะ
เป็นแกนกลางให้น้ำเกาะและรวมเป็นกลุ่มเมฆที่หนาแน่นขึ้น 2. ทำให้ขนาดของ
ละอองน้ำในเมฆขนาดโตขึ้นจนตกลงมาเป็นฝน โดยการโปรย "น้ำแข็งแห้ง" ซึ่ง
เย็นจัดทำให้เกิดการกลั่นตัว

คำถาม ใช้สารเคมีอะไรบ้างในการทำฝนเทียม

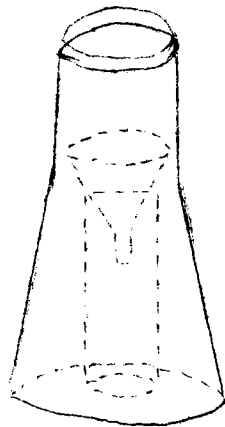
ตอบ

คำถาม ถ้าท้องฟ้าบริเวณนั้นไม่มีเมฆแต่มีความชื้นมาก จะทำฝนเทียมได้หรือไม่

ตอบ

เราทราบแล้วว่า ผงโซเดียมคลอไรด์เป็นแกนให้อิอน้ำเกาะ คือทำหน้าที่สร้างก้อนเมฆให้หนาแน่น ส่วนน้ำแข็งแห้งทำหน้าที่ให้ความเย็นจัดเพื่อให้เมฆกลั่นตัวเป็นฝนอีกทีหนึ่ง ถ้าบริเวณนั้นไม่มีเมฆแต่มีความชื้นสูงก็สามารถทำฝนเทียมได้เช่นกัน

นักเรียนคงเคยได้ยินวิทยุหรือโทรทัศน์ในรายการพยากรณ์อากาศ บอกให้ทราบว่าท้องฟ้าใดฝนตกมากบ้างน้อยบ้าง นักเรียนสงสัยไหมว่า เขารู้ได้อย่างไร และใช้เครื่องมืออะไรวัดที่เขาทราบได้ก็ เพราะมีหน่วยงานหรือสถานีวัดน้ำฝนอยู่ทั่วไป วัดโดยใช้ภาชนะทรงกระบอก ดังภาพ



เครื่องมือวัดน้ำฝน

ภายในมีกรวยรองรับน้ำฝนให้ลงในกระบอกทรงซึ่งซ่อนอยู่ภายใน นำเครื่องมือนี้ไปไว้กลางแจ้งตลอด 24 ชั่วโมง เจ้าหน้าที่จะดูระดับน้ำในกระบอกทรงซึ่งมีขีดบอกปริมาตร เป็นมิลลิเมตร

คำถาม เครื่องมือวัดน้ำฝนประกอบด้วยอะไรบ้าง

ตอบ

คำถาม การวัดน้ำฝนวัดเป็นหน่วยอะไร

ตอบ

เมื่อนำเครื่องมือวัดไปตั้งไว้กลางแจ้งจนครบ 24 ชั่วโมงในแต่ละวันแล้ว เจ้าหน้าที่จะสำรวจดูว่าปริมาณน้ำฝนอยู่เป็นปริมาณเท่าใด คิดเป็นขนาดของฝนเท่าใด ดังนี้

ปริมาณน้ำฝนใน 24 ชั่วโมง	ขนาดของฝน
0.1 ถึง 10.0 มิลลิเมตร	ตกเล็กน้อย
10.1 ถึง 35.0 มิลลิเมตร	ตกปานกลาง
35.1 ถึง 90.0 มิลลิเมตร	ตกหนัก
90.1 มิลลิเมตร ขึ้นไป	ตกหนักมาก

เกณฑ์ที่กำหนดในตารางนี้ เป็นการกำหนดขึ้นใช้ในประเทศไทย เท่านั้น ประเทศอื่น ๆ ต่างก็กำหนดขึ้นเป็นของตัวเอง หน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการตรวจวัดน้ำฝนและการพยากรณ์อากาศของไทยคือกรมอุตุนิยมวิทยา นักอุตุนิยมวิทยาจะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำฝน ความกดอากาศ ทิศทางลม และเขียนแผนที่อากาศเพื่อการคาดคะเนลักษณะอากาศในวันต่อไป ซึ่งเรียกว่า การพยากรณ์อากาศ

คำถาม เครื่องมือวัดน้ำฝน อ่านปริมาตรได้ 45 มิลลิเมตร บริเวณนั้นมีฝนตกมากน้อยปานใด

ตอบ

คำถาม กิจกรรมอุตุนิยมวิทยา ทำหน้าที่อะไร

ตอบ

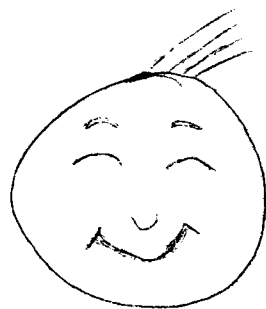
ก่อนที่จะเกิดพายุใหญ่ หรือภัยธรรมชาติซึ่งเกิดจากดินฟ้าอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยาจะประกาศเตือนให้ประชาชนรู้ล่วงหน้าเสมอ เพื่อให้ประชาชนหลีกเลี่ยงภัยอันตรายที่จะเกิดขึ้น เช่น ชาวเรือพอรู้น้ำว่าจะมีพายุก็จะไม่ออกทะเล เครื่องบินรู้ว่าเกิดพายุหรือหมอกจกก็จะเลื่อนกำหนดการบินออกไป เป็นต้น

ปัจจุบันมีการส่งดาวเทียมขึ้นไปเพื่อสำรวจทางอุตุนิยมวิทยาเป็นการเฉพาะซึ่งทำให้สามารถตรวจและบันทึกลักษณะอากาศได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

แบบฝึกที่ 1

ให้เขียนเติมข้อความในช่องว่าง

1. การที่เมฆเกิดในที่สูง เพราะบริเวณนั้นมีอุณหภูมิ
2. หมอกมักเกิดในช่วงเวลา เพราะ
3. ลุกเห็บมักเกิดในขณะที่มี
4. ลุกเห็บเริ่มจากหยดฝนเล็ก ๆ ที่แข็งตัว แล้วเพิ่มขนาดขึ้นเนื่องจาก
5. ผงเคมีโซเดียมคลอไรด์และน้ำแข็งแห้ง ซึ่งใช้ในการทำฝนเทียมทำหน้าที่
6. ขนาดของฝนที่เรียกว่า ตกปานกลางนั้น ปริมาณน้ำในเครื่องมือวัดจะอยู่ระหว่าง ถึง
7. หน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการสำรวจและพยากรณ์อากาศคือ
8. ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศมีอะไรบ้าง



ลองตรวจคำตอบกับเพื่อนข้างเคียง
ถ้าตรงกันหลาย ๆ คน คงจะถูกต้อง
ถ้าสงสัยกลับไปอ่านคู่มืออีกครั้ง

นักเรียนรู้อยู่แล้วว่าบรรยากาศมีความสำคัญต่อการ
ดำรงชีวิตของคนเรามาก
เรามาคูชีว่า บรรยากาศมีประโยชน์อย่างไร

ทั้งคน สัตว์ และพืชต่างก็หายใจเอาอากาศเพื่อใช้เผาผลาญให้เกิดพลังงาน ถ้าอากาศยอมไม่มีสิ่งมีชีวิตใดอยู่ได้ พืชนอกจากใช้อากาศหายใจแล้วยังใช้ใน การสร้างอาหารอีกด้วย บรรยากาศรอบโลกยังทำหน้าที่กรองความร้อนจากดวงอาทิตย์ ให้กับโลก และยังคอยรับความร้อนที่ผิวโลกคายออกให้ในตอนกลางคืน ทำให้สิ่งมีชีวิต อาศัยอยู่บนโลกได้ ถ้าไม่มีบรรยากาศห่อหุ้มโลกแล้ว โลกจะมีอุณหภูมิสูงถึง 110 องศาเซลเซียส ในเวลากลางวัน และเย็นถึง - 180 องศาเซลเซียสใน เวลา กลางคืน นอกจากนี้บรรยากาศยังป้องกันรังสีบางอย่างที่เป็นอันตรายจากแสงอาทิตย์ ไม่ให้สัตว์ต่าง ๆ บนโลกได้รับอันตรายจากรังสีเหล่านั้น

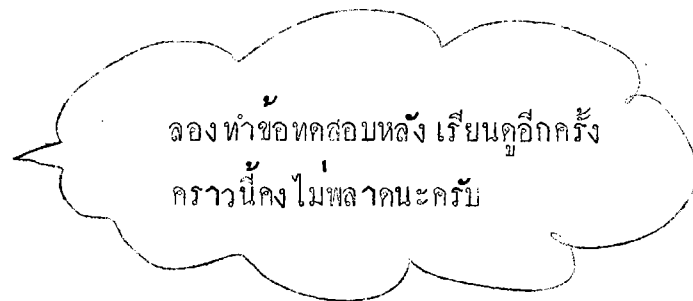
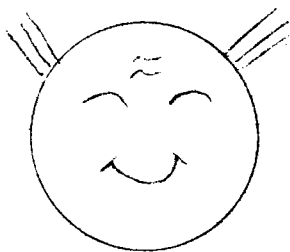
คำถาม ถ้าโลกเราไม่มีบรรยากาศห่อหุ้มจะมีอุณหภูมิเป็นอย่างไร

ตอบ

คำถาม นอกจากหายใจแล้ว คนเราได้รับประโยชน์จากอากาศอะไรอีกบ้าง

ตอบ

เกือบทุกสิ่งทุกอย่างในชีวิตมนุษย์ต้องใช้ประโยชน์จากอากาศ เช่น รถยนต์ ก็ต้องใช้อากาศช่วยในการเผาไหม้ เตาไฟในครัวก็ต้องใช้อากาศ การตากเสื้อผ้า ก็ต้องอาศัยอากาศช่วยให้ผ้าแห้ง นักเรียนเคยคิดใหม่ว่าถ้าโลกนี้ไม่มีบรรยากาศห่อหุ้ม จะเป็นอย่างไร



การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส
กับเรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

บทคัดย่อ

ของ

เชาวลิต ชำนาญ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2531

การศึกษาค้างนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างชั้นเรียนที่ได้รับการสอน
ตามคู่มือของ สสวท กับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนปทุมพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ปีการศึกษา 2530
จำนวน 60 คน เป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน หองทดลอง
ให้เรียนโดยวิธีใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่องบรรยากาศรอบตัวเรา ตามหลักสูตร
มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ใช้เวลา 13 คาบ ส่วนกลุ่มควบคุมให้เรียน
โดยวิธีสอนตามคู่มือของ สสวท ในเรื่องเดียวกัน และใช้เวลาเรียนเท่ากัน

ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส
มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือ สสวท
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

THE COMPARATIVE STUDY OF ACHIEVEMENT IN SCIENCE AND SCIENCE PROCESS
SKILLS OF MATAYOM SUKSA I STUDENTS THROUGH MINICOURSE AND
THE TEACHER'S MANUAL OF THE INSTITUTE FOR THE PROMOTION
OF TEACHING SCIENCE AND TECHNOLOGY

AN ABSTRACT

BY

CHAVALIT CHAMNAN

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

September 1988

The purpose of this study is to compare the achievement in science and the science process skills between the students who are taught by the teachers using the Teacher's Manual prepared by the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology with that of the students who learned through the use of the minicourse learning package.

Thirty students were selected from each of the two Matayom Suksa I classes of the year 1987 in Patum Pittayakom School in Muang District, Ubon Ratchathani to be use as the experimental and the control groups. The experimental group learned the topic listed in the 1977 curriculum for lower secondary education called "Atmosphere Around Us" using the minicourse package. The control group learned the same topic through the method of teaching prepared by the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. Each of the two groups spent thirteen 50 minute periods for learning the topic.

The results of the study showed that the scholastic achievement of the experimental group who used the minicourse package was higher than that of the control group who was taught by the teacher using the Teacher's Manual of the Institute for The Promotion of Teaching Science and Technology at .05 level of significance, while as the scores on the science process skills of the two groups were not significantly different at .05 level of significance.