

การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
เรื่องบรรยากาศ โดยใช้บทเรียนแบบโมดูลกับการสอนปกติ

ปริญญานิพนธ์

ของ

นิพน ทองอุคม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

๘ มีนาคม ๒๕๒๐

การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
เรื่องบรรยากาศ โดยใช้บทเรียนแบบโมดูลกับการสอนปกติ

บทกัศยอ^๑
ของ
นิยม ทองอุคม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
๕ มีนาคม ๒๕๒๐

การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่อง
บรรยากาศ โดยใช้บทเรียนแบบโมดูลกับการสอนปกติ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโมดูลกับที่เรียนจากการสอนตามปกติ
ของครู นอกจากนี้ก็เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนแบบ โมดูลสำหรับนักเรียนที่เรียน
โดยใช้บทเรียนแบบโมดูล และเพื่อแนะนำบทเรียนแบบ โมดูลให้เป็นที่รู้จักแพร่หลายยิ่งขึ้น

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของโรงเรียน
วัดเพลงโสภณศิริราษฎร์ จังหวัดราชบุรี จำนวน ๖๐ คน แบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุม ๓๐ คน
และกลุ่มทดลอง ๓๐ คน โดยให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มเรียนในเนื้อหาเรื่องบรรยากาศเหมือนกัน
เป็นเวลา ๑๐ ชั่วโมง กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโมดูล กลุ่มควบคุมเรียนจากการ
สอนตามปกติของครู หลังจากการสอนสิ้นสุดลง ได้ทำการทดสอบเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
รู้นักเรียนได้รับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
โดยใช้บทเรียนแบบ โมดูลสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติของครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
และนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบ โมดูลมีทัศนคติในทางสนับสนุนต่อการเรียนโดยใช้บทเรียน
แบบ โมดูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

A COMPARATIVE STUDY OF THE RESULT OF SCIENCE TEACHING
OF ATMOSPHERE IN M.S. 1 BY MODULE
AND CONVENTIONAL TEACHING

ABSTRACT

BY

NIYOM TONGUDOM

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

March , 9 , 1977

A Comparative Study of the Result of Science Teaching of
Atmosphere in Matayomsuksa 1 by Module and Conventional Teaching.

The purposes of this study were to compare the achievement between a group of M.S. 1 students who learned through module and another who learned through conventional teaching. Furthermore , it was aimed to study the module teaching - attitudes of the students who learned through module and to make the module teaching well known.

The experimental subjects comprised 60 students in M.S. 1 during the academic year 1976 at Soponsirirach School , Rajburi Province , who were selected for the study and divided into two groups. Thirty of them were a control group and the rest was an experimental group . The chapters of Atmosphere were taught to both groups for 10 hours : the experimental group learned through modules , and the control group learned through conventional teaching.

The result of the study revealed that the achievement scores of the experimental group were significantly higher than those of the control group and the students of the experimental group had positive attitude to the module teaching significantly.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

.....
.....

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เพราะผู้เขียนได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จากอาจารย์สมศักดิ์ แสนสุข อาจารย์ทวี ชัยมงคล และศาสตราจารย์ ดร. อีคอส ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนบทเรียน ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ. ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ อาจารย์นิภา ทองอุคม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการรวบรวมข้อมูล คุณธารทิพย์ ประเสริฐสม คุณแจ่มจันทร์ ปรีชาวนิชย์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยเป็นอย่างดี

นิยม ทองอุคม

สารบัญ

บท

หน้า

๑	บทนำ	๑
	คำนำ	๑
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	๓
	สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	๔
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	๔
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	๔
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	๔
๒	เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๖
	ลักษณะของบทเรียนแบบโมดูล	๗
	กระบวนการสร้างโมดูล	๘
	การวิจัยเกี่ยวกับการสอนบทเรียนแบบโมดูลในต่างประเทศ	๙
	การใช้บทเรียนแบบโมดูลในประเทศไทย	๑๑
๓	วิธีดำเนินการ	๑๓
	กลุ่มตัวอย่าง	๑๓
	การสร้างบทเรียน โมดูล	๑๔
	การทดลองบทเรียน โมดูล	๑๕
	การสร้างแบบทดสอบ	๑๕
	การดำเนินการทดลอง	๑๖
	การทดสอบ	๑๗
	การวิเคราะห์ข้อมูล	๑๗

๔ ผลการศึกษาพบว่า	๒๐
การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานระหว่างกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	๒๐
การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน	๒๑
เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	๒๓
การหาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียน โมดูล	๒๓
๕ สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	๒๖
ความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้	๒๖
สมมุติฐานของการศึกษา	๒๖
วิธีดำเนินการ	๒๖
สรุปผลการวิจัย	๒๘
อภิปรายผล	๒๘
ข้อเสนอแนะ	๓๐
บรรณานุกรม	๓๒
ภาคผนวก	๓๖

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
๑ จำนวนนักเรียนในกลุ่มจำแนกตามเพศ	๑๑
๒ เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	๑๔
๓ เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนการเรียนรู้	๒๑
๔ เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง	๒๒
๕ เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ของนักเรียนในกลุ่มควบคุม	๒๒
๖ เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	๒๓
๗ แสดงค่าความถี่ ร้อยละ ของจำนวนนักเรียนที่มีทัศนคติชอบเรียน ไม่ชอบ และค่า	๒๔

คำนำ

ในปัจจุบันการจัดการศึกษาของประเทศไทย เพื่อให้ได้ผลตามความมุ่งหมายนั้น ต้องประสบปัญหาต่างๆอย่างมาก เป็นต้นว่า โรงเรียน บุคคลากร และเครื่องมือเครื่องใช้ ในการเรียนการสอนมีไม่เพียงพอแก่ความต้องการของนักเรียนที่กำลังมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หนังสือเรียนและอุปกรณ์ไม่เพียงพอ วิธีการสอนของครูส่วนมากเน้นเรื่องการท่องจำ เป็นเหตุให้นักเรียนเกิดเบื่อหน่ายในการเรียน (วีระ บุญยะนิเวศ, ๒๕๑๙ : ๒๓๓) นอกจากนั้นครูคนหนึ่งต้องสอนนักเรียนประมาณ ๓๐ คน การที่ครูคนเดียวจะสอนนักเรียนแต่ละคนในชั้นที่มีนักเรียน ๓๐ คนนั้นเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยากมาก และนักเรียนทุกคนก็มีความสามารถ ความคิดอ่านไม่เหมือนกัน ไม่สามารถเข้าใจบทเรียนหนึ่งๆได้ในเวลาเท่ากัน เด็กบางคน เข้าใจบทเรียนทันทีหลังจากที่ครูอธิบายครั้งแรก ส่วนเด็กบางคนอาจไม่เข้าใจบทเรียนนั้นเลย แม้ว่าครูจะอธิบายซ้ำหลายหน ทำให้เด็กพวกนี้ไม่เข้าใจบทเรียนบทนั้นก่อนที่จะเรียนบทต่อไป ปัญหาดังกล่าวมาแล้ว แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องนำเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ และปรับปรุงการศึกษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บุญถิ่น อัตถากร (บุญถิ่น อัตถากร, ๒๕๑๖ : ๓๔) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ การดำเนินการศึกษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประสิทธิภาพแก่สังคม ความเปลี่ยนแปลงอาจเป็นความคิด หรือวิธีการ หรือกิจกรรม ซึ่งเกิดจากผลการวิจัยใหม่ๆหรือผลผลิตใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็ได้ ซึ่งจะช่วยให้การศึกษาค่าเป็นไปด้วยดี มีชัยสัดและมี ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ในวงการศึกษปัจจุบัน ได้พยายามนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการศึกษา มากขึ้น (วิจิตร ศรีสะอ้าน, ๒๕๑๙ : ๑๒๑) ซึ่งความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการนำเอาเทคโนโลยี มาใช้นี้เป็นผลโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดพื้นฐานในเรื่องความแตกต่างระหว่าง บุคคล (Individual Differences) และจากแนวความคิดในเรื่องนี้ นักการศึกษาจึง พยายามที่จะค้นคว้าหาวิธีการต่างๆเกี่ยวกับการเรียนการสอน เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนทุกคน

ได้ประสบความสำเร็จในการเรียน ด้วยเหตุนี้เองจึงได้เกิดมีการจัดการสอนตามระดับความสามารถของแต่ละบุคคลซึ่งไม่เหมือนกัน

กระบวนการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ (Individualized Instruction) นั้นสามารถช่วยให้เด็กที่เรียนช้า บรรลุวัตถุประสงค์หรือประสบความสำเร็จในการเรียนได้ เช่นเดียวกับเด็กที่เรียนเร็ว และเด็กเรียนช้าจะมีกำลังใจเรียน ในขณะที่เดียวกันเด็กที่เรียนเร็วจะไม่รู้สึกเบื่อหน่าย เพราะเด็กที่เรียนช้าจะไม่มีโอกาสลงความเจริญ (ลัดคิวลีย์ - กัณธุสุวรรณ, ๒๕๑๘ : ๓๔)

บทเรียนแบบโมดูล (Module) ก็จัดเป็นเทคโนโลยีอย่างหนึ่งทางการศึกษาที่ส่งเสริมการสอนตามเอกัตภาพ เพราะโมดูลเป็นบทเรียนที่นักเรียนศึกษาสิ่งที่เขาต้องการได้ด้วยตนเอง (บุญมี กอนทอง, ๒๕๑๘ : ๒๑) ซึ่งอาจเป็นเรื่องที่เด็กมีพื้นฐานไม่เพียงพอ หรือเรียนในชั้นตามปกติแล้วไม่เข้าใจ สำหรับนักเรียนที่เรียนเก่ง อาจจะเลือกศึกษาบทเรียนที่ล้าหน้ากว่า เรื่องที่กำหนดให้เรียนตามหลักสูตร หรือเรื่องอื่น ๆ ที่เขาสนใจเป็นพิเศษแต่ไม่ได้สอนในชั้นเรียนตามปกติ เวลาที่ศึกษาไม่จำเป็นต้องเป็นเวลาเรียนปกติในชั้น อาจจะใช้เวลาตอนหนึ่งตอนใดที่สะดวกและพอใจนอกเวลาเรียนก็ได้

คอรัมอนด์ (Kormondy, ๑๙๗๐ : ๙) กล่าวว่าบทเรียนโมดูลเป็นบทเรียนที่ใช้สอนนักเรียนเป็นรายบุคคลได้เป็นอย่างดี และต่อไปจะกลายเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสอนได้ทุกระดับ

กรีเกอร์และเมอเรย์ (Greger and Murray , ๑๙๗๐ : ๕) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการนำบทเรียนแบบโมดูลไปใช้ในการสอนดังนี้

๑. การนำโมดูลไปใช้เป็นโอกาสให้สามารถรวบรวมประสบการณ์เพื่อที่จะจัดได้เป็นไปตามลำดับขั้น เพื่อสะท้อนให้เห็นความสนใจ เป็นพิเศษของครูหรือนักเรียน
๒. นักเรียนเรียนด้วยตนเอง ทำให้ครูมีโอกาสได้ช่วยเด็กที่เรียนไม่ทันในเนื้อหาวิชาและทำให้เด็กมีโอกาสทบทวนบทเรียนก่อนที่จะเรียนต่อไป
๓. ช่วยให้เด็กได้ทราบความสามารถหรือความก้าวหน้าในการเรียนของตน
๔. ช่วยลดภาระครูในการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทำให้ครูมีเวลาว่างเพื่อพบปะกับเด็กเป็นรายบุคคลได้

๕. นักเรียนจะเรียนไปตามลำพังโดยไม่ขึ้นแก่ใครในชั้นเรียน ทำให้จิตวิสัยประกอบ การเรียนการสอนง่ายขึ้น

๖. ทำให้ครูมีเวลาเป็นของตนเองบ้าง

๗. การใช้บทเรียนโมดูลสามารถที่จะนำไปใช้แลกเปลี่ยนกันระหว่างโรงเรียนได้ง่าย บทเรียนแบบโมดูลนอกจากจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามอัตราความสามารถของตนแล้ว ยังใช้เป็นเครื่องช่วยสอนแทนครูได้ โดยทำหน้าที่เป็นเครื่องผ่อนแรงครู และนักเรียนอาจจะนำไปเรียนด้วยตนเองที่บ้านก็ได้ ทำให้นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสที่จะพัฒนา ความรู้สึกรับผิดชอบในการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นการช่วยยกมาตรฐานการศึกษาให้ - ก้าวหน้าต่อไป

วิทยาศาสตร์เป็นวิทยาการแขนงหนึ่งที่มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ ตั้งแต่ อดีตจนถึงปัจจุบัน และยังมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั่วไปในอนาคตอย่างไม่มีที่สิ้นสุด เนื่องจาก ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีส่วนสำคัญไม่น้อยที่จะช่วยในการปรับปรุงตัวของนักเรียน เพราะ - ประสิทธิภาพประจำวันของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาก (วิทัทธ วัชรพลเดช, ๒๕๑๔ : ๓๕) สิ่งเหล่านี้เกิดเป็นปัญหาแก่นักเรียนที่จะขบคิดในการแก้ ปัญหาของนักเรียนจะต้องใช้ความรู้และหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์เข้าช่วย ถ้าเด็กขาดความรู้ ทางวิทยาศาสตร์แล้วนักเรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่เพียงพอ โดยเหตุนี้วิชา - วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญมาก เมื่อนักเรียนได้เข้าใจถึงเรื่องราวและหลักเกณฑ์ทางวิทยา - ศาสตร์เป็นอย่างดี ก็จะนำมาใช้เป็นประโยชน์แก่ตัวเองหรือสังคมที่ตัวอยู่ได้

ด้วยสาเหตุดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างบทเรียนแบบโมดูลวิชาวิทยา - ศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เพื่อทดลองใช้สอนและวิจัยเปรียบเทียบกับการสอนตาม ปกติของครู

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

๑. เพื่อสร้างบทเรียนแบบโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑

๒. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้ รับการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโมดูล ที่สร้างขึ้นกับการสอนปกติ

๓. เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนแบบโมดูล

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

๑. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโมดูลสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ
๒. นักเรียนกลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

๑. การศึกษาค้นคว้านี้จะช่วยเผยแพร่การสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนแบบโมดูล
๒. เพื่อเป็นแนวทางที่ครูวิทยาศาสตร์จะได้ศึกษาและทดลองสร้างบทเรียนแบบโมดูลขึ้นใช้ด้วยตนเอง
๓. เพื่อเป็นการเสริมสร้างแนวความคิดในการนำเอาบทเรียนแบบโมดูลมาปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ของครู
๔. เพื่อเป็นอุปกรณ์การสอนของครูในการที่จะสอนเป็นรายบุคคล
๕. เพื่อเป็นการส่งเสริมการศึกษานอกระบบโรงเรียน
๖. ทำให้ทราบทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนแบบโมดูล

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

๑. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนวัดเพลงโสภณศิริราษฎร์ อำเภอวัดเพลง จังหวัดราชบุรี จำนวน ๖๐ คน แบ่งเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มละ ๓๐ คน
๒. บทเรียนแบบโมดูลที่ใช้ หมายถึง บทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้เท่านั้น
๓. การทดลอง ทำในภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๔

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

๑. บทเรียนแบบโมดูล หมายถึง บทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อการทดลองครั้งนี้

๒. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนวัดเพลงโสภณศิริ-
-ราษฎร์ อำเภอวัดเพลง จังหวัดราชบุรี ในภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๕ จำนวน
๒๐ คน ซึ่งแบ่งเป็น ๒ กลุ่ม ๆ ละ ๑๐ คน ดังนี้

๒.๑. กลุ่มทดลอง ครูสอนโดยใช้บทเรียนแบบโมดูล

๒.๒. กลุ่มควบคุม ครูสอนตามปกติ

๓. ครู หมายถึง ผู้วิจัยและครูประจำวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอนกลุ่มควบคุม

๔. การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโมดูล คือการสอนของผู้วิจัยต่อกลุ่มทดลอง สอน
โดยใช้บทเรียนแบบโมดูล นักเรียนเรียนด้วยตนเอง

๕. การสอนปกติ คือการสอนของครูประจำวิชาวิทยาศาสตร์ ต่อกลุ่มควบคุมไม่ใช้
บทเรียนแบบโมดูล แต่ใช้คู่มือครูและเนื้อหาเดียวกันกับผู้วิจัยนำมาสร้างเป็นบทเรียนแบบโมดูล

๖. คะแนนความรู้พื้นฐาน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการทดลอง
โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

๗. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบที่ผู้วิจัย
สร้างขึ้น ภายหลังจากการเรียนจากบทเรียนแบบโมดูลหรือจากแบบปกติ

๘. ทักษะคิด หมายถึง ความรู้สึกรู้หาที่บุคคลมีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด อันเป็นผลที่เกิดจาก
การเรียนรู้ และใ้ก่อตัวขึ้นเป็นความึกเห็น ทำให้บุคคลปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งในทางที่เห็น
ควรหรือไม่เห็นควร

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เมอเรย์ (Murray, ๑๙๗๑ : ๕) กล่าวถึง โมดูล (Module) ก็คือบทเรียนที่สำเร็จในตัวของมันเอง แต่ละโมดูลประกอบไปด้วยวัสดุ (Materials) และคำสอน (Instructions) ที่จำเป็นในการจะนำนักเรียนไปถึงจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้สำหรับโมดูลนั้น ๆ ขนาดของโมดูลก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ค.ศ.๑๙๔๐ Burrhus F. Skinner นักจิตวิทยาเชิงทดลอง (Experimental Psychologist) แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ได้ศึกษาเรื่อง Operant Conditioning และเผยแพร่ความคิดลงในวารสารต่าง ๆ และหลังจาก ค.ศ.๑๙๕๐ สกินเนอร์ได้คิดประดิษฐ์เครื่องมือที่เรียนด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้สามารถสอนเด็กเป็นรายบุคคลได้มากขึ้น

จากผลการวิจัยของ B.F. Skinner เมื่อประมาณปี ค.ศ.๑๙๕๐ หลังจากนั้นได้มีกันอื่น ๆ นำไปสู่หลักการสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นไปในลักษณะของการสอนแบบโปรแกรม โดยเป็นแบบที่แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นขั้นเล็ก ๆ (Small Steps) ส่วนพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนนั้น นักเรียนจะได้รับผลการกระทำของนักเรียนทันที เป็นการเสริมแรง (Reinforcement) และผู้เรียนสามารถเรียนไปตามความสามารถของตน (Self - pacing) ซึ่งหลักการเหล่านี้ก็เป็นหลักการที่ใช้ในการสร้างบทเรียนย่อยด้วย (Minicourses) และผลจากความคิดของสกินเนอร์ (Skinner) ทำให้นักการศึกษาหันมาสนใจในการจัดการสอนตามระดับความสามารถของแต่ละบุคคลซึ่งไม่เหมือนกัน (Individualized instruction) มากขึ้น

คอรมันด์ (Kormondy, ๑๙๗๐ : ๔) กล่าวว่าบทเรียนโมดูลเป็นเครื่องช่วยเหลือในการเรียนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปสอนแทนครูที่มีความชำนาญได้ และมีประโยชน์อย่างมากในการทำคู่มือทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งนักเรียนจะได้มีการเตรียมตัวเป็นรายบุคคล และถ้ามีปัญหาก็จะได้ปรึกษาแก้ไขล่วงหน้า

กรีเกอร์ (Greger, ๑๙๗๐ : ๔) กล่าวว่า ครูสามารถใช้โมดูลเป็นอุปกรณ์การสอนเป็นรายบุคคลได้เป็นอย่างดี

เฮาส์ตัน (Houston, ๑๙๗๒ : ๗๔ - ๗๕) กล่าวถึงการสอนโดยใช้โมดูล (The modular approach) แตกต่างจากการสอนตามปกติ (Traditional approach) หลายอย่างคือ

๑. โปรแกรมมีใหญ่จะต้องพิจารณาก่อนการเขียนในรายวิชา และจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้เรียน
๒. การสอนโดยใช้โมดูลเน้นตัวผู้เรียนมากกว่าผู้สอน ไม่ถือเอาความรู้ของครูและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีเป็นเครื่องกำหนดเนื้อหาเช่นแต่ก่อน
๓. การเรียนการสอนเน้นที่จุดประสงค์เป็นเบื้องต้นไม่ใช่กิจกรรมการเรียน จุดประสงค์จึงต้องระบุไว้อย่างชัดเจนเป็นประการแรก ส่วนกิจกรรมการเรียนเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์นั้นเป็นสิ่งที่ตามมา
๔. การเรียนการสอนโดยใช้โมดูลเป็นการเรียนแบบรายบุคคล (Individualized) และเป็นส่วนตัว (Personalized)
๕. โมดูลใช้วิธีการสอนหลาย ๆ ขาง เช่น การเรียนในกลุ่มย่อย การทดลองและการใช้บทเรียนสำเร็จรูป เป็นต้น แทนที่จะใช้แต่การบรรยายเพียงอย่างเดียว
๖. โมดูลเป็นกระบวนการ (Process) ไม่ใช่เป็นผลขั้นสุดท้าย (Product) จึงต้องมีการแก้ไขปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา

ลักษณะของบทเรียนแบบโมดูล

ค.ศ. ๑๙๗๐ ได้มีการประชุมคณะกรรมการ CUEBS (The Commission on Undergraduate Education in the Biological Sciences) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของบทเรียนแบบโมดูลดังนี้

๑. วัตถุประสงค์ของโมดูล (Purpose of Module) เป็นสิ่งที่บอกให้ผู้เรียนทราบว่าบทเรียนหรือเรื่องที่จะเรียนนั้น ๆ มีเนื้อหาอะไรบ้าง
๒. ความรู้และทักษะพื้นฐาน (Desirable Prerequisite Skill) ถ้าโมดูลนั้นต้องการทักษะเฉพาะอย่างก่อนที่ผู้เรียนจะเริ่มตนเรียน โมดูลนั้นจะต้องระบุออกมาให้ชัดเจนเพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองพร้อมที่จะเรียนโมดูลนั้นหรือไม่ ซึ่งในข้อนี้อาจไม่จำเป็น

ต้องทำได้

๓. วัตถุประสงค์ของการสอน (Instructional Objectives) เป็นการกำหนดพฤติกรรมของนักเรียนว่าผู้เรียนจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างไร หลังจากที่ได้ศึกษาจบบทเรียนแล้ว

๔. อุปกรณ์ประกอบการเรียน (Implementers for the Module) โมดูลบางเรื่องอาจต้องใช้วัสดุอุปกรณ์บางอย่างประกอบการเรียน เป็นต้นว่าอุปกรณ์การทดลอง หนังสืออ่านประกอบ สิ่งเหล่านี้จะต้องบอกไว้ให้พร้อมในโมดูลนั้น

๕. โปรแกรมการเรียนโมดูล (The Module Program) โมดูลที่ใช้สอนอาจทำได้หลายลักษณะ (a variety of forms) โดยที่ในการวางแผนการเรียนโมดูลจะต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด กิจกรรมอาจเป็นไปในรูปของการกระทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม

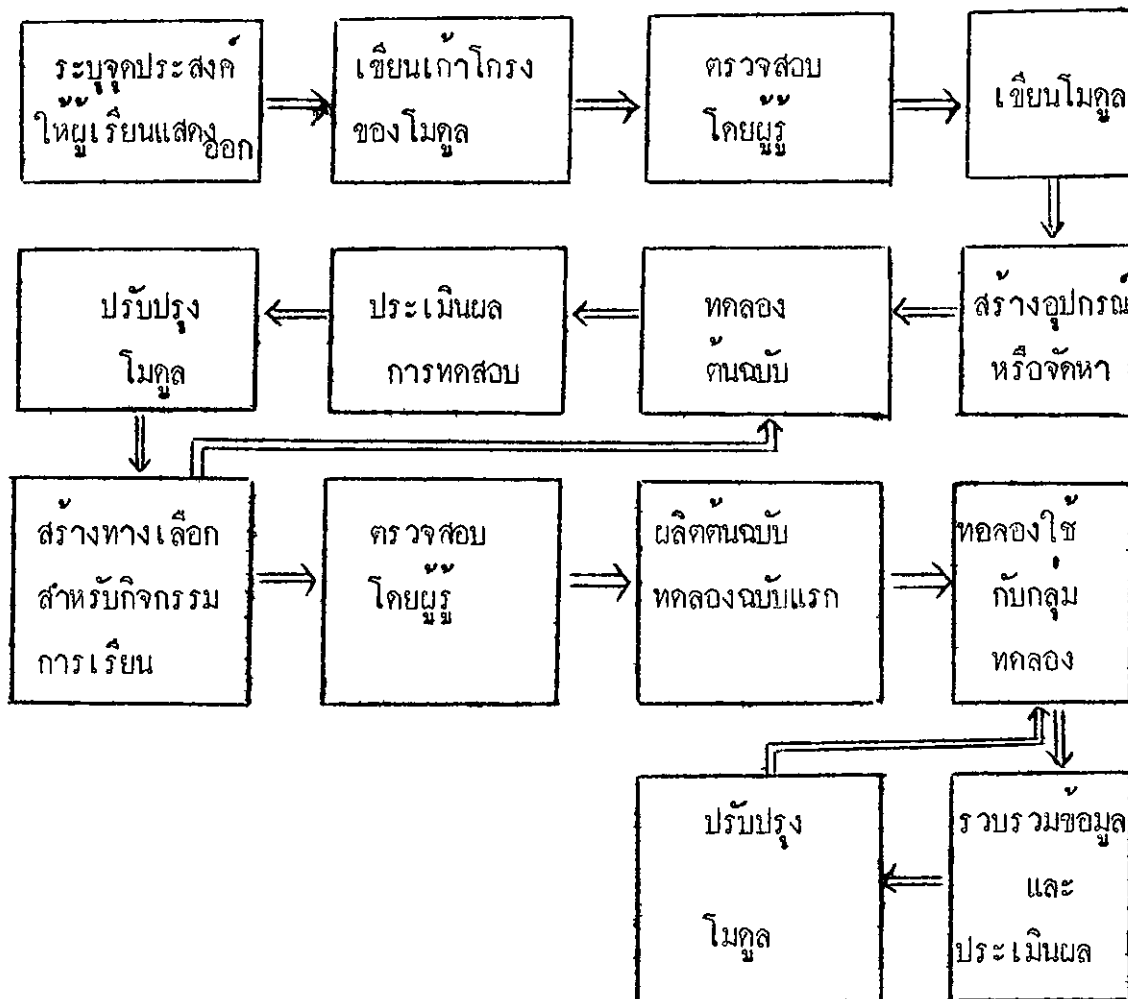
๖. การทดสอบผลการเรียน (Evaluative - test) ผลของการทดสอบจะเป็นเครื่องแสดงว่านักเรียนมีความสามารถสมกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่เพียงใด การทดสอบนี้อาจทำได้หลายลักษณะ เช่น ทดสอบด้วยการเขียน ปากเปล่า หรือปฏิบัติ เป็นต้น

นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น บางโมดูลอาจมีการทดสอบพื้นฐาน (Diagnostic Pre - test) ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง (Related Experiences) ที่เกี่ยวข้องกับความเหมาะสมของแต่ละโมดูล

กระบวนการในการสร้างโมดูล (Module Design Process)

เฮาส์ตัน (Houston , ๑๙๗๒ : ๗๖ - ๗๗) ได้กล่าวว่าไม่มีโมดูลใดที่สมบูรณ์ในตัวเอง จึงต้องมีการประเมินผลการใช้และการปรับปรุงแก้ไขอยู่เสมอ ลำดับขั้นตอนในการสร้างเป็นไปดังภาพ

ภาพแสดงลำดับขั้นตอนของการสร้างโมดูล



วงจรข้อมูลข้อมูลย้อนกลับ (Feedback loops) มีความสำคัญมากเพื่อเป็นหลักประกันคุณภาพและทำให้มีการแก้ไขปรับปรุงในโอกาสต่อไป

การวิจัยเกี่ยวกับการสอนบทเรียนแบบโมดูลในต่างประเทศ

มาร์เกิล (Markle , ๑๙๙๔ : ๕๑๕๑ - A) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้แบบเรียนที่เขียนคำถามไว้ในที่ต่าง ๆ กันและแบบเรียนที่ไม่มีคำถามจากศูนย์กิจกรรมโมดูลก่อนที่จะนำออกไปใช้กับครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ในการศึกษานี้ได้ใช้นักเรียนจำนวน ๕๐ คน ในแผนกวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่มหาวิทยาลัยจอร์เจีย โดยการเลือกมาอย่างสุ่ม (Random) และได้แบ่งนักเรียนออกเป็น ๕ กลุ่ม ทุกกลุ่มจะเรียนจากโมดูลที่มีแบบต่าง ๆ กัน แต่มีเนื้อหาเรื่องเดียวกัน คือการวัดในระบบเมตริก

ผลจากการศึกษาพบว่า ผู้เรียนจากโมดูลที่มีคำถามและไม่มีคำถามได้รับความรู้ ความเข้าใจแตกต่างกัน ผู้เรียนจากโมดูลที่เขียนคำถามไว้ในที่ต่างๆกันได้รับความรู้ ความเข้าใจและการนำไปใช้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕ นอกจากนั้นกลุ่มที่เรียนจากโมดูลที่มีคำถามยังสนับสนุนให้ เขียนคำถามไว้ที่ท้ายบทเรียน

จากการศึกษาครั้งนี้ยังสรุปได้อีกว่าแบบเรียนที่มีคำถามสามารถที่จะนำบทบทวนความรู้ไปเรื่องที่เรียนไปแล้วได้ แต่อย่างไรก็ตาม ควรจะต้องมีการปรับปรุง โมดูลอยู่เสมอไม่ควรทิ้งไว้นานเกินควร

เดลล์ (Dale , ๑๙๖๓ : ๒๔๘๘ - A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนระหว่างการสอนปกติ (Tradition Manner) กับการเรียนโดยใช้โมดูล (Learning Modules) ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน (The University of Wisconsin) ในวิชา Psychology of Experimental Child ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน โมดูลดีกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยการสอนตามปกติ และทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อการสอนของอาจารย์โดยใช้การสอนต่างกัน ไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

แฮทเชอร์ (Hatcher , ๑๙๖๓ : ๔๕๑๐ - A) ได้ศึกษาการใช้ Audiotutorial Modules ในการเตรียมตัวของอาจารย์ช่วยสอน (Graduate - Assistants) ในวิชา Microbiology โดยใช้วิธีสุ่มมา ๒ กลุ่ม กลุ่มละ ๕ คน กลุ่มหนึ่งให้ทำกิจกรรมสัมมนาโดยทำงานด้วยโมดูล (Modules) ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งใช้วิธีสัมมนาอย่างเดียวกัน และให้อาจารย์ทั้งสองกลุ่มไปควบคุมนักศึกษาในการทำการทดลองตัวต่อตัว ผลที่ปรากฏพบว่านักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในด้านความรู้เนื้อหา ทัศนคติที่มีต่อการสอน และการทดลองของนักศึกษา

ดิชเนอร์ (Dishner , ๑๙๖๓ : ๒๔๔๔ - A) ได้เปรียบเทียบใช้ Proficiency Modules สอนนักศึกษาระดับปริญญาตรีกับการสอนปกติ ในวิชา Reading Methodology เพื่อจะหาความแตกต่างในด้านความรู้เนื้อหาวิชา และการยอมรับในด้านการสอน โดยให้นักศึกษา ๑๑๑ คน แบ่งเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนตามปกติ อีกกลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้โมดูล เนื้อหาที่สอนนั้นมี ๕ หัวข้อคือ

๑. ทักษะในการจำคำ (Word Recognition Skill)
๒. การออกเสียง (Phonics)
๓. ทักษะในด้านการเข้าใจ (Comprehension Skill)
๔. ความถูกต้องในการอ่านบทเรียน (Directed Reading Lesson)
๕. Classroom Organization of Effective Reading Instruction

ผลปรากฏว่านักศึกษาชายเรียนจากโมดูลใน ๔ หัวข้อ ส่วนหัวข้อเรื่องทักษะในการจำคำ นักศึกษาชอบการสอนตามปกติ นักศึกษาที่ใช้โมดูลสามารถเรียนได้ครบเนื้อหาวิชาใน ๒ สัปดาห์ ส่วนนักศึกษาที่เรียนจากการสอนตามปกติโดยวิธีบรรยาย และอภิปราย ยังเรียนได้ไม่ครบ

คอร์โคแมน (Corcoran, ๑๙๗๔ : ๔๙๖ - A) ได้ทดลองใช้บทเรียนโมดูลเพื่อปรับปรุงและทดสอบความสามารถของครูก่อนที่จะออกไปทำการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา ซึ่งแต่ละโมดูลประกอบด้วยเนื้อหา ๖ หัวข้อ คือ วิธีแก้ปัญหา ทักษะในการแก้ปัญหา การประเมินผล การอภิปราย บทบาทของผู้นำการอภิปราย การใช้วิธีสอน การเตรียมการสอน ผลการทดลองปรากฏว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนตามจุดมุ่งหมาย

เดมอนด์ (Dedmond, ๑๙๗๔ : ๕๔๕ - A) ได้ทดลองใช้บทเรียนโมดูลที่ได้ออกแบบขึ้นนี้ให้กับเครื่องเสียงในวิชา Informal Reading Diagnosis and Correction กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีและนักศึกษาที่จบปริญญาแล้ว โดยให้นักศึกษาทั้ง ๒ กลุ่ม เรียนจากเครื่องเสียง ๖ เครื่อง ผลจากการทดลองปรากฏว่านักศึกษาได้รับความรู้เพิ่มขึ้น โดยดูจากคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการเรียนจากโมดูล นอกจากนั้นแบบเรียนนี้ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง (Competency - based)

การใช้บทเรียนแบบโมดูลในประเทศไทย

ระหว่างวันที่ ๒๕ ตุลาคม - พฤศจิกายน ๒๕๑๔ ที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ได้มีการสัมมนาปฏิบัติการเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนแบบโมดูล เพื่อใช้ในการสอนชีววิทยาและวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ จัดโดยคณะวิทยาศาสตร์ มี ศาสตราจารย์ - ดร. อีโกส (E. Kos) และอาจารย์สมศักดิ์ แสนสุข เป็นผู้นำในการสัมมนา

ธีระ จิตต์จนะ (ธีระ จิตต์จนะ, ๒๕๑๔ : ๔๒) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนชีววิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยใช้บทเรียนแบบโมดูล กับ

การสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า แบบเรียนโมดูลทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ไม่แตกต่างไปจากการสอนตามปกติ และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความพอใจที่ได้เรียนจากบทเรียนแบบโมดูล

ผลจากการวิจัยดังกล่าวมาแฉะแสดงว่า การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโมดูลกับการสอนตามปกติ ให้ผลในด้านการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน แต่การสอนแบบใช้บทเรียนแบบโมดูลมีข้อดีหลายประการ เช่น แก้ปัญหาในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล ใจทบทวนเรื่องที่เรียนไปแล้ว ช่วยผ่อนคลาย ง่ายต่อการคุมชั้น และใช้สอนนักเรียนได้คราวละมาก ๆ เป็นต้น จึงควรได้มีการส่งเสริมให้มีการสร้างบทเรียนโมดูลขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษา

วิธีดำเนินการ

๑. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของโรงเรียนวัดเพลงโสภณศิริราษฎร์ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี จำนวน ๖๐ คน ซึ่งเลือกมาอย่างสุ่ม (Random Sampling) ทำการทดลองในภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๕

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ๖๐ คนนี้ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น ๒ กลุ่มเท่าๆกัน กลุ่มละ ๓๐ คน ดังรายละเอียดที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ

กลุ่มตัวอย่าง	ชาย	หญิง	รวม
กลุ่มทดลอง	๑๑	๑๙	๓๐
กลุ่มควบคุม	๑๓	๑๗	๓๐
รวม	๒๔	๓๖	๖๐

จากตารางที่ ๑ จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมี ๖๐ คน เป็นชาย ๒๔ คน หญิง ๓๖ คน แยกออกเป็นกลุ่มทดลอง ๓๐ คน เป็นชาย ๑๑ คน หญิง ๑๙ คน และกลุ่มควบคุม ๓๐ คน เป็นชาย ๑๓ คน หญิง ๑๗ คน

ก่อนลงมือสอนผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องบรรยากาศ ที่สร้างขึ้น แล้วนำมาวิเคราะห์หาความแตกต่าง ความรู้พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
กลุ่มทดลอง	๓๐	๒๔.๔๖๓	๑๘.๒๕๗	๐.๐๖๓๕	> ๐.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๒๔.๕๓๓	๑๗.๔๕๔		

$$df = ๒๘, \quad t_{.๐๕} = \pm ๒.๐๔๕$$

จากตารางที่ ๒ จะเห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานในการเรียนเรื่อง
บรรยากาศในแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่านักเรียนในกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุมมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่จะเรียนแตกต่างกัน

// ๒. การสร้างบทเรียนโมดูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักและวิธีการเขียนบทเรียนโมดูล ศึกษาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์
และเลือกเนื้อหาวิชา เรื่องบรรยากาศ มาทำเป็นบทเรียนสำหรับการทดลอง

เมื่อเลือกเนื้อหาได้แล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียดจากหนังสือต่างๆ
คู่มือครู แล้วจึงทำการวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) โดยตั้งจุดมุ่งหมายทั่วไป
(General Objectives) จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
ทำ Test Item เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียน และเขียนบทเรียนให้สอดคล้อง
กับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

การสร้างบทเรียนโมดูลนี้ ผู้วิจัยได้สร้างตามแนวทางเขียนของ CUEBS
(The Commission on Undergraduate Education in the Biological
Sciences) ซึ่งแต่ละ โมดูลประกอบด้วยหัวข้อต่างๆดังนี้

๒.๑ วัตถุประสงค์ทั่วไปของโมดูล

๒.๒ ความรู้ทักษะและพื้นฐาน

๒.๓ วัตถุประสงค์ของการสอน

๒.๔ อุปกรณ์ประกอบบทเรียน โมดูล

๒.๕ โปรแกรมในการเรียน โมดูล

๒.๖ การทดสอบการเรียน

๓. การทดลองบทเรียนโมดูล

ผู้วิจัยได้นำบทเรียน โมดูลไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ซึ่งใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง และไม่เคยเรียนเรื่องนี้มาก่อน โดยดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

๓.๑ ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (one - to - one - testing) โดยนำบทเรียน โมดูลไปทดลองกับนักเรียนหนึ่งคน ขณะทำการทดลองผู้วิจัยคอยสังเกต เพื่อบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนพร้อมทั้งซักถามถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนจากบทเรียน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

๓.๒ ทดสอบแบบกลุ่มเล็ก (Small group testing) นำบทเรียนที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน ๔ คน ผู้วิจัยสังเกตและบันทึกเวลาที่ใช้ในการเรียน และดูว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพในการก่อให้เกิดการเรียนรู้มากน้อยเพียงไร โดยการให้นักเรียนทำข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากที่เรียนจบแล้ว เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของแบบเรียน

๓.๓ ทดสอบภาคสนาม (Field testing) นำบทเรียนที่ได้จากการปรับปรุงในข้อ ๒. ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน ๓๓ คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน และนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้งก่อนที่จะนำออกไปทดลองใช้สอนจริงกับนักเรียนในกลุ่มทดลอง

๔. การสร้างแบบทดสอบ

๔.๑ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาชีว ๒. เศรษฐ

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบที่ได้จากหนังสือเทคนิคการวัดผลของ ชาวล แพร์ทกุล (ชาวล แพร์ทกุล , ๒๕๑๖ : ๑๑๐ - ๒๓๓) หนังสือการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบของ วิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์ , ๒๕๑๖ : ๓๒ - ๔๔) แล้วจึงสร้างแบบทดสอบปรนัย

ชนิด ๔ ตัวเลือก จำนวน ๕๐ ข้อ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของโรงเรียนวัดเพลงโสภณศิริราษฎร์ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี จำนวน ๑๓๕ คน เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อสอบตามหลักการตัดกลุ่ม ๒๗ เปอร์เซนต์ เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำหาค่า P_H และ P_L โดยการเปิดตารางสำเร็จของ จุงท์ เทฟาน (Chung - Teh - Fan) เปรียบเทียบหาค่าความยากง่าย (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายข้อโดยถือค่า p ระหว่าง .๒๐ - .๘๐ และค่า r ตั้งแต่ .๒๐ ขึ้นไปแบบทดสอบนี้ผู้วิจัยได้เลือกเอาข้อสอบที่ดีไว้เพียง ๕๔ ข้อเท่านั้น ดังแสดงไว้ในภาคผนวก

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกไว้นี้ ได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน ๘๐ คน และนามาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ได้ค่าความเชื่อมั่น .๗๕

๔.๒ แบบทดสอบวัดทัศนคติที่มีต่อบทเรียนโมดูล

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล เป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย มีจำนวน ๑๖ ข้อ //

๕. การดำเนินการทดลอง

ในการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้คือ

๕.๑ แบ่งกลุ่มตัวอย่าง ๖๐ คน ออกเป็น ๒ กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง ๓๐ คน กลุ่มควบคุม ๓๐ คน

๕.๒ ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง เพื่อวัดพื้นฐานความรู้ในเนื้อหาที่จะเรียน

๕.๓ ดำเนินการสอนแก่กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ในเนื้อหาวิชาขอบเขตเดียวกัน และให้ทำแบบฝึกหัดบทพหุความรู้เหมือนกัน แต่วิธีการสอนแตกต่างกันดังนี้

๕.๓.๑ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ผู้วิจัยควบคุมชั้นอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเป็นรายบุคคลเมื่อมีปัญหาในการเรียน

๕.๓.๒ กลุ่มควบคุมดำเนินการสอนโดยใช้วิธีบรรยาย สาธิตการทดลอง อภิปราย ประกอบกับทัศนวัสดุอื่น ๆ ที่ไปใช้บทเรียนโมดูล ครูวิทยาศาสตร์ประจำโรงเรียนเป็นผู้ดำเนินการสอน

๖. การทดสอบ

ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบตามลำดับดังนี้ /

๑. ทดสอบก่อนทำการสอน (Pre - test) เพื่อวัดพื้นฐานก่อนการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

๒. ทดสอบหลังจากที่ได้เรียนรู้เนื้อหาครบแล้ว (Post - test) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

๓. นำนบบสอนตามทัศนคติที่มีต่อบทเรียน โมดูลไปให้นักเรียนกลุ่มทดลองตอบหลังจากการเรียนรู้เนื้อหาครบแล้ว เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียน โมดูลที่ได้สร้างขึ้นในการทดลองครั้งนี้

๗. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติต่างๆดังนี้

๗.๑ รายเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนจำนวนจากสูตร

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

$\bar{X}$ = รายเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๗.๒ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Diviation)คำนวณจากสูตร

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

S = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$ = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๓.๓ เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนระหว่างกลุ่มสองกลุ่ม ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

$\bar{X}_1$ = รายเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ ๑

$\bar{X}_2$ = รายเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ ๒

S_1^2 = ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ ๑

S_2^2 = ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ ๒

N_1 = จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ ๑

N_2 = จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ ๒

๓.๔ เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนในกลุ่มเดียวกัน ใช้สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

$\sum D$ = ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ
ทั้งสองครั้งนำมาเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคล

$\sum D^2$ = ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ
ทั้งสองครั้งนำมาเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลแต่
ละตัว ยกกำลังสอง

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๗.๕ การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบคำนวณจากสูตร

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนนจากการทดสอบ

p = อัตราคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อของแบบทดสอบ

q = อัตราคนที่ตอบผิดในแต่ละข้อของแบบทดสอบ

n = จำนวนข้อสอบ

๗.๖ หาทัศนคติของนักเรียนที่ตอบท.เรียน ใช้สูตร

$$\chi^2 = \frac{(a - b)^2}{a + b}$$

χ^2 = ค่า Chi - Square

a = ความถี่ตอบในทางสนับสนุน (Positive)

b = ความถี่ตอบในทางลบ (Negative)

บทที่ ๔

ผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็นตอนๆ ตามลำดับดังนี้

๑. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความรู้พื้นฐานระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
๒. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
๓. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
๔. หาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียน โมดูลในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ดังนี้คือ

N	=	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม
$\bar{X}$	=	รายเฉลี่ยของคะแนน
s^2	=	ความแปรปรวนของคะแนน
t	=	ค่าอัตราส่วนนัยสำคัญทางสถิติ
p	=	ระดับความเชื่อมั่น

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่จะเรียนกับนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อนำมาเปรียบเทียบดูว่า คะแนนความรู้พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันหรือไม่ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏตามที่แสดงไว้ในตารางที่ ๓

ตารางที่ ๓ เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
กลุ่มทดลอง	๓๐	๒๔.๔๖๗	๑๘.๒๕๗	๐.๐๒๕	> ๐.๐๕
กลุ่มควบคุม	๓๐	๒๔.๕๓๓	๑๗.๔๔๔		

$$df = ๒๘, \quad t = \pm ๒.๐๔๕$$

จากตารางที่ ๓ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความรู้พื้นฐานในเรื่องวิชาที่ศึกษาเหมือนกัน

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน

หลังจากการทดลองสอนสิ้นสุดลง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แล้วนำคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบกับคะแนนความรู้พื้นฐานในกลุ่มแต่ละกลุ่ม ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงไว้ในตารางที่ ๔ และตารางที่ ๕

ตารางที่ ๔ เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

คะแนน	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
ความรู้พื้นฐาน	๓๐	๒๔.๔๖๗	๑๘.๒๕๗	๑๖.๒๔๒	<๐.๐๐๑
ผลสัมฤทธิ์	๓๐	๓๕.๐๖๗	๒๑.๕๓๖		

$$df = ๒๙, \quad t = \pm ๓.๖๕๘$$

.๐๐๑

จากตารางที่ ๔ แสดงให้เห็นว่า รายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนความรู้พื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๐๑ แสดงว่านักเรียนในกลุ่มทดลองสามารถเรียนรู้ได้จากการเรียนโดยให้บทเรียนโมดูล

ตารางที่ ๕ เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม

คะแนน	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
ความรู้พื้นฐาน	๓๐	๒๔.๕๓๓	๑๗.๔๔๔	๒๐.๓๘๑	<๐.๐๐๑
ผลสัมฤทธิ์	๓๐	๓๕.๔๖๗	๑๘.๓๒๖		

$$df = ๒๙, \quad t = \pm ๓.๖๕๘$$

.๐๐๑

จากตารางที่ ๕ แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนความรู้พื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๐๑ แสดงว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมสามารถเรียนรู้ได้จากวิธีสอนตามปกติ

เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

หลังการทดลองผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม และนำคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เพื่อต้องการทราบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างไร ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังที่แสดงไว้ในตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t	p
กลุ่มทดลอง	๓๐	๓๘.๐๖๗	๒๑.๕๓๖	๓.๑๒๓	< ๐.๐๑
กลุ่มควบคุม	๓๐	๓๕.๔๖๗	๑๘.๓๒๖		

$$df = ๒๘,$$

$$t_{.๐๑} = \pm ๒.๗๕๐$$

จากตารางที่ ๒ ผลการวิเคราะห์พบว่ารายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนของนักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ แสดงว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียน โมดูลเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนตามปกติ

การหาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียน โมดูล

หลังจากที่นักเรียนกลุ่มทดลองได้เรียนจากบทเรียน โมดูลจบแล้ว ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถาม ถามถึงทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน โมดูล และนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์โดยการหาความถี่ และร้อยละของจำนวนนักเรียนทั้งหมด แล้วทดสอบด้วย Chi - square (χ^2) ผลการวิเคราะห์ในขั้นนี้ ทำให้ทราบว่านักเรียนมีความพอใจ และเห็นด้วยกับการเรียนโดยใช้บทเรียน โมดูลหรือไม่ ปรากฏผลดังตารางที่ ๓

ตารางที่ ๗ แสดงค่าความถี่ ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ให้ทัศนคติต่อบทเรียนโมดูล
และค่า Chi - square

ข้อความ	ความรู้สึก	เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วย		X ^๒
		ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	
เมื่อนักเรียนเรียน โดยใช้บทเรียนโมดูล						
นักเรียนมีความรู้สึกว่						
๑.	นักเรียนสามารถสรุปและจดบันทึกด้วยตนเองได้ดี	๒๕	๘๓.๓๓	๕	๑๖.๖๗	๑๓.๓๓
๒.	มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าตำราเรียนธรรมดา	๒๓	๗๖.๖๖	๗	๒๓.๓๔	๘.๕๓
๓.	ทำให้เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว	๒๖	๘๖.๖๖	๔	๑๓.๓๔	๑๖.๑๓
๔.	นักเรียนแสดงความสามารถได้เต็มที่	๒๔	๘๓.๓๓	๒	๖.๖๗	๒๒.๕๓
๕.	นักเรียนอาจเรียนซ้ำหรือเร็วได้ตามความสามารถของนักเรียนเอง	๒๒	๗๓.๓๓	๘	๒๖.๖๗	๖.๕๓
๖.	ส่งเสริมให้เกิดความคิดตลอดเวลา	๒๔	๘๐.๐๐	๖	๒๐.๐๐	๑๓.๒๓
๗.	ใช้ช่วยสอนแทนครูได้	๒๕	๘๓.๓๓	๕	๑๖.๖๗	๑๓.๓๓
๘.	นักเรียนได้ลงมือทำจริงๆ	๓๐	๑๐๐.	—	—	๓๐.๐๐
๙.	ช่วยแก้ปัญหาการเรียนไม่ทันเพื่อนได้	๒๓	๗๖.๖๖	๗	๒๓.๓๔	๘.๕๓
๑๐.	ยุ่งยากกว่าบทเรียนธรรมดา	๖	๒๐.๐๐	๒๔	๘๐.๐๐	๑๓.๓๓
๑๑.	ทำให้เหนื่อยและเบื่อหน่ายเป็นบางครั้ง	๗	๒๓.๓๔	๒๓	๗๖.๖๖	๘.๕๓
๑๒.	ทำให้นักเรียนรู้จักช่วยตนเองมากขึ้น	๒๕	๘๖.๖๖	๑	๓.๓๔	๒๖.๑๓

ข้อความ	ความรู้สึก	เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วย		χ^2
		ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	
๑๓. ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบมากขึ้น		๒๗	๕๐.๐๐	๓	๑๐.๐๐	๑๕.๒๐
๑๔. ส่งเสริมให้นักเรียนเดาคำตอบได้		๕	๑๖.๖๗	๒๕	๘๓.๓๓	๑๓.๓๓
๑๕. ใช้บทวนความรู้บางเรื่องที่เรียนแล้วได้		๒๘	๕๓.๓๓	๒	๖.๖๗	๒๒.๕๓
๑๖. ควรให้มีการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูลมากขึ้น		๒๙	๕๖.๖๖	๑	๓.๓๔	๒๖.๑๓

แต่ละข้อคำถามคิด $df = ๑$, $\chi^2_{.๐๒} = ๕.๔๑๒$

* เป็นคำถามในทางลบ (Negative) ดังนั้นถ้านักเรียนตอบไม่เห็นด้วยก็หมายความว่า นักเรียนมีทัศนคติสนับสนุนต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล

จากตารางที่ ๙ จะเห็นว่าในแต่ละข้อคำถาม นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีค่า χ^2 สูงสุดเป็น ๓๐ และค่าต่ำสุดเป็น ๖.๕๓ ซึ่งสูงกว่าค่า χ^2 ที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๒ เมื่อ $df = ๑$ ซึ่งแสดงว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียน โมดูลมีทัศนคติในทางสนับสนุนต่อการเรียนโดยใช้บทเรียน โมดูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๒

บทที่ ๕

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

๑. เพื่อสร้างบทเรียนแบบโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
๒. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโมดูลกับการสอนปกติ
๓. เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนแบบโมดูลที่สร้างขึ้นในการทดลองครั้งนี้

สมมุติฐานของการค้นคว้า

๑. นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ
๒. นักเรียนกลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นในการทดลองครั้งนี้

วิธีดำเนินการ

๑. การสร้างเครื่องมือ
 - ๑.๑. การสร้างบทเรียนแบบโมดูล สร้างโดยการวิเคราะห์งาน (Task Analysis) โดยดำเนินการดังนี้
 - ๑.๑.๑. ตั้งจุดมุ่งหมายทั่วไป
 - ๑.๑.๒. ตั้งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
 - ๑.๑.๓. กำหนดความคิดรวบยอด
 - ๑.๑.๔. สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด
 - ๑.๑.๕. เขียนบทเรียนให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

๑.๑.๖. นำบทเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง ๓ ครั้ง ครั้งที่หนึ่งทดลองกับเด็ก ๑ คน ครั้งที่สอง ทดลองกับเด็ก ๔ คน ครั้งที่สามทดลองกับเด็ก ๓๓ คน แต่ละครั้งผู้วิจัยสังเกตข้อผิดพลาดที่ผู้เรียนทำในบทเรียนและได้นำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้ได้บทเรียนที่ดียิ่งขึ้น

๑.๒. การสร้างแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่สร้างเป็นแบบปรนัยชนิด ๔ ตัวเลือก นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนในเนื้อหาเดียวกัน นำผลมาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค ๒๗ เปอร์เซนต์ หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เลือกข้อที่มีค่า p ระหว่าง .๒๐ - .๘๐ และค่า r ตั้งแต่ .๒๐ ขึ้นไป วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้ ๐.๙๙๕

๑.๓. การสร้างแบบสอบถามทัศนคติต่อบทเรียนโมดูล

สร้างเป็นแบบถามความคิดเห็นของนักเรียนในกลุ่มทดลองว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล แบบสอบถามมีจำนวน ๑๖ ข้อ

๒. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของโรงเรียนวัดเพลงโสภณศิริราษฎร์ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี จำนวน ๖๐ คน แบ่งเป็น ๒ กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ซึ่งมีจำนวนกลุ่มละ ๓๐ คน

๓. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลทำในภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๕ ผู้วิจัยทำการสอนกลุ่มทดลอง ครูประจำวิชาวิทยาศาสตร์ทำการสอนกลุ่มควบคุม โดยใช้คู่มือครู เนื้อหา ทำการทดสอบความรู้พื้นฐานก่อนทำการสอน ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เมื่อการสอนสิ้นสุดลง เชื่อมเดียวกัน และวัดทัศนคติต่อบทเรียนแบบโมดูลสำหรับกลุ่มทดลอง แล้วนำผลมาวิเคราะห์

๔. การวิเคราะห์ข้อมูล

๔.๑. เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้ t - test

๔.๒. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้พื้นฐาน
ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยใช้ $t_1 - test$

๔.๓. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยใช้ $t - test$

๔.๔. หากความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีทัศนคติ
ตอบทเรียนโมดูล แล้วทดสอบ $\chi^2 - square$ ($\times^2$)

สรุปผลการวิจัย

๑. นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง บรรยากาศ สูงขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๐๑

๒. นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑

๓. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติในทางสนับสนุนต่อการเรียนโดยใช้บทเรียน
โมดูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๕

อภิปรายผล

การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศ ในระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า บทเรียน
โมดูลสามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้คือนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติ
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ที่เป็น
เช่นผู้วิจัยก็คิดว่า บทเรียนโมดูลได้จัดเนื้อหาวิชาที่จะเรียนไว้เหมือนกับเนื้อหาวิชาที่ใช้
สอนตามปกติ แต่บทเรียนโมดูลได้แยกแยะให้มีลำดับการสอนที่ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย
ในด้านประสบการณ์การเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนจากการกระทำโดยตรง และเป็นบทเรียน
ที่เรียนด้วยตนเองโดยเน้นความสำคัญของการเรียนรู้ นักเรียนยังได้รับการฝึกการแก้
ปัญหา โดยบทเรียนมีปัญหามาไว้เป็นตอน ๆ นักเรียนจะต้องทำการทดลอง สังเกต
ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง เป็นการทำให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการ
เรียนตลอดเวลา นักเรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเองได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำได้

นักเรียนได้รู้จักแก้ไข ปรับปรุงการเรียนของตนนอกจากนี้นักเรียนสามารถเรียนไปตามอัตราความสามารถและสติปัญญาของตนเอง เมื่อนักเรียนคนใดยังไม่เข้าใจในบทเรียน ตอนนั้นก็จะเรียนซ้ำอีกครั้ง ซึ่งทำให้ไม่เสียเวลาแก่คนอื่น และขณะที่เรียนเมื่อเกิดมีปัญหาผู้วิจัยก็ได้ให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเป็นรายบุคคลไปด้วย จึงทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนดีขึ้น ดังนั้นในการที่ให้นักเรียนเรียนจากบทเรียนโมดูล ครูจึงทำหน้าที่เป็นผู้คอยกระตุ้น แนะนำแนวทาง และเป็นแหล่งความรู้ให้แก่นักเรียน

ส่วนการศึกษาศักยภาพของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโมดูลนั้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูล ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น บทเรียนโมดูลเป็นของใหม่ เป็นบทเรียนที่เร้าให้นักเรียนต้องตอบสนองโดยต้องลงมือกระทำจริง ๆ ตลอดเวลา และเป็นบทเรียนที่นักเรียนแสดงความสามารถของตนได้เต็มที่ จึงทำให้นักเรียนเกิดความตั้งใจและสนใจในการเรียน ทั้งนี้นักเรียนได้สนับสนุนข้อความในแบบสอบถามที่ว่า บทเรียนโมดูลทำให้นักเรียนได้ลงมือทำจริง ๆ และการเรียนด้วยบทเรียนโมดูลทำให้แสดงความสามารถได้เต็มที่ ซึ่งในแบบสอบถามทั้งสองข้อนักเรียนได้สนับสนุนมาเป็นอันดับหนึ่งและสองตามลำดับ

จากการสนทนากับนักเรียนโมดูลนี้ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน สังเกตได้จากในขณะที่ย่าน นักเรียนทุกคนตั้งใจเรียน หากการทดลองด้วยความตั้งใจ มีการปรึกษากันในกลุ่มเกี่ยวกับขณะที่ทำการทดลอง เอาใจใส่ในการเรียน เมื่อมีปัญหาที่ซักถาม และมีความพอใจในการเรียน ซึ่งสิ่งเหล่านี้คงมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเอง นอกจากนั้นยังพบวางยต่อการควบคุมชั้นเรียน ผู้สอนมีเวลาให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเป็นรายบุคคลโดยที่ไม่ทำให้นักเรียนคนอื่นต้องเสียเวลา

จากผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าการเรียนจากบทเรียนโมดูลและการสอนตามปกติทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เช่นเดียวกัน เป็นเรื่องชี้ให้เห็นว่า บทเรียนโมดูลสามารถใช้สอนแทนครูได้ ดังนั้นในสถานการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน บทเรียนโมดูลจึงเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่จะช่วยลดภาระของครูทำให้ครูมีเวลาทำงานหรือศึกษากิจการกรมอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมากขึ้น ทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้เด็กได้เรียนเป็น

รายบุคคลตามความสามารถของตนเอง และใช้สอนนักเรียนได้คราวละมาก ๆ โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนค่อยลง ทั้งยังอาจนำไปใช้ในการให้การศึกษานอกระบบโรงเรียนได้ด้วย

ขอเสนอแนะ

๑. ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าบทเรียนโมดูลสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ เช่น เกี่ยวกับการสอนตามปกติของครู ด้วยเหตุนี้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาจึงควรส่งเสริมให้มีการสร้าง การใช้บทเรียนโมดูลให้แพร่หลายยิ่งขึ้น โดยอาจจะทำได้ดังนี้

๑.๑. สถาบันฝึกหัดครูทุกระดับควรส่งเสริมการผลิตและการใช้บทเรียนโมดูลในสาขาวิชาต่าง ๆ ให้มากขึ้น เช่น สอนให้นักเรียนฝึกหัดครูได้รู้จักการสร้างบทเรียนโมดูล หรือครู อาจารย์ในสถาบันฝึกหัดครูก็ควรที่จะสร้างบทเรียนโมดูลขึ้นทดลองใช้กับนักเรียนครู

๑.๒. จัดฝึกอบรมครูประจำการให้รู้จักการสร้างบทเรียนโมดูลขึ้นใช้เอง หรือนำบทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นและทดลองใช้ได้ผลแล้วไปใช้ในโรงเรียน เพื่อเป็นการเผยแพร่และเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอน

๑.๓. รวบรวมจัดพิมพ์บทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นส่งไปให้ห้องสมุดตามโรงเรียนต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษากันกว่าเรียนด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นการแบ่งเบาภาระในการสอนของครู หรือนำไปใช้ในการให้การศึกษานอกระบบโรงเรียน

๒. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

๒.๑. ควรนำบทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นในการทดลองครั้งนี้ ไปทดลองใช้สอนกับนักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ เปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

๒.๒. ควรศึกษาผลการใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่าง ๆ กัน เพื่อดูว่าระดับใดได้ผลจากการเรียนมากที่สุด

๒.๓. ควรศึกษาความสามารถของนักเรียนในด้านการจดจำเนื้อหาวิชา
เมื่อเรียนโดยวิธีบทเรียนโมดูลไปแล้ว โดยการทดสอบหลังจากการเรียนรู้ในระยะเวลา
ต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ

បរិយាកាស

บรรณานุกรม

กอส สวัสดิพานิชย์ "การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาประเทศ" วารสารสภาการศึกษาแห่งชาติ

๕ : ๑ - ๑๓ เมษายน ๒๕๑๒

คณะผู้เชี่ยวชาญการสาขาศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป "บรรยากาศรอบตัวเรา" แบบเรียนวิทยาศาสตร์ประโยชน์มัธยมศึกษาตอนต้น หน้า ๓ - ๑ ถึง ๓ - ๔๖ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๒๕๑๗

ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช ๒๕๑๖, ๘๓๔ หน้า

ชูลี ชัยพิพัฒน์ และคนอื่น ๆ วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ พิมพ์ครั้งที่ ๓ ไทย-วัฒนาพานิช ๒๕๑๔, ๒๕๐ หน้า

ชูลี ชัยพิพัฒน์ สรุปและแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ พิมพ์ครั้งที่ ๑ ไทยวัฒนาพานิช ๒๕๑๔, ๒๓๔ หน้า

✓ ชีระ จิตจนะ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาไฟฟ้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยใช้แบบเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ ปรินญาณพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ๒๕๑๕, ๘๘ หน้า

✓ บุญมี กอนทอง "บทเรียนมอดูล" วิทยุสาร ๒๖ : ๒๑ - ๒๓ , ๑ มกราคม ๒๕๑๔ ประชุมสุข อาชาวบำรุง แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ พิมพ์ครั้งที่ ๔ นิยมวิทยา, ๒๕๑๔, ๒๕๓ หน้า

ประสิทธิ์ พิศาลวงษ์ "อากาศเสียจากรถยนต์" วารสารวันทรงกลม ๑๐๒ : ๓๔ - ๓๖ กันยายน - ตุลาคม ๒๕๑๔

เป็รื่อง กุมล แบบเรียนโปรแกรมเรื่องการจัดจุดมุ่งหมายในการสอน ปิตรสยาม ม.บ.ป. ๒๑ หน้า

หงษ์ พันธุกุล และคณิต อินจันทร์ตรงก์ วิชาความรู้รอบนระโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย อักษรเจริญทัศน์ ๒๕๑๖, ๓๔๓ หน้า

พิทักษ์ รัชพลเดช พฤติกรรมวิทยาสاتรรกับการพัฒนาประเทศ สื่อการก้า ๒๕๑๔, ๘๖ หน้า

ลัดดาวัลย์ กัณธุสุวรรณ์ "การเรียนรู้ตามความสามารถ" วารสารวิทยาศาสตร์

๒๕ : ๓๓ - ๔๑ พฤษภาคม ๒๕๑๔

วิจิตร ศรีสะอาด "เทคนิควิทยาทางการศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและ
เทคโนโลยีการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ๒๕๑๓, ๒๕๐ หน้า

วิเชียร เกตุสิงห์ คู่มือหลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ มงคลการพิมพ์ ๒๕๑๕,
๑๖๔ หน้า

วิเชียร เกตุสิงห์ การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น มงคลการพิมพ์ ๒๕๑๖, ๑๕๔ หน้า

วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, สมาคม สารานุกรมวิทยาศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ ๒

โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช ๒๕๑๔, ๓๐๖ หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง แบบเรียนสังคมศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายภาคเรียนที่ ๒

พิมพ์ครั้งที่ ๑ โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๐, ๒๕๓ หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ พิมพ์ครั้งที่ ๔

โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๐๗, ๑๗๗ หน้า

สมบูรณ์ ปัทมการณ์ "ปัญหาอากาศสกปรก" วารสารวิทยาศาสตร์ ๒๕ : ๒๕ - ๓๓

มกราคม ๒๕๑๖

Corcorman, Kathleen Anne, "Preparation of Pre - Service Teachers

to Use the Case Method : The Development and Empirical

Test of an Instructional Module" Dissertation Abstracts,

vol. ๒๔ , ๑๙๓๕ , P. ๔๔๓๖ - A

Creager, Joan G., and others, The Use of Modules in College

Biology Teaching, Commission on Undergraduate Education

in the Biological Sciences, ๑๙๓๑ , ๑๔๔ pp.

Dedmond, Iris Arrowood, "An Investigation to Determine the

Effectiveness of the Informal Classroom Reading Diagnosis

and Correction Modules" Dissertation Abstracts Vol. ๓๕ ,

No. ๔ , October, ๑๙๓๔ , p. ๔๔๔๔ - A

Fan, Chung - Teh, Item Analysis Table, Education Testing Service,

๑๕๕๓, ๓๒ P.P.

Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and

Education, Mc Graw - Hill Book Co., New York, ๑๕๖๖,

๕๖๖ p.p.

Garret, Henry E., Statistics in Psychology and Education, Vakils,

Fellr and Simons Private Ltd., ๑๕๖๖, ๔๕๐ p.p.

Houston, V. Robert and others Developing Instructional Modules,

College of Education, University of Houston, ๑๕๕๓, ๓๒ p.p.

Kibler, Robert J., and others. Objective for Instruction and

Educational, Allyn and Bacon Inc., Boston, ๑๕๕๓ p.p. - ๑๕๕๕

Mager, Robert F., Preparing Instructional Objective, Lear Siegler

Inc., Delmont, ๑๕๕๖, ๒๐ p.p.

Peterguin, Gagnor, Individualizing Learning through Modular -

Flexible Programming, Mc., Graw - Hill, ๑๕๖๔, ๑๕๐ p.

W. Dale, Mary Elizabeth "A Comparative Study of Achievement between

College Students being Taught in the Traditional Manner and

those Taught with Learning Modules" Dissertation Abstracts,

Vol. ๓๕, No. ๑๐, April, ๑๕๕๕, p. ๖๕๕ - A

ពាក្យស្នើសុំ

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์แบบทดสอบและข้อมูล

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ข้อที่	P _H	P _L	p	r	ข้อที่	P _H	P _L	p	r
๑	.๘๕	.๕๔	.๗๓	.๔๓	๒๘	.๘๕	.๒๓	.๖๐	.๖๓
๒	.๘๔	.๕๔	.๗๐	.๓๕	๒๙	.๘๓	.๖๗	.๗๕	.๒๑
๓	.๓๕	.๐๘	.๒๐	.๓๙	๓๐	.๘๑	.๓๘	.๖๐	.๕๕
๔	.๗๙	.๕๔	.๖๗	.๒๘	๓๑	.๓๙	.๑๔	.๒๔	.๒๘
๕	.๖๕	.๓๘	.๕๒	.๒๗	๓๒	.๕๑	.๒๒	.๓๖	.๓๑
๖	.๖๗	.๓๙	.๕๑	.๓๒	๓๓	.๙๔	.๖๒	.๘๐	.๔๗
๗	.๖๒	.๒๔	.๔๓	.๓๙	๓๔	.๘๑	.๖๖	.๖๔	.๓๘
๘	.๗๘	.๔๑	.๖๐	.๓๙	๓๕	.๖๓	.๓๘	.๕๑	.๒๕
๙	.๓๕	.๑๖	.๒๕	.๒๖	๓๖	.๗๘	.๖๒	.๗๕	.๓๒
๑๐	.๗๐	.๒๔	.๔๗	.๖๖	๓๗	.๗๓	.๑๔	.๔๕	.๕๔
๑๑	.๖๖	.๒๙	.๓๖	.๒๑	๓๘	.๗๓	.๑๙	.๔๕	.๕๔
๑๒	.๔๐	.๐๘	.๒๒	.๔๓	๓๙	.๕๑	.๓๒	.๔๑	.๒๐
๑๓	.๖๒	.๑๔	.๓๖	.๕๑	๔๐	.๙๒	.๔๑	.๖๙	.๕๘
๑๔	.๘๔	.๓๒	.๕๙	.๕๓	๔๑	.๖๕	.๒๗	.๖๖	.๓๙
๑๕	.๙๗	.๖๕	.๘๔	.๕๔	๔๒	.๖๐	.๒๒	.๔๐	.๓๙
๑๖	.๕๗	.๑๑	.๓๒	.๕๑	๔๓	.๗๙	.๓๐	.๕๕	.๙๙
๑๗	.๙๙	.๒๗	.๓๘	.๒๔	๔๔	.๑๖	.๓๒	.๒๔	.๒๑
๑๘	.๕๔	.๒๒	.๓๗	.๓๔	๔๕	.๕๔	.๑๔	.๓๓	.๕๕
๑๙	.๘๓	.๐๘	.๔๓	.๗๓	๔๖	.๗๕	.๕๗	.๖๖	.๒๐
๒๐	.๖๒	.๖๖	.๕๒	.๒๐	๔๗	.๕๐	.๓๒	.๔๐	.๒๐
๒๑	.๗๘	.๒๗	.๕๓	.๕๑	๔๘	.๖๐	.๑๔	.๓๙	.๙๙
๒๒	.๗๖	.๓๒	.๕๔	.๔๔	๔๙	.๕๗	.๓๕	.๖๖	.๒๒
๒๓	.๗๐	.๙๙	.๖๐	.๒๒	๕๐	.๕๑	.๑๖	.๓๒	.๒๙
๒๔	.๕๐	.๓๑	.๘๐	.๒๐	๕๑	.๓๘	.๒๑	.๒๙	.๒๐
๒๕	.๕๘	.๓๙	.๖๖	.๒๓	๕๒	.๓๐	.๑๑	.๒๐	.๒๘
๒๖	.๗๐	.๓๐	.๕๐	.๔๐	๕๓	.๗๕	.๕๕	.๕๑	.๔๑
๒๗	.๘๙	.๑๖	.๕๓	.๗๑	๕๔	.๘๔	.๗๗	.๖๗	.๔๑

ตารางวิเคราะห์ความถี่ของแบบทดสอบ

ข้อ	p	q	pq	ข้อ	p	q	pq
๑	.๘๓	.๑๗	.๑๔๑๑	๒๘	.๖๔	.๓๖	.๒๓๐๔
๒	.๘๐	.๒๐	.๑๖๐๐	๒๙	.๘๓	.๑๗	.๑๔๑๑
๓	.๒๗	.๗๓	.๑๙๗๑	๓๐	.๗๓	.๒๗	.๑๙๗๑
๔	.๕๖	.๔๔	.๒๔๖๔	๓๑	.๑๕	.๘๕	.๑๕๗๕
๕	.๔๔	.๕๖	.๒๔๖๔	๓๒	.๗๐	.๓๐	.๒๑๐๐
๖	.๕๗	.๔๓	.๒๔๔๑	๓๓	.๕๖	.๔๔	.๒๔๖๔
๗	.๔๔	.๕๖	.๒๔๖๔	๓๔	.๖๔	.๓๖	.๒๓๐๔
๘	.๘๐	.๒๐	.๑๖๐๐	๓๕	.๖๗	.๓๓	.๒๒๑๑
๙	.๒๕	.๗๕	.๑๘๗๕	๓๖	.๗๗	.๒๓	.๑๙๗๑
๑๐	.๖๑	.๓๙	.๒๓๙๑	๓๗	.๔๐	.๖๐	.๒๔๐๐
๑๑	.๓๔	.๖๖	.๒๒๖๔	๓๘	.๕๕	.๔๕	.๒๔๗๕
๑๒	.๓๙	.๖๑	.๒๓๙๑	๓๙	.๓๔	.๖๖	.๒๒๖๔
๑๓	.๕๗	.๔๓	.๒๔๔๑	๔๐	.๗๓	.๒๗	.๑๙๗๑
๑๔	.๘๐	.๒๐	.๑๖๐๐	๔๑	.๖๑	.๓๙	.๒๓๙๑
๑๕	.๘๖	.๑๔	.๑๒๐๔	๔๒	.๕๗	.๔๓	.๒๔๔๑
๑๖	.๒๕	.๗๕	.๑๘๗๕	๔๓	.๖๐	.๔๐	.๒๔๐๐
๑๗	.๕๕	.๔๕	.๒๔๗๕	๔๔	.๓๐	.๗๐	.๒๑๐๐
๑๘	.๕๕	.๔๕	.๒๔๗๕	๔๕	.๖๐	.๔๐	.๒๔๐๐
๑๙	.๕๕	.๔๕	.๒๔๗๕	๔๖	.๕๕	.๔๕	.๒๔๗๕
๒๐	.๕๕	.๔๕	.๒๔๗๕	๔๗	.๓๕	.๖๕	.๒๓๒๕
๒๑	.๕๐	.๕๐	.๒๕๐๐	๔๘	.๔๑	.๕๙	.๒๔๑๙
๒๒	.๖๗	.๓๓	.๒๒๑๑	๔๙	.๕๙	.๔๑	.๒๔๑๙
๒๓	.๖๑	.๓๙	.๒๓๙๑	๕๐	.๓๗	.๖๓	.๒๓๗๑
๒๔	.๑๗	.๘๓	.๑๔๑๑	๕๑	.๖๔	.๓๖	.๒๓๐๔
๒๕	.๕๕	.๔๕	.๒๔๗๕	๕๒	.๓๔	.๖๖	.๒๒๖๔
๒๖	.๗๐	.๓๐	.๒๑๐๐	๕๓	.๕๗	.๔๓	.๒๔๔๑
๒๗	.๗๓	.๒๗	.๑๙๗๑	๕๔	.๘๕	.๑๕	.๑๒๗๕
				$\Sigma pq = ๑๑.๕๖๖๖$			

p = อัตราความถี่ของข้อสอบในแต่ละข้อ, q = ๑ - p

การวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Variance) ของแบบทดสอบ

คะแนน	f	fx	fx ^๒	คะแนน	f	fx	fx ^๒
๔๙	๑	๔๙	๒๔๐๑	๒๐	๒	๔๐	๘๐๐
๔๘	๓	๑๒๖	๕๙๑๖	๑๙	๑	๑๙	๓๖๑
๔๗	๑	๔๗	๑๖๘๑	๑๘	๑	๑๘	๓๒๔
๔๖	๑	๔๖	๑๖๐๐	๑๗	๑	๑๗	๒๘๙
๓๙	๒	๗๘	๓๐๖๒	๑๖	๑	๑๖	๒๕๖
๓๘	๒	๗๖	๒๘๘๘				
๓๗	๕	๑๘๕	๖๘๐๕	Σ	๓๐	๒,๐๙๓	๖๕,๕๑๓
๓๖	๑	๓๖	๑๒๙๖				
๓๕	๓	๑๐๕	๓๖๗๕				
๓๔	๔	๑๓๖	๕๖๒๔				
๓๓	๓	๙๙	๓๒๖๗				
๓๒	๒	๖๔	๒๐๔๘				
๓๑	๔	๑๒๔	๓๘๕๖				
๓๐	๒	๖๐	๑๘๐๐				
๒๙	๒	๕๘	๓๓๖๔				
๒๘	๔	๑๑๒	๓๙๖๖				
๒๗	๒	๕๔	๑๖๘๔				
๒๖	๓	๗๘	๒๐๒๔				
๒๕	๓	๗๕	๑๘๗๕				
๒๔	๕	๑๒๐	๒๘๘๐				
๒๓	๒	๔๖	๑๐๕๔				
๒๒	๒	๔๔	๑๖๖๔				
๒๑	๓	๖๓	๑๙๐๓				

$$S^2 = \frac{N \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{N(N-1)}$$

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \frac{(๓๐ \times ๖๕,๕๑๓) - (๒,๐๙๓)^2}{๓๐ \times ๒๙} \\
 &= \frac{๔,๖๑๓,๕๑๐ - ๔,๓๘๐,๖๔๙}{๘๗๐} \\
 &= \frac{๒๓๓,๘๖๑}{๘๗๐} \\
 &= ๒๖๘.๖๙๒
 \end{aligned}$$

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ = ๒๖๘.๖๙๒

หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

n	$\sum pq$	$\frac{b}{s}$
๕๕	๑๑.๕๘๖๖	๔๔.๒๙๖๖

$$\text{จาก } r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

$$r_{tt} = \frac{๕๕}{๕๓} \left(1 - \frac{๑๑.๕๘๖๖}{๔๔.๒๙๖๖} \right)$$

$$= \frac{๕๕}{๕๓} \times \frac{๓๒.๗๐๙๖}{๔๔.๒๙๖๖}$$

$$= \frac{๑๑.๔๘๖๖}{๕๓}$$

$$= .๓๙๕$$

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น} = .๓๙๕$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนความรู้พื้นฐานของกลุ่มควบคุม

X	X ²	X	X ²
๒๔	๕๗๖	๓๓	๑๐๘๙
๒๓	๕๒๙	๒๕	๖๒๕
๓๓	๑๐๘๙	๓๔	๑๑๕๖
๓๐	๙๐๐	๒๗	๗๒๙
๒๔	๕๗๖	๒๓	๕๒๙
๒๑	๔๔๑	๑๖	๒๕๖
๒๒	๔๘๔	๑๕	๒๒๕
๒๔	๕๗๖	๒๔	๕๗๖
๒๔	๕๗๖	๑๔	๑๙๖
๒๔	๕๗๖	๑๔	๑๙๖
๒๕	๖๒๕	๒๖	๖๗๖
๒๔	๕๗๖	๒๕	๖๒๕
๒๔	๕๗๖	๒๖	๖๗๖
๒๕	๖๒๕	๒๕	๖๒๕
๒๒	๔๘๔	๒๐	๔๐๐
Σ		๓๓๖	๑๔,๕๖๔

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

$$= \frac{๓๓๖}{๓๐}$$

$$= ๒๔.๕๓๓$$

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

$$= \frac{(๓๐ \times ๑๔,๕๖๔) - (๓๓๖)^2}{๓๐ \times ๒๙}$$

$$= \frac{๔๔๖,๕๒๐ - ๔๔๑,๖๔๖}{๘๗๐}$$

$$= \frac{๑๔,๘๗๔}{๘๗๐}$$

$$= ๑๗.๑๕๘๑$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและกจางแปรปรวนของคะแนนความรูพื้นฐานกลุ่มทดลอง

X	X ^๒	X	X ^๒
๒๖	๖๗๖	๒๘	๕๗๖
๒๓	๕๒๙	๒๑	๔๔๑
๒๑	๔๔๑	๒๕	๖๒๕
๒๕	๖๒๕	๒๗	๗๒๙
๑๗	๒๘๙	๒๕	๖๒๕
๓๓	๑๐๘๙	๑๙	๓๖๑
๒๓	๕๒๙	๒๗	๗๒๙
๓๐	๙๐๐	๑๗	๒๘๙
๒๙	๘๔๑	๒๘	๕๗๖
๓๖	๑๒๙๖	๒๖	๖๗๖
๒๖	๖๗๖	๒๑	๔๔๑
๒๑	๔๔๑	๑๙	๓๖๑
๒๙	๘๔๑	๒๓	๕๒๙
๒๖	๖๗๖	๒๓	๕๒๙
๒๘	๗๘๔	๒๘	๗๘๔
Σ		๓๒๘	๑๒,๔๔๔

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

$$= \frac{๓๒๘}{๓๐}$$

$$= ๑๐.๙๓$$

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-๑)}$$

$$= \frac{(๓๐ \times ๑๒,๔๔๔) - (๓๒๘)^2}{๓๐ \times ๒๙}$$

$$= \frac{๕๕๔,๖๔๐ - ๑๐๗,๕๘๔}{๘๗๐}$$

$$= \frac{๔๔๗,๐๕๖}{๘๗๐}$$

$$= ๕๑.๒๕๙๔$$

การหาค่านัยสำคัญของคะแนนความรูพื้นฐานระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

$\bar{X}_1$	S_1^2	N_1
๒๘.๖๒๗	๑๘.๒๕๗	๓๐

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

กลุ่มควบคุม

$\bar{X}_2$	S_2^2	N_2
๒๘.๕๓๓	๑๗.๔๕๔	๓๐

$$= \frac{๒๘.๕๓๓ - ๒๘.๖๒๗}{\sqrt{\frac{๑๗.๔๕๔ + ๑๘.๒๕๗}{๓๐}}}$$

$$= \frac{.๐๖๖}{\sqrt{\frac{๓๕.๗๐๘}{๓๐}}}$$

$$= \frac{.๐๖๖}{๑.๐๔๑}$$

$$t = .๐๖๐๕$$

หาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของ
กลุ่มทดลอง

X	X ^๒	X	X ^๒
๓๘	๑๔๔๔	๔๓	๑๘๔๙
๓๖	๑๒๙๖	๓๖	๑๒๙๖
๓๓	๑๐๘๙	๔๐	๑๖๐๐
๓๘	๑๔๔๔	๓๖	๑๒๙๖
๔๐	๑๖๐๐	๔๑	๑๖๘๑
๔๔	๑๙๓๖	๒๙	๘๔๑
๒๙	๘๔๑	๓๘	๑๔๔๔
๓๙	๑๕๒๑	๓๒	๑๐๒๔
๔๑	๑๖๘๑	๔๔	๑๙๓๖
๔๕	๒๐๒๕	๓๙	๑๕๒๑
๔๔	๑๙๓๖	๔๐	๑๖๐๐
๔๓	๑๘๔๙	๔๒	๑๗๖๔
๔๒	๑๗๖๔	๓๙	๑๕๒๑
๔๐	๑๖๐๐	๔๒	๑๗๖๔
๔๔	๒๐๒๕	๔๓	๑๘๔๙
Σ		๑,๑๗๒	๔๖,๔๐๘

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

$$= \frac{๑,๑๗๒}{๓๐}$$

$$= ๓๙.๐๖๖๖$$

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-๑)}$$

$$= \frac{(๓๐ \times ๔๖,๔๐๘) - (๑,๑๗๒)^2}{๓๐ \times ๒๙}$$

$$= \frac{๑,๓๙๒,๒๔๐ - ๑,๓๗๓,๕๐๔}{๘๗๐}$$

$$= \frac{๑๘,๗๓๖}{๘๗๐}$$

$$= ๒๑.๕๓๔๖$$

หาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
ของกลุ่ณควบคุม

X	X ^๒	X	X ^๒
๓๕	๑๕๒๑	๓๘	๑๔๔๔
๒๗	๗๒๙	๓๕	๑๕๒๑
๓๕	๑๕๒๑	๔๘	๒๓๐๔
๓๖	๑๒๙๖	๓๒	๑๐๒๔
๓๖	๑๒๙๖	๓๐	๙๐๐
๓๐	๙๐๐	๓๓	๑๐๘๙
๓๓	๑๐๘๙	๓๕	๑๒๒๕
๓๘	๑๔๔๔	๓๗	๑๓๖๙
๓๗	๑๓๖๙	๓๕	๑๕๒๑
๓๘	๑๔๔๔	๓๒	๑๐๒๔
๓๕	๑๒๒๕	๓๕	๑๕๒๑
๓๖	๑๒๙๖	๓๒	๑๐๒๔
๓๒	๑๐๒๔	๔๐	๑๖๐๐
๓๐	๙๐๐	๔๐	๑๖๐๐
๓๒	๑๐๒๔	๓๒	๑๐๒๔
Σ	๑,๐๖๔		๓๔,๒๖๘

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

$$= \frac{๑,๐๖๔}{๓๐}$$

$$= ๓๕.๔๖๖๖$$

$$S = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-๑)}$$

$$= \frac{(๓๐ \times ๓๔,๒๖๘) - (๑,๐๖๔)^2}{๓๐ \times ๒๙}$$

$$= \frac{๑,๑๔๘,๐๔๐ - ๑,๑๓๒,๐๙๖}{๘๗๐}$$

$$= \frac{๑๕,๙๔๔}{๘๗๐}$$

$$= ๑๘.๓๒๖๘$$

เปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

$\bar{X}_1$	S_1^2	N_1
๓๔.๐๖๖๖	๒๑.๕๓๕๖	๓๐

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

กลุ่มควบคุม

$\bar{X}_2$	S_2^2	N_2
๓๕.๔๖๖๖	๑๘.๓๒๖๔	๓๐

$$= \frac{34.0666 - 35.4666}{\sqrt{\frac{21.5356}{30} + \frac{18.3264}{30}}}$$

$$= \frac{3.6}{\sqrt{\frac{38.862}{30}}}$$

$$= \frac{3.6}{\sqrt{1.2954}}$$

$$= \frac{3.6}{1.1382}$$

$$= 3.1639$$

การหาคำนัยสำคัญระหว่างคะแนนการทดสอบความรู้พื้นฐานกับคะแนนจากการสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของกลุ่มทดลอง

เลขที่	Pre	Post	D	D ^๒	เลขที่	Pre	Post	D	D ^๒
๑	๒๒	๓๘	๑๖	๑๔๔	๑๖	๒๔	๔๓	๑๙	๓๖๑
๒	๒๓	๓๖	๑๓	๑๖๙	๑๗	๒๑	๓๖	๑๕	๒๒๕
๓	๒๑	๓๓	๑๒	๑๔๔	๑๘	๒๕	๔๐	๑๕	๒๒๕
๔	๒๕	๓๘	๑๓	๑๖๙	๑๙	๒๗	๓๖	๙	๘๑
๕	๑๗	๔๐	๒๓	๕๒๙	๒๐	๒๘	๔๑	๑๖	๒๕๖
๖	๓๓	๔๔	๑๑	๑๒๑	๒๑	๑๙	๒๙	๑๐	๑๐๐
๗	๒๓	๒๗	๔	๑๖	๒๒	๒๗	๓๘	๑๖	๒๖๑
๘	๓๐	๓๙	๙	๘๑	๒๓	๑๗	๓๒	๑๕	๒๒๕
๙	๒๙	๔๑	๑๒	๑๔๔	๒๔	๒๔	๔๔	๒๐	๔๐๐
๑๐	๓๖	๔๕	๙	๘๑	๒๕	๒๖	๓๙	๑๖	๒๖๑
๑๑	๒๖	๔๔	๑๘	๓๒๔	๒๖	๒๑	๔๐	๑๙	๓๖๑
๑๒	๒๑	๔๓	๒๒	๔๘๔	๒๗	๑๙	๔๖	๒๓	๕๒๙
๑๓	๒๙	๔๖	๑๓	๑๖๙	๒๘	๒๓	๓๘	๑๖	๒๖๑
๑๔	๒๖	๔๐	๑๔	๑๙๖	๒๙	๒๓	๔๖	๑๙	๓๖๑
๑๕	๒๔	๔๘	๒๔	๕๗๖	๓๐	๒๘	๔๓	๒๑	๔๔๑
								Σ	๔๔๖
									๗,๒๒๘

สูตร

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{๔๔๖}{\sqrt{\frac{(๓๐ \times ๗,๒๒๘) - (๔๔๖)^2}{๒๙}}} \\
 &= \frac{๔๔๖}{๒๗.๒๑๓} \\
 &= ๑๖.๒๑๑๖
 \end{aligned}$$

การนับสีกัมพิระหว่างคะแนนความรูพื้นฐานกับคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มความคุม

เลขที่	Pre	Post	D	D ^๒	เลขที่	Pre	Post	D	D ^๒
๑	๒๔	๓๕	๑๕	๒๒๕	๑๖	๓๑	๓๘	๗	๔๙
๒	๒๓	๒๗	๔	๑๖	๑๗	๒๕	๓๕	๑๐	๑๐๐
๓	๓๑	๓๕	๔	๑๖	๑๘	๓๔	๔๔	๑๐	๑๐๐
๔	๓๐	๓๖	๖	๓๖	๑๙	๒๗	๓๖	๙	๘๑
๕	๒๔	๓๖	๑๒	๑๔๔	๒๐	๒๓	๓๐	๗	๔๙
๖	๒๑	๓๐	๙	๘๑	๒๑	๑๖	๓๓	๑๗	๒๘๙
๗	๒๒	๓๓	๑๑	๑๒๑	๒๒	๑๕	๓๕	๑๖	๒๕๖
๘	๒๔	๓๘	๑๔	๑๙๖	๒๓	๒๔	๓๗	๑๓	๑๖๙
๙	๒๕	๓๗	๑๒	๑๔๔	๒๔	๑๘	๓๕	๑๖	๒๕๖
๑๐	๒๔	๓๘	๑๔	๑๙๖	๒๕	๑๘	๓๖	๑๘	๓๒๔
๑๑	๒๕	๓๕	๑๐	๑๐๐	๒๖	๒๖	๓๕	๑๐	๑๐๐
๑๒	๒๔	๓๖	๑๒	๑๔๔	๒๗	๒๕	๓๖	๑๑	๑๒๑
๑๓	๒๔	๓๖	๑๒	๑๔๔	๒๘	๒๖	๓๖	๑๐	๑๐๐
๑๔	๒๕	๓๐	๕	๒๕	๒๙	๒๕	๓๐	๑๑	๑๒๑
๑๕	๒๒	๓๖	๑๐	๑๐๐	๓๐	๒๐	๓๖	๑๖	๒๕๖
								Σ	๔,๐๓๔

จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

$$t = \frac{๓๓๘}{\sqrt{\frac{(๓๐ \times ๔๐๓๔) - (๓๓๘)^2}{๒๙}}}$$

$$= \frac{๓๓๘}{\sqrt{\frac{๓๕๓๖}{๒๙}}}$$

$$= \frac{๓๓๘}{๑๖.๕๔๐๑} = ๒๐.๓๘๐๕$$

ทัศนคติที่มีต่อบทเรียน โน้ตบุ้ลใช้ทดสอบด้วย Chi-Square

$$\chi^2 = \frac{(a - b)^2}{a + b}$$

a = ความถี่ที่ตอบในทางสนับสนุน (Positive)

b = ความถี่ที่ตอบในทางลบ (Negative)

χ^2 = Chi - Square

$$\begin{aligned} \text{ข้อที่ ๑} &= \frac{(25 - 5)^2}{30} = \frac{(20)^2}{30} \\ &= 13.33 \end{aligned}$$

ด้วยวิธีคำนวณอย่างเดียวกันได้ค่า Chi - Square ของแต่ละข้อดังนี้

ข้อที่	Chi - Square	ข้อที่	Chi - Square
๒	๘.๕๓	๑๐	๑๓.๓๓
๓	๑๖.๑๓	๑๑	๘.๕๓
๔	๒๒.๕๓	๑๒	๒๖.๑๓
๕	๖.๕๓	๑๓	๑๘.๒๐
๖	๑๓.๓๓	๑๔	๑๓.๓๓
๗	๓๐.๐๐	๑๕	๒๒.๕๓
๘	๘.๕๓	๑๖	๒๖.๑๓
๙	๑๓.๓๓		

ภาคผนวก ข.

บทเรีเณโนตุลที่ใช้ในการทดลอง

Module : เรื่องบรรยากาศ

หลักการและเหตุผล

เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้ได้ไม่เท่ากัน บางคนอาจจะเรียนรู้ได้เร็ว บางคนอาจเรียนรู้ได้ช้า แตกต่างกันไป บทเรียนนี้จึงสร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนเรียนไปตามความสามารถของตนเอง นอกจากนั้นยังมีวัตถุประสงค์ดังนี้คือ

๑. เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักรับผิดชอบตนเองในงานที่ได้รับมอบหมายให้ทำ การเรียนในโมดูลนี้จึงเป็นการเรียนด้วยตนเอง

๒. เพื่อฝึกความสามารถในการแสดงออก และฝึกทักษะการใช้ความคิด จึงมีการทดลองให้ทำ มีเนื้อเรื่องให้อ่าน และคำถามให้ตอบ

๓. เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ มีความคุ้นเคยกับการแสวงหาข้อมูลประกอบการเรียนด้วยตนเอง

๔. เพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงเรื่องราวของบรรยากาศ ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่รอบๆตัวของนักเรียนเอง และเพื่อที่จะได้นำความรู้ในเรื่องนี้อธิบายสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

๑. วัตถุประสงค์ทั่วไปของบทเรียน

สิ่งที่นักเรียนจะได้ภายหลังจากที่เรียนจบบทเรียนนี้ก็คือ มีความรู้เกี่ยวกับ

๑.๑ ความหมายของบรรยากาศ

๑.๒ ความดันของบรรยากาศ

๑.๓ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ปริมาตร ความดัน และความหนาแน่นของ

บรรยากาศ

๑.๔ ส่วนประกอบและประโยชน์ของบรรยากาศ

๑.๕ สภาพอากาศเป็นพิษ

๑.๖ การเกิดลม และลมชนิดต่างๆ

๑.๗ ความชื้นในบรรยากาศ

๑.๘ น้ำในบรรยากาศ และการตรวจลักษณะของบรรยากาศ

๒. วัตถุประสงค์เฉพาะ

๒.๑ นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือในการทดลองได้เป็นอย่างดี ความวิธีการทดลองที่กำหนดให้ พร้อมทั้งสามารถสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

๒.๒ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ควรจะตอบคำถามในแบบทดสอบได้ถูกต้อง

การประเมินผลเบื้องต้น

นักเรียนต้องตอบข้อทดสอบ เพื่อวัดความรู้พื้นฐานในบทเรียนว่านักเรียนมีความรู้ในเรื่องนี้หรือไม่ ถ้านักเรียนสามารถตอบข้อทดสอบได้ถึง ๘๐ % นักเรียนก็อาจไม่ต้องเรียนบทเรียนนี้ได้ ใช้เวลาในการทำข้อทดสอบประมาณ ๒๐ นาที

กิจกรรมในการเรียน

สิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติในการเรียนมีดังนี้

๑. รับการทดสอบพื้นฐานความรู้เดิม

๒. รับบทเรียนที่เรียนด้วยตนเองจากครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์

๓. จัดหาอุปกรณ์การทดลอง ถ้ามบทเรียนนี้มีการทดลองอยู่ด้วย

๔. ศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง

๕. เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว นักเรียนก็รับแบบทดสอบมาทำ เพื่อดูว่านักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนในครั้งนี้นักน้อยเพียงใด

รายละเอียดของกิจกรรมการเรียน

การเรียนรูบทเรียนต่างๆทุกบทนั้น นักเรียนอาจจะเลือกศึกษาค้นคว้า ทำความเข้าใจด้วยตนเอง หรืออาจจะรวมกับเพื่อนร่วมชั้นเป็นกลุ่มก็ได้แล้วแต่ใจสมัคร เพราะบทเรียนนี้มีวัตถุประสงค์จะให้ให้นักเรียนรับผิดชอบในการเรียนด้วยตนเอง ระหว่างที่ศึกษาบทเรียนนี้หากมีข้อสงสัยประการใด ก็อาจสอบถามจากครู อาจารย์ผู้สอนให้ชี้แจงเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มก็ได้

ในบทเรียนแต่ละบทจะมีสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติคือ จัดหาอุปกรณ์การทดลอง อ่านวิธีการทำการทดลองก่อนที่จะทำการทดลอง และเมื่อทำการทดลองแล้ว นักเรียนก็สรุปผลการทดลอง แล้วตรวจดูคำตอบว่าการทดลองที่นักเรียนทำนั้นได้ผลตรงตามคำตอบหรือไม่

นอกจากนี้ยังมีเนื้อหาให้นักเรียนอ่าน คำถามเกี่ยวกับเรื่องที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนจะต้องตอบคำถามลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ หลังจากตอบแล้วนักเรียนก็

เปิดดูคำตอบซึ่งมีอยู่ในตอนต่อไปท้ายข้อนั้น ว่าตอบได้ถูกต้องหรือตอบในทำนองเดียวกันกับคำตอบหรือไม่ ถ้าตอบผิดก็ไม่ใช่เป็นไร นักเรียนก็กลับไปอ่านบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง เพื่อทำความเข้าใจ แต่ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจก็ทำเครื่องหมายไว้ และนำมาสอบถามจากครูผู้สอนประจำวิชานั้น

หมายเหตุ นักเรียนอย่าเปิดดูคำตอบก่อนที่จะตอบคำถามทุกข้อ เพราะจะทำให้นักเรียนไม่ได้ใช้ความรู้ ความคิดอะไรเลย ซึ่งผิดวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียนนี้ ทั้งที่นักเรียนมีความสามารถที่จะใช้ความรู้ ความคิดได้ถูกต้อง

การประเมินผลหลังการเรียน

ประเมินผลโดยให้นักเรียนทำข้อทดสอบฉบับเดียวกันกับที่ใช้ในการประเมินผลเบื้องต้น หากผลการสอบข้อสอบของนักเรียนยังไม่เป็นที่พอใจ ครู อาจารย์ผู้สอนอาจให้นักเรียนผู้นั้นกลับไปอ่านบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง แล้วมาทำการทดสอบเพื่อดูผลการเรียนอีกครั้งได้

เรื่องคุณสมบัติของบรรยากาศ

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

บทเรียนนี้กล่าวถึง ความหมายของบรรยากาศและคุณสมบัติบางประการของบรรยากาศ
ความรู้พื้นฐาน

สสารคือสิ่งที่ต้องการที่อยู่ มีตัวตน มีน้ำหนัก และสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัส เช่น ตา หู จมูก ผิวกาย

วัตถุประสงค์ของการเรียน สิ่งที่นักเรียนควรปฏิบัติได้เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว มีดังนี้

๑. บอกความหมายของบรรยากาศได้ถูกต้อง
๒. ทำการทดลองเพื่อสรุปได้ว่าอากาศเป็นสสาร อากาศมีแรงดัน
๓. บอกเหตุผลได้ว่าเหตุใดอากาศจึงมีแรงดัน
๔. อธิบายได้ว่า แรงดันของอากาศที่ตกลงบนพื้นที่ต่าง ๆ กัน มีค่าต่างกันอย่างไร

อุปกรณ์ประกอบบทเรียน

แก้วน้ำ กระจกแข็ง น้ำ อ่างน้ำ ไม้ไผ่เหลาแล้วขนาดใบก้านชุปยาว ๑ ฟุต ๑ อัน
ค้าย ลูกโป่ง ๒ ใบ กระจกหนึ่งสี่พิมพ์ ๒ แผ่น ก้านไม้ขีด

โปรแกรมในการเรียน

การใช้แบบเรียนนี้นักเรียนต้องปฏิบัติดังนี้

๑. เริ่มอ่านบทเรียนตอนแรก และตอบคำถามลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้
๒. ทำการทดลองตามลำดับที่กำหนดให้ ก่อนทำการทดลองนักเรียนจะต้องอ่านวิธีทดลองให้เข้าใจเสียก่อน และขณะทำการทดลอง นักเรียนจะต้องสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้นอย่างรอบคอบ
๓. ตอบคำถามลงในที่ว่างที่เว้นไว้ให้ เมื่อตอบแล้วก็ตรวจคำตอบที่มีอยู่ที่ทำบทเรียนว่านักเรียนตอบได้ถูกต้องหรือไม่

บทเรียน

บรรยากาศ หมายถึงอากาศที่ห่อหุ้มโลกตั้งแต่พื้นดินไปจนถึงระดับสูง และเนื่องจากบรรยากาศมีอยู่ทุกหนทุกแห่ง แม้ว่าเราจะมองไม่เห็น แต่เราก็ดำรงไว้ได้จากผลที่ปรากฏเช่น อากาศที่กำลังเคลื่อนที่ ทำให้ใบไม้ไหว เมื่อลมพัดมาถูกตัวเราทำให้เรารู้สึกเย็น เป็นต้น สิ่งเหล่านี้แสดงว่าอากาศมีอยู่จริง

อากาศที่มีอยู่รอบตัวเรา และมีอยู่ทั่วไปนั้น ก็เรียกว่า

ตอนต่อไปให้นักเรียนทำการทดลองดูว่าอากาศเป็นสสารหรือไม่

การทดลองหาสมบัติบางประการของบรรยากาศ

จุดมุ่งหมาย เพื่อให้ให้นักเรียนทำการทดลองและสรุปได้ว่าอากาศ เป็นสสารหรือไม่

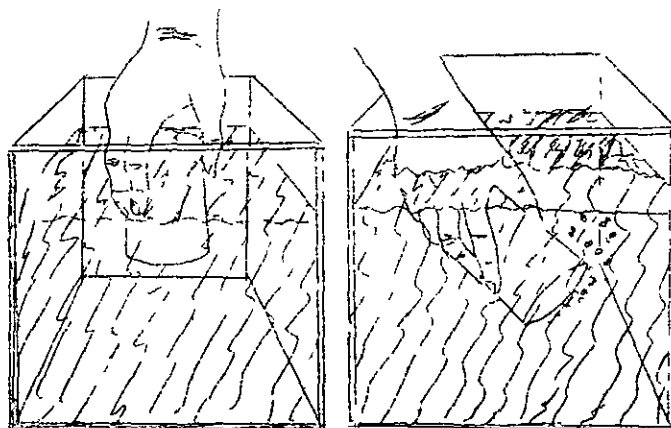
อุปกรณ์

๑. แก้วน้ำ อ่างน้ำ น้ำ
๒. ไม้ไผ่เหลาขนาดเล็กยาว ๑ ฟุต ๑ อัน
๓. ด้าย ลูกโป่ง ๒ ใบ

ความรู้พื้นฐาน นักเรียนควรทราบบางความหมายของสสาร ถ้าไม่ทราบก็พลิกกลับไปดูที่หน้าแรก

วิธีทดลอง (ตอนที่ ๑)

๑. ใส่น้ำลงในอ่างประมาณ $\frac{1}{2}$ ของอ่าง
๒. คว่ำปากแก้วลงผิวน้ำให้ตรงๆ แล้วกดลงในน้ำ ดังรูปที่ ๑ อย่างช้าๆตามรูปที่ ๒
๓. สังเกตดูน้ำที่เข้าไปในแก้ว



รูปที่ ๑

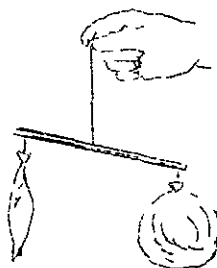
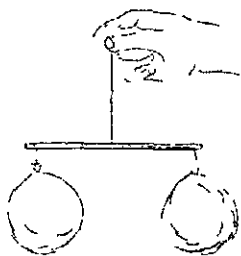
รูปที่ ๒

คำถาม

๑. ก่อนกดแก้วลงในน้ำนักเรียนทราบหรือไม่ว่ามีอะไรอยู่ในแก้ว
.....
๒. เมื่อกดแก้วลงในน้ำแล้ว น้ำจะเข้าไปในแก้วได้มากน้อยเท่าใด
.....
๓. การที่น้ำเข้าไปในแก้วได้มากน้อยตามข้อ ๒. นั้น เป็นเพราะเหตุใด
.....

วิธีทดลอง (ตอนที่ ๒)

๑. นำลูกโป่งทั้งสองลูก แล้วเอาด้ายผูกให้เงื่อนที่ผูกแก้ได้ง่าย และผูกปลายไม้ไผ่ ดังรูป และทำให้คานอยู่ในสมดุลย์
๒. คลายเงื่อนปล่อยลมออกจากลูกโป่งใบที่หนึ่งจนหมด ดังรูป



คำถาม

๑. เมื่อปล่อยลมออกจากลูกโป่งใบที่หนึ่ง คานจะเอียงไปทางไหน และการที่เห็นเช่นนั้นแสดงว่าอย่างไร
.....
๒. จากการทดลองทั้งสองตอน นักเรียนสรุปคุณสมบัติของบรรยากาศได้คือ . .
.....

นักเรียนทำการทดลองได้อย่างนี้หรือไม่

(ตอนที่๑) ก่อนกดแก้วลงในน้ำ นักเรียนคงทราบว่าอากาศอยู่ในแก้ว และเมื่อกดแก้วลงในน้ำ น้ำจะเข้าไปในแก้วบ้างได้ แต่ถ้านักเรียนกดแก้วลงตรงๆ หรือถ้านักเรียนกดแก้วเอียงเล็กน้อยน้ำจะเข้าไปในแก้วบ้างเล็กน้อย ที่เป็นเช่นนั้นเพราะอากาศที่อยู่ในแก้วต้องการที่อยู่จึงดันน้ำให้น้ำเข้าไป

(ตอนที่๒) เมื่อปล่อยลมออกจากลูกโป่งใบหนึ่ง ลมจะเอียงไปทางด้านที่ลูกโป่งมีอากาศอยู่ การที่เป็นเช่นนี้แสดงว่าอากาศมีน้ำหนัก

ถ้านักเรียนทำการทดลองแล้วยังไม่แน่ใจว่า ได้ถูกต้องตามแบบนี้ นักเรียนก็กลับไปอ่านบทเรียนอีกครั้งแล้วทำการทดลองใหม่

และจากการทดลองในตอนนี้ เราสรุปได้ว่า อากาศต้องการที่อยู่ มีน้ำหนัก

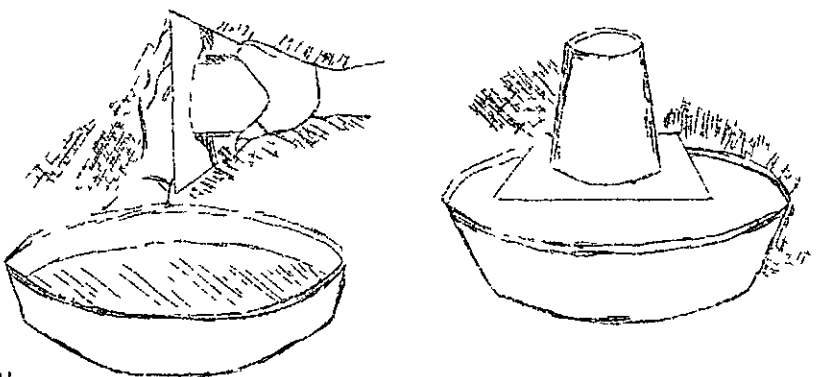
การทดลองหาสมบัติทางประการของบรรยากาศ

จุดมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนทำการทดลองและสรุปว่าบรรยากาศมีแรงดันหรือไม่

- อุปกรณ์
๑. ถ้วยแก้วหนึ่งใบ กระจกแข็ง
 ๒. ถังน้ำ น้ำ
 ๓. กระจกหนึ่งสี่พิมพ์ ๒ แผ่น
 ๔. ค่ายยาว ๑ เมตร ก้านไม้ขีด

วิธีทดลอง (ตอนที่ ๑)

๑. เติมน้ำใส่ถ้วยแก้วให้เต็ม ใช้กระจกแข็งปิดปากแก้วให้สนิทอย่าให้มีอากาศหลงเหลืออยู่ในแก้ว (กระจกที่ใช้ปิดด้วยแก้วระวังอย่าให้เปียกน้ำ)
๒. ใช้มือข้างหนึ่งตะแคงกระจกที่ปิดปากถ้วย แล้วค่อยๆ ถ่วงแก้วลงที่เหนืออ่างน้ำ (ดังรูป)
๓. ปล่อยมือจากกระจกแข็งที่ปิดปากถ้วยแก้ว สังเกตดูว่ากระจกหลุดจากถ้วยแก้วหรือไม่
๔. ค่อยๆ เหยียงถ้วยแก้วขึ้นดังเดิม สังเกตดูว่ากระจกแข็งหลุดจากถ้วยหรือไม่
๕. เหยียงถ้วยแก้วไปในทิศทางต่างๆ กัน สังเกตดูว่ากระจกแข็งหลุดจากถ้วยหรือไม่



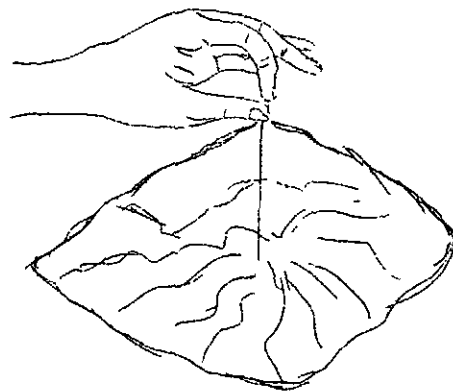
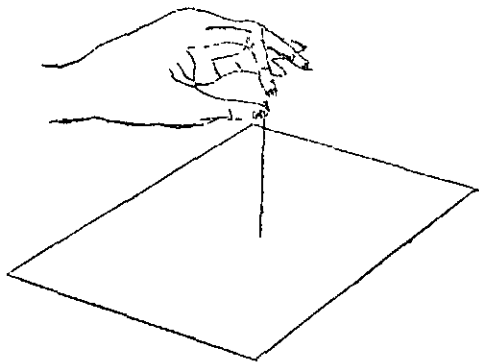
คำถาม

๑. เมื่อนักเรียนปล่อยมือจากกระจกแข็ง ในขณะที่เหยียงถ้วยไปในทิศทางต่างๆ กระจกแข็งหลุดจากถ้วยหรือไม่ และการที่เป็นเช่นนั้น แสดงว่าอย่างไร

๒. ดังนั้นการทดลองครั้งนี้ นักเรียนสรุปคุณสมบัติของบรรยากาศได้ข้อหนึ่งคือ . .

วิธีทดลอง (ตอนที่ ๒)

๑. ใช้ค้ายาว ๑ เมตร ผูกกับก้านไม้ขีดตรงกลาง
๒. เอาก้านไม้ขีดที่ผูก เชือกแล้ววางให้ทะลุตรงกลางแผ่นหนังสือพิมพ์แล้วเอาก้านไม้ขีดขีดไว้
๓. วางกระดาษหนังสือพิมพ์ไว้บนพื้นไม้ปลาย เชือกด้านที่ไม่มีก้านไม้ขีดอยู่ด้านบน (กึ่งรูป)
๔. ดึงค้ายันเร็วๆ เพื่อยกกระดาษขึ้นจากพื้น สังเกตแรงที่ใช้ว่ามากหรือน้อย
๕. วางกระดาษลงใหม่แล้วใช้มือจัดแผ่นกระดาษให้เรียบกับพื้นอย่าให้มีรอย โป่งขึ้นมา
๖. ดึงค้ายันเช่นเดียวกับข้อ ๔. เปรียบเทียบแรงที่ใช้ในการดึงว่า ใช้น้ำหนักหรือน้อยกว่าครั้งแรก
๗. ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่มีขนาดเล็กกว่าเดิมครึ่งหนึ่ง เอาค้ายันผูกก้านไม้ขีดตรงกลาง และนำมาวางให้ทะลุตรงกลางแผ่นหนังสือพิมพ์ แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ ๒, ๓, ๔, ๕, และ ๖ สังเกตการใช้แรงจึงเปรียบเทียบกับแรงที่ใช้ดึงกระดาษแผ่นใหญ่



คำถาม

๑. เมื่อใช้กระดาษหนังสือพิมพ์แผ่นใหญ่วางลงบนพื้นในลักษณะแตกต่างกัน คือ ครั้งแรกวางไม้เรียบมีรอย โป่ง ครั้งที่ ๒ วางให้เรียบแนบกับพื้น และดึงค้ายันเพื่อยกกระดาษขึ้นจากพื้น ครั้งไหนใช้แรงมากกว่ากัน

.....

คำถาม

- ๒.. เมื่อรู้ทิศทางทำให้เรียงแนบกับพื้นมีอากาศอยู่ใต้แผ่นหนังสือพิมพ์หรือไม่
.....และถ้าไม่รู้ทิศทางให้แนบกับพื้นจะมีอากาศอยู่ใต้แผ่น
กระดาษนั้นหรือไม่
๓. เมื่อรู้ทิศทางแล้ว คึงแผ่นหนังสือพิมพ์รู้สึกหนักแรงกว่ากระดาษที่วางนียอย โป่ง
โป่งเพราะอะไร.....
๔. เมื่อใช้กระดาษแผ่นเล็กกว่าครึ่งหนึ่ง หรือกระดาษมีพื้นที่น้อยกว่าครึ่งหนึ่ง วางลง
กับพื้นในลักษณะเดียวกันและคึงขึ้นจากพื้น เช่นเดียวกัน อย่างใดให้แรงคึงมากกว่า
กัน
๕. แรงกดของอากาศบนแผ่นกระดาษแผ่นเล็กกับแผ่นใหญ่เท่ากันหรือไม่ แผ่นไหนถูก
แรงกดมากกว่ากัน
๕. ดังนั้นการทดลองในตอนนี้ นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร
.....
๖. จากการทดลองทั้ง ๒ ตอน นักเรียนคงสรุปคุณสมบัติของบรรยากาศได้อย่างไร
.....

คำตอบการทดลองว่าบรรยากาศมีแรงดันหรือไม่

(ตอนที่ ๑)

๑. ไม่ผิด เพราะอากาศภายนอกมีแรงดันมากกว่าน้ำหนักของน้ำในแก้ว จึงัน
กระด้างไว้ ดังนั้น แสดงว่าอากาศมีแรงดันทุกทิศทาง

๒. อากาศมีแรงดันทุกทิศทาง หรือมีแรงดันออกมรอบด้าน

(ตอนที่ ๒)

๑. ครึ่งแรก

๒. ไม่น้ำหรืออากาศจะมีเพียงเล็กน้อยก็ได้ถ้าพื้นนั้นไม่เรียบ , มีอากาศอยู่ใต้กระด้าง

๓. เพราะอากาศมีแรงกดลงบนหนังสือพิมพ์ด้านบนด้านเดียว แต่ถ้ากระด้างมีรอย โป่ง
จะมีแรงดันของอากาศทั้งสองด้าน

๔. แฉกใหญ่ถูกแรงกดมากกว่า

๕. ถ้าพื้นที่มีขนาดต่างกัน อากาศมีแรงกดลงบนพื้นที่ไม่เท่ากัน พื้นที่ใหญ่ได้รับแรงกด
ของอากาศมากกว่าพื้นที่เล็ก

๖. อากาศมีแรงดันทุกทิศทาง และอากาศมีแรงกดลงบนพื้นที่ต่างกัน ไม่เท่ากันด้วย

จากการทดลองนักเรียนคงทราบแล้วว่าอากาศมีแรงดัน ตัวเราก็คือ วัตถุต่างๆก็
ต่างก็ได้รับแรงกดดันของอากาศ แต่การที่เราไม่รู้สึกรู้เป็นเพราะเราเคยชิน

เหตุใดอากาศจึงมีแรงดัน ? อากาศมีแรงดันเพราะสาเหตุ ๒ ประการคือ

๑. อากาศเป็นสสารจึงมีน้ำหนักกดลงบนพื้นโลก

๒. อากาศเป็นก๊าซ ก๊าซทั้งหลายมีความดัน เพราะโมเลกุลมีน้ำหนักและเคลื่อนที่
อย่างรวดเร็วในแนวเส้นตรง โมเลกุลของก๊าซจะกระทบกันเอง และกระทบกับสิ่งที่ห่อหุ้ม
มันอยู่โดยรอบ จึงทำให้ก๊าซมีความดัน และมีความดันทุกทิศทาง

เรื่องความดันของบรรยากาศ

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

บทเรียนนี้กล่าวถึง ความดันของบรรยากาศที่ระดับต่างๆกัน เครื่องมือที่ใช้วัดความดันของบรรยากาศ การคำนวณหาค่าความสูงเมื่อทราบค่าความดันของบรรยากาศ และการนำความรู้เรื่องบรรยากาศมีความดันไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ความรู้พื้นฐาน

บรรยากาศเป็นสสาร มีแรงดันทุกทิศทุกทาง

วัตถุประสงค์ของการสอน สิ่งให้นักเรียนควรปฏิบัติได้เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีดังนี้คือ

๑. บอกความหมายของความกดดันของบรรยากาศได้
๒. ทำการทดลองเพื่อแสดงว่า อากาศสามารถค้ำน้ำให้อยู่ในหลอดหรือสายยางที่มีขนาดต่างๆกันได้ และบอกได้ว่าอากาศสามารถค้ำน้ำให้อยู่ในหลอดหรือสายยางได้สูงเท่าไร
๓. อ่านข้อมูลที่ให้มาและสามารถสรุปได้ว่าที่ระดับความสูงต่างกันมีความกดดันของบรรยากาศแตกต่างกันอย่างไร
๔. บอกได้ว่า ความดันบรรยากาศที่ระดับปกติมีค่าเท่าไร และที่ระดับเดียวกันความกดดันบรรยากาศมีค่าเท่ากันหรือไม่
๕. อธิบายได้ว่าการสร้างบาโรมิเตอร์แบบปรอทมีวิธีการสร้างอย่างไร และใครเป็นคนแรกที่คิดสร้างบาโรมิเตอร์ขึ้นก่อน
๖. ให้เหตุผลได้ว่าเหตุใดปรอทจึงเป็นของเหลวที่เหมาะสมสำหรับทำบาโรมิเตอร์
๗. บอกได้ว่าบาโรมิเตอร์นี้ประโยชน์อย่างไรบ้าง
๘. คำนวณหาความสูงของสิ่งต่างๆ เมื่อทราบค่าความดันของบรรยากาศ ณ ที่นั้นได้อย่างถูกต้อง

อุปกรณ์ประกอบบทเรียน

๑. สายพลาสติกใส ๒ เส้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๐.๖ ซม. และ ๑ ซม. ยาวเส้นละ ๑ เมตร
๒. ถังน้ำ น้ำ

บทเรียน

จากตอนที่แล้วนักเรียนยังคงจำได้ว่า แรงดันของบรรยากาศที่ตกลงบนพื้นที่ใหญ่ย่อมมีค่ามากกว่าแรงดันที่ตกลงบนพื้นที่เล็ก แต่แรงที่ตกลงบนพื้นที่ทั้งหมด เราเรียกว่า แรงดัน ส่วนแรงที่ตกลงบนพื้นที่ ๑ ตารางหน่วย เราเรียกว่า ความดัน

แรงดันและความดันที่กล่าวถึงนี้ เรากล่าวถึงแรงดันของบรรยากาศ และความดันของบรรยากาศ ดังนั้น แรงดันของบรรยากาศ หมายถึงน้ำหนักของอากาศที่ตกลงบนพื้นที่ทั้งหมดของวัตถุต่างๆ ส่วนแรงหรือน้ำหนักของอากาศที่ตกลงบนพื้นที่ ๑ ตารางหน่วย เราเรียกว่า ความดันของบรรยากาศ

แรงดันและความดันของบรรยากาศมีความหมายแตกต่างกันคือ แรงดันของบรรยากาศ หมายถึง และความดันของบรรยากาศ หมายถึง

ตอนต่อไปนี้นักเรียนจะได้เรียนเรื่องความกดดันของบรรยากาศจากการทดลอง

เรื่องอากาศคั้นน้ำได้สูงเพียงไร

จุดมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่า อากาศคั้นน้ำในสายพลาสติกได้สูงเท่ากันหรือไม่ เมื่อใช้สายพลาสติกที่มีขนาดต่างกัน และยกให้สูงจากระดับน้ำในอ่างกัน

อุปกรณ์ ๑. สายพลาสติก ๒ เส้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๐.๖ ซม. และ ๑ ซม. ยาวเส้นละ ๑ เมตร

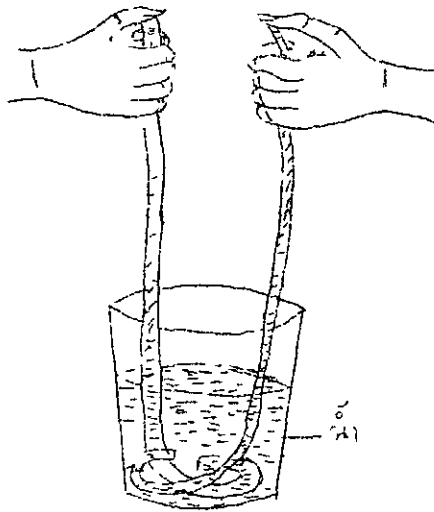
๒. ถังน้ำ น้ำ

วิธีทดลอง ๑. ใส่น้ำลงในถังประมาณ ๒ ของถัง

๒. นำสายพลาสติกทั้ง ๒ เส้น จุ่มลงในถังปล่อยให้ น้ำไหลเข้าไปในสายทั้งสองจนเต็ม และอย่าให้มีฟองอากาศหรือสิ่งอื่นใดในสายพลาสติก

๓. ใช้นิ้วหัวแม่มืออุดปลายสายทั้งสองแล้วยกขึ้นในแนวตั้ง ให้อยู่สูงกว่าระดับน้ำในถังประมาณ ๕๐ ซม. (ดังรูป) ส่วนอีกปลายหนึ่งให้อยู่ไ้ระดับน้ำในถัง สังเกตดูว่าระดับน้ำในสายลดลงมาหรือไม่

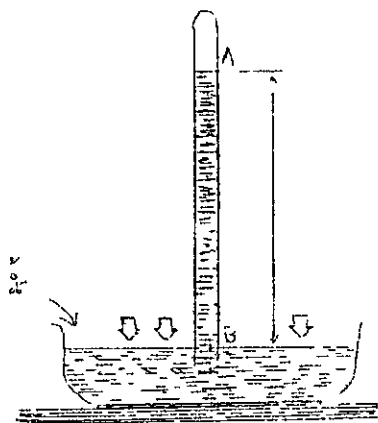
๔. ยกปลายสายพลาสติกทั้งสองเส้นให้อยู่สูงจากระดับน้ำในถังด้วยความสูงต่างๆ กัน และสังเกตดูว่าระดับน้ำในสายลดลงมาหรือไม่



- คำถาม
๑. จากการทดลองครั้งนี้ เมื่อนักเรียนยกปลายสายพลาสติกทั้งสองให้สูงประมาณ ๕๐ ซม. และ ๕๐ ซม. ระดับน้ำในสายพลาสติกลดลงมาหรือไม่
.....
 ๒. ถ้านักเรียนใช้สายพลาสติกที่มีขนาดแตกต่างกับที่ทดลองนี้มาทำการทดลอง เช่นเดิม นักเรียนคิดว่า ระดับน้ำในสายพลาสติกจะลดต่ำลงมาหรือไม่
.....
 ๓. การที่เป็นเช่นนั้นนักเรียนทราบหรือไม่ว่าเป็นเพราะเหตุใด
.....

จากที่นักเรียนทดลอง นักเรียนคงพบว่าระดับน้ำในสายพลาสติกไม่ลดลงมาเมื่อ ยกขึ้นไปปลายหนึ่งสูงจากระดับน้ำในถัง แต่ให้อีกปลายหนึ่งอยู่ใต้ระดับน้ำเสมอ ไม่ว่าจะใช้ สายพลาสติกที่มีขนาดเท่าใด การที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะความกดดันของบรรยากาศที่กระทำต่อ ระดับน้ำในถังดันน้ำให้เท่าในสายพลาสติกลดลงมา

๑. จากที่นักเรียนทดลองมาแล้ว นักเรียนใช้สายพลาสติกยาวเพียง ๑ เมตร แต่ถ้านักเรียนใช้สายพลาสติกยาวกว่าที่ทดลองนี้มาๆประมาณ ๑๖ เมตร และนำมาทำการทดลองเช่นเดียวกัน นักเรียนจะพบว่าน้ำในสายพลาสติกจะอยู่ใต้อากาศประมาณ ๑๐.๔ เมตร ไม่ว่าสายพลาสติกจะมีขนาดใหญ่หรือเล็ก และการที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะ ความกดดันของบรรยากาศที่กดลงบนระดับน้ำในถังจนให้น้ำอยู่ในสายพลาสติกได้สูงสุดเพียงประมาณ ๑๐.๔ เมตรเท่านั้น ดังนั้นในการวัดความกดดันของบรรยากาศอาจใช้วัดเป็นความสูงของน้ำในหลอดแก้วหรือสายพลาสติกก็ได้ เช่น ถ้านักเรียนใช้สายพลาสติกยาว ๑๒ เมตรมาทำแบบวิธีที่ทดลอง และผลปรากฏว่าน้ำในสายพลาสติกมีความสูง ๑๐.๔ เมตรจากระดับน้ำในถัง เราก็บอกได้ว่าที่นั่นมีความกดดันบรรยากาศเท่ากับ ๑๐.๔ เมตรของน้ำ



จากรูป ถ้าใช้หลอดแก้วยาว ๑๒ เมตร ปลายข้างหนึ่งปิด กรอกน้ำให้เต็มแล้วคว่ำลงในอ่างน้ำ โดยให้ปลายข้างหนึ่งอยู่ใต้อ่างน้ำในอ่าง (ดังรูป) และวัดความสูงของน้ำในหลอดแก้ว (ระยะ AB) ได้ ๑๐.๔ เมตร แสดงว่าที่นั่นมีความกดดันบรรยากาศเท่ากับ . . .

๑๐.๔ เมตรของน้ำ

๒. ถ้านักเรียนใช้ของเหลวอย่างอื่นที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ (เป็นน้ำหนักมากกว่าน้ำเมื่อมีปริมาตรเท่ากัน) แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกันที่ผ่านมาแล้วข้างต้น จะพบว่าความกดดันบรรยากาศสามารถดันของเหลวให้อยู่ในหลอดแก้วได้ต่ำกว่าน้ำ

ปรอทเป็นของเหลวที่มีความหนาแน่น ๑๓.๖ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และน้ำมีความหนาแน่น ๑ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าใช้ปรอทมาทำการทดลองแทนน้ำ ระดับปรอทในหลอดแก้วจะสูงหรือต่ำกว่าน้ำ เพราะ

ต่ำกว่า เพราะปรอทมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ

๓. ในการที่จะหาว่าปรอทจะมีระดับสูงเท่าไรในหลอดแก้ว นักเรียนต้องดูว่าปรอท
หนักเป็นกี่เท่าของน้ำ เมื่อมีปริมาตรเท่ากัน และอากาศดันน้ำให้อยู่ในหลอดแก้วได้สูงเท่าใด
แล้วจึงมาคำนวณหา โดยใช้คำว่าปรอทที่หนักกว่าน้ำมาหารระดับความสูงของน้ำในหลอดแก้ว

ปรอทหนักเป็น ๑๓.๖ เท่าของน้ำเมื่อมีปริมาตรเท่ากัน

ความดันของบรรยากาศคิดเป็นความสูงของน้ำในหลอดแก้วประมาณ เมตร
หรือเท่ากับ เซนติเมตร (๑๐๐ เซนติเมตร เท่ากับ ๑ เมตร)

ดังนั้น ความกดดันของบรรยากาศคิดเป็นความสูงของปรอทในหลอดแก้วมีค่าประมาณ
. เซนติเมตร

๑๐.๘ เมตร หรือ ๑๐.๘×๑๐๐ เซนติเมตร , ประมาณ ๙๖ เซนติเมตร

๔. จากที่เรียนมาแล้วเราพบว่าอากาศสามารถดันน้ำและปรอทในหลอดแก้วได้สูง
ประมาณ ๑๐.๘ เมตร และ ๙๖ เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าของความกดดันของบรรยากาศ
ที่ระดับปรกติหรือที่ระดับน้ำทะเล และเราเรียกความดันนี้ว่า ความดัน ๑ บรรยากาศ

ดังนั้น ความดัน ๑ บรรยากาศ มีค่าเท่ากับ ความสูงของ
.

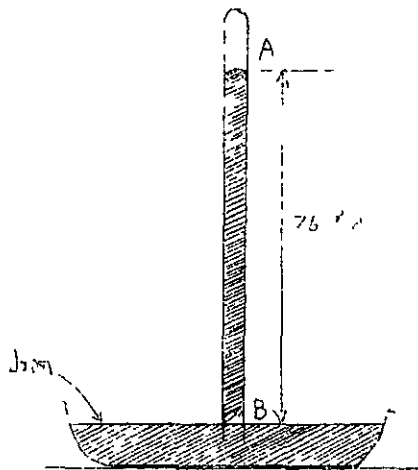
ของปรอทในหลอดแก้ว ๙๖ เซนติเมตร

๕. ทางอุณหวิทยากำหนดหน่วยความดันของบรรยากาศเป็น บาร์ มิลลิบาร์ โดย
เทียบกับความสูงของปรอทในหลอดแก้ว ๙๖ เซนติเมตร หรือ ๙๖๐ มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับ
๑ บาร์ และ ๑ บาร์ มีค่าเท่ากับ ๑,๐๐๐ มิลลิบาร์

บาร์เป็นหน่วยวัด ซึ่ง ๑ บาร์ มีค่าเท่ากับ . .
.

ความกดดันของบรรยากาศ , ๙๖ เซนติเมตรของปรอท

๒. จากการที่อากาศสามารถคั้นของเหลวให้อยู่ในหลอดแก้วได้ จึงมีผู้นำไปสร้าง เครื่องมือวัดความกดคั้นของบรรยากาศ ซึ่งเรียกว่า "บาโรมิเตอร์" ผู้ที่คิดสร้างมีดังนี้คือ ทอริเชลลี บาโรมิเตอร์แบบของทอริเชลลี เป็นบาโรมิเตอร์แบบปรอท หัวแก้วหลอดแก้วยาว



ประมาณ ๑ เมตร ปลายข้างหนึ่งปิด อีกปลายข้าง หนึ่งเปิด บรรจุปรอทลงในหลอดจนเต็ม ใช้นิ้วอุด ปลายหลอดแก้ว แล้วคว่ำลงในอ่างปรอท โดยให้ ปลายข้างหนึ่งอยู่ใต้ระดับปรอทในอ่าง (ดังรูป) ปรอทในหลอดแก้วจะลดลงมาอยู่ที่ A วัดระยะ AB ได้ ๗๖ เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าความคั้นของ บรรยากาศที่ระดับปรางค์

ความสูงของปรอทในหลอดแก้วเหนือระ ดับปรอทในอ่าง ซึ่งเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงความ กดคั้นของบรรยากาศขณะนั้น ค่านี้อาจเปลี่ยนแปลง ได้ตามสภาวะของบรรยากาศในขณะนั้น และทั่วทั้ง

เหนือระดับปรอทในหลอดแก้วเป็นสูญญากาศ เรียกว่า "สูญญากาศทอริเชลลี"

เครื่องมือที่ใช้วัดความคั้นของบรรยากาศเรียกว่า และเครื่อง มีเนื้อวิธีการสร้างอย่างไร

คำตอบอยู่ในข้อ ๒.

๓. ในการสร้างบาโรมิเตอร์ตามแบบในข้อ ๒. ถ้าใช้น้ำแทนปรอท นักเรียนคิดว่า จะใช้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ไว้เพราะน้ำเป็นของเหลว เช่นเดียวกับปรอท

๔. ในการสร้างบาโรมิเตอร์นั้น ถ้าใช้น้ำบรรจุในหลอดแก้วแทนปรอทแล้ว หลอดแก้วที่ใช้นั้นต้องมีขนาดยาวมากกว่า ๑๐ เมตร เพราะบรรยากาศสามารถดันให้น้ำอยู่ในหลอดแก้วได้สูงประมาณ ๑๐.๔ เมตร แต่ถ้าใช้ปรอทบรรจุในหลอดแก้ว หลอดแก้วที่ใช้ก็ยาวเพียง ๑ เมตรเท่านั้น เพราะบรรยากาศสามารถดันปรอทให้อยู่ในหลอดแก้วได้สูง ๗๖ เซนติเมตร ทั้งนี้เพราะปรอทมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ

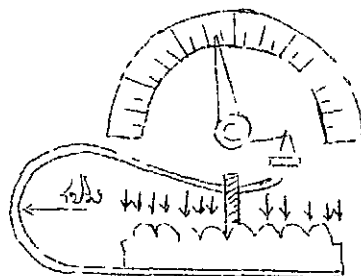
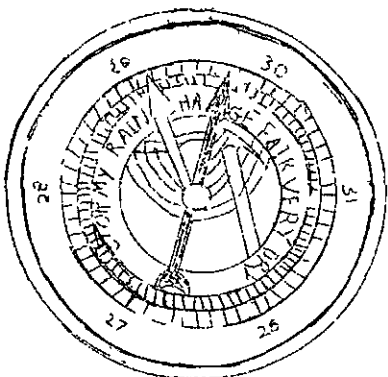
นักเรียนคิดว่าการสร้างบาโรมิเตอร์ โดยใช้ปรอทกับน้ำอย่างไหนจะสะดวกกว่ากัน เพราะเหตุใด

.....

.....

ปรอท เพราะหลอดแก้วที่ใช้ทำมีขนาดสั้นกว่า

๕. เนื่องจากบาโรมิเตอร์แบบปรอทที่สร้างโดยการนำปรอทบรรจุลงในหลอดแก้ว แล้วคว่ำลงในอ่างปรอท ไม่สะดวกในการนำไปใช้ในที่ต่างๆ จึงมีผู้คิดดัดแปลงทำบาโรมิเตอร์แบบต่างๆ ขึ้น บาโรมิเตอร์อีกแบบหนึ่งที่นิยมใช้กันมากคือ แอนิรอยด์บาโรมิเตอร์ ซึ่งเป็นแบบที่ไม่ใช้ปรอท แต่ใช้หลอดสุญญากาศยัดด้วยโลหะบางเบา เช่น อลูมิเนียม สุนัขอากาศภายในออกเกือบหมด กันคล้ายครึ่งติดกับกรอบโลหะ เพื่อความกดดันของอากาศสูงว่าปรกติก็จะกดฝาปิดลง ยุบลง ถ้าน้อยกว่าปรกติฝาปิดก็จะโป่งขึ้น สปริงที่ติดกับฝาปิดจะถ่ายทอดการเคลื่อนไหวของฝาปิดโลหะไปยังเข็มชี้บนหน้าวัด ซึ่งมีตัวเลขแสดงความกดดันของอากาศ และสภาวะของอากาศในขณะนั้น บาโรมิเตอร์แบบนี้ใช้สะดวกและมีทุกขนาด



แอนิรอยด์บาโรมิเตอร์ เป็นเครื่องมือใช้สำหรับวัด
 แตกต่างจากบาโรมิเตอร์แบบปรอทคือ

ความกดดันของบรรยากาศ , เป็นแบบที่ไม่ใช่ปรอทแต่ใช้คลัสสิกฟูก้าด้วยโลหะบางเบาและ
 ทำงานโดยอาศัยการยืดและหดตัวของคลัสสิกโลหะ

๑๐. แอนิรอยด์บาโรมิเตอร์ ยังสามารถดัดแปลงเป็นเครื่องมือวัดความสูง โดยอาศัย
 หลักที่ว่าเมื่อสูงขึ้นไป ๑๑ เมตร ระดับปรอทลดลง ๑ มิลลิเมตร ดังนั้นที่หน้าปัดของแอนิรอยด์
 บาโรมิเตอร์จึงมีตัวเลขบอกเป็นความสูงไว้ เรียกว่า อัลติมิเตอร์ สำหรับใช้ในเครื่องบินหรือ
 คีตตัวนักบินโคจร เพื่อบอกความสูง

เครื่องมือที่ใช้สำหรับบอกความสูงคือ

อัลติมิเตอร์

๑๑. บาโรมิเตอร์ นอกจากจะใช้เป็นเครื่องมือวัดความกดดันของบรรยากาศ และ
 ดัดแปลงเป็นเครื่องมือบอกความสูงแล้ว ยังใช้เป็นเครื่องบอกสภาพของอากาศว่า เมื่อใดจะมี
 พายุ ฝนตกฟ้าคะนอง หรืออากาศแจ่มใสดี ทั้งนี้เพราะสภาพของอากาศทำให้ความกดดันของ
 บรรยากาศเปลี่ยนแปลงไปด้วย เป็นต้นว่า เมื่ออากาศขึ้น ความกดดันของบรรยากาศจะน้อยลง
 ถ้าอากาศลดลงไป ความกดดันของบรรยากาศจะเพิ่มขึ้น หรือก่อนที่จะเกิดลมพายุจะสังเกต
 ได้ง่ายคือ บาโรมิเตอร์จะลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งแสดงว่าอากาศผิดปกติ ดังนั้นเป็นต้น

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้นักเรียนคงสรุปประโยชน์ของบาโรมิเตอร์ได้ดังนี้คือ

๑.

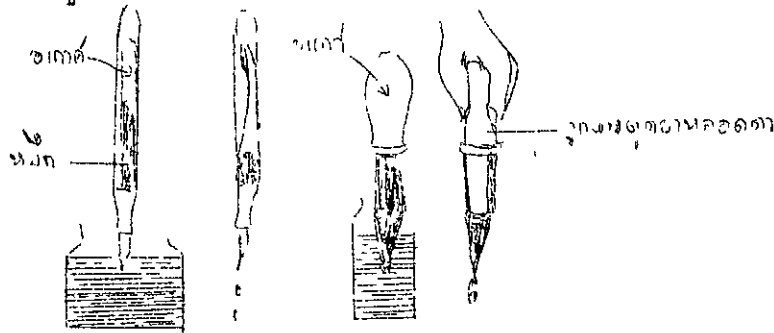
๒.

๓.

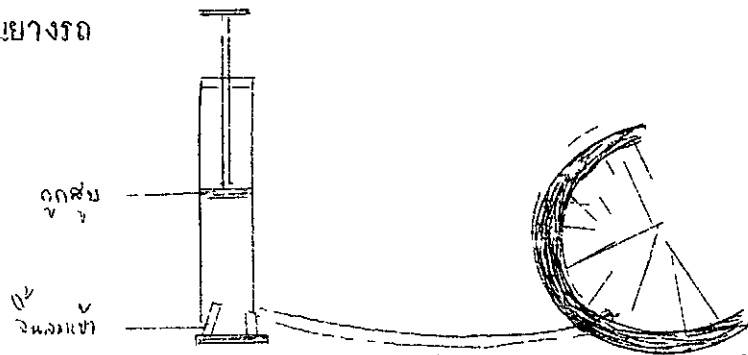
เครื่องมือวัดความกดดันบรรยากาศ

จากการที่มนุษย์มีความรู้เรื่องความกดดันของบรรยากาศ จึงมีผู้มีความรู้ในเรื่องนี้ไปสร้างเครื่องมือต่างๆ บางก็สร้างขึ้นโดยจัดให้ในภาชนะมีสูญญากาศบางส่วน (คือสูบลอากาศออกเกือบหมดหรือออกบ้างเพื่อให้ความกดดันของอากาศภายในลดลง) บางก็ใช้อากาศอัด บางก็ใช้ทั้งสองอย่างทำงานร่วมกัน เช่น

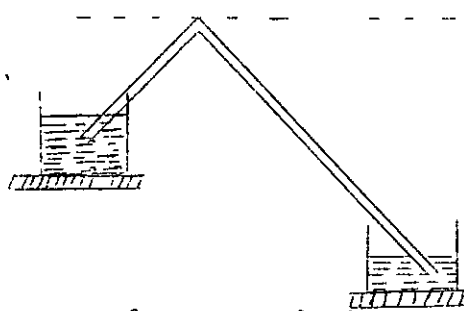
๑. ปากกาหมึกซึม ดูกหมึกเข้าปากกาโดยในตอนแรกเราต้องบีบหลอดยางในตัวปากกาให้แฟบเพื่อไล่อากาศภายในออก แล้วปล่อย ความกดดันบรรยากาศภายนอกจะดันให้หมึกไหลเข้าไปในหลอดยาง ซึ่งขณะนั้นภายในเป็นสูญญากาศ การทำงานเช่นนี้เป็นแบบเดียวกับที่เราใช้หลอดหยดยาหยดยาหยดยาขึ้นจากขวดยาหยดยา



๒. สูบลม เมื่อใช้สูบลมเข้ายางรถ ขณะดึงลูกสูบขึ้น ลมลมเข้าเปิด อากาศเข้าไปในกระบอกสูบโดยการดูดของสูญญากาศบางส่วน และเมื่อผลักลูกสูบลง ลมลมเปิดออก อากาศถูกอัดเข้าไปในยางรถ



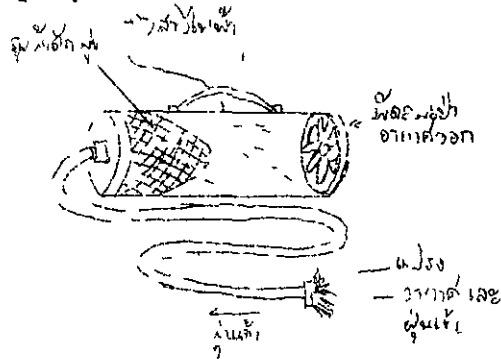
๓. กาลักน้ำหรือไซphon เป็นเครื่องมือที่ใช้อ้ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง



ได้โดยอาศัยความกดดันของบรรยากาศ เข้าช่วย เครื่องมือนี้ประกอบด้วยสายยางหรือสายพลาสติกก็ได้ ในตอนแรกต้องบรรจุของเหลวที่ถ่ายเทให้เต็มสายเสียก่อน ใช้นิ้วอุดปลายทั้งสองข้าง เอาปลายหนึ่งใส่ไว้ใต้ช่องเหลวที่จะถ่ายออก ซึ่งต้องอยู่เหนือระดับทางอีกด้านหนึ่ง อีกปลายหนึ่งใส่ลงในภาชนะใบล่าง แล้วปล่อยมือออกทั้งสองด้าน ของเหลวก็จะไหล

จากสถานะที่มีระดับสูงกว่าไปยังสถานะที่มีระดับต่ำกว่า และจะหยุดไหลคือเมื่อของเหลวทั้งสองข้างเท่ากัน เป็นวิธีถ่ายเทของเหลวที่สะดวกมากวิธีหนึ่ง

๓. เครื่องดูดฝุ่น ใช้ไฟฟ้าหมุนพัดลมของเครื่องดูดฝุ่น ให้ดูดอากาศภายในตัวเครื่องออก ฝุ่นจะถูกดูดเข้าไปซึ่งอยู่ในถุงน้ำ



ดังนั้นการรู้เรื่องความกดดันของบรรยากาศจึงมีประโยชน์แก่คนเรามาก
นักเรียนลองคิดว่ามีอะไรอีกที่ทำงานโดยอาศัยความกดดันของบรรยากาศ

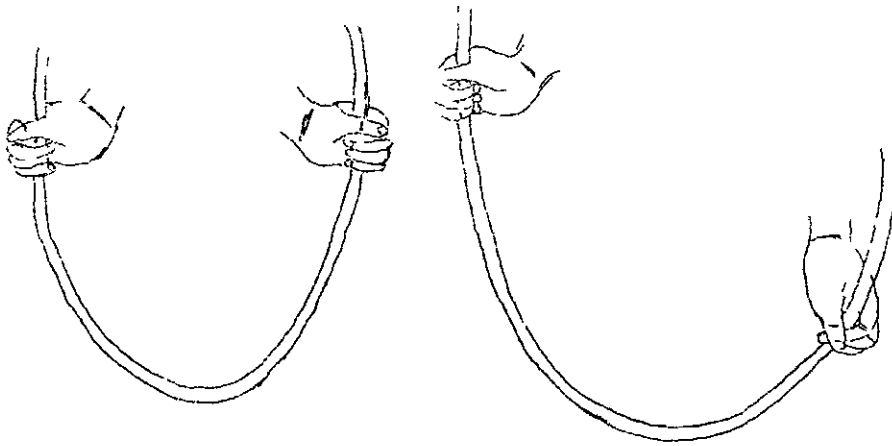
ความดันของบรรยากาศที่ระดับเดียวกันเท่ากันหรือไม่

นักเรียนจะได้เรียนจากการทดลองดังนี้

อุปกรณ์ สายพลาสติกใส ๑ เส้น ยาว ๑ เมตร ถังบรรจุน้ำ น้ำ

วิธีทดลอง

๑. เอนน้ำใส่ในสายพลาสติก อย่าให้มีอากาศอยู่ในสาย
๒. จับปลายสายทั้งสองของสายพลาสติกขึ้น ให้ปลายทั้งสองอยู่สูงเท่ากัน และสังเกตุน้ำในสายพลาสติกทั้งสองข้างสูงเท่ากันหรือไม่
๓. จับปลายพลาสติกข้างหนึ่งให้สูงกว่าอีกข้างหนึ่ง สังเกตุน้ำในสายทั้งสองข้าง

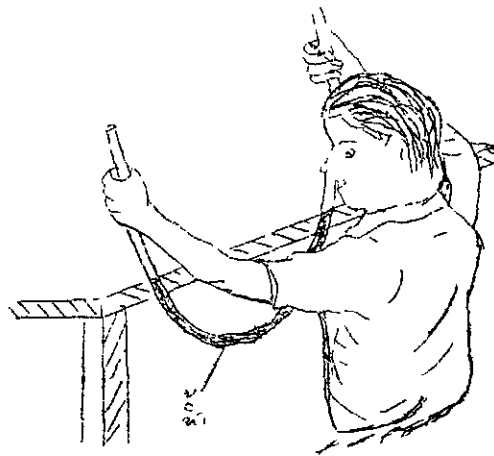


- คำถาม
๑. เมื่อจับปลายสายพลาสติกทั้งสองข้างให้อยู่สูงเท่ากัน ระดับน้ำที่ปลายสายทั้งสองอยู่ในระดับเดียวกันหรือไม่
 ๒. ถ้าจับให้ปลายทั้งสองข้างอยู่สูงไม่เท่ากัน ระดับน้ำในสายพลาสติกที่ปลายทั้งสองข้างอยู่สูงเท่ากันหรือไม่
 ๓. จากการทดลองนี้แสดงว่าความกดดันของบรรยากาศที่ตกลงบนผิวน้ำในปลายหลอดทั้งสองข้างมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด
.

คำถาม ๔. จากการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปได้อย่างไรเกี่ยวกับความกดดันของบรรยากาศที่ระดับเดียวกัน

.....

๑. จากการทดลอง นักเรียนคงทราบว่าความดันบรรยากาศที่ระดับเดียวกันย่อมเท่ากัน และจากความรู้ในเรื่องนี้ สามารถนำไปใช้ในการหาแนวระดับได้ เช่น ถ้านักเรียนอยากทราบว่าขอบหน้าต่างห้องของนักเรียนอยู่ในแนวระดับหรือไม่ นักเรียนก็ใช้สายพลาสติกบรรจุน้ำ แล้วยกสายพลาสติกขึ้นให้ระดับน้ำในสายพลาสติกข้างหนึ่งสูงเสมอขอบหน้าต่างและดูระดับน้ำทางปลายสายอีกข้างหนึ่ง สูงเสมอขอบหน้าต่างหรือไม่ ถ้าต่ำหรือสูงกว่าก็แสดงว่าขอบหน้าต่างนั้นไม่อยู่ในแนวระดับ



จากรูป นักเรียนคนนี้กำลังทำอะไร ? และผลที่ได้ปรากฏว่าอย่างไร

.....
.....

หาแนวระดับของพื้นโต๊ะ และผลปรากฏว่าระดับน้ำที่ปลายสายทั้งสองข้างสูงเสมอพื้นโต๊ะเหมือนกัน แสดงว่าพื้นโต๊ะอยู่ในแนวระดับ

๒. ความดันของบรรยากาศที่ระดับต่างๆ เท่ากันหรือไม่ นักเรียนจงดูข้อมูลต่อไปนี้
ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้อาจการวัดความดันบรรยากาศที่ระดับความสูงต่างๆ โดยศึกษา โรมิเตอร์กับ
บอลลูนขึ้นไป วัดความดันของบรรยากาศได้ผลดังนี้

ความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นกิโลเมตร	ความดันบรรยากาศเป็นมิลลิเมตรของปรอท
๐	๗๖๐
๑	๖๗๕
๒	๖๐๐
๓	๕๓๐
๔	๔๗๐
๕	๔๑๐
๖	๓๖๐
๗	๓๒๐
๘	๒๘๐
๙	๒๔๕
๑๐	๒๑๐

จากข้อมูล

- ที่ระดับน้ำทะเลความกดดันของบรรยากาศเท่ากับ มิลลิเมตร ของปรอท
- ที่สูงจากระดับน้ำทะเล ๔ กิโลเมตร ความกดดันบรรยากาศมีค่าเท่ากับ
มิลลิเมตร ของปรอท
- ที่ระดับสูงขึ้นไปมากๆ ความกดดันบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อย
- ที่ระดับสูงจากระดับน้ำทะเลขึ้นไป ความดันบรรยากาศมีค่ามากขึ้นหรือน้อยลง
- เมื่อดูจากข้อมูลนี้ เราจึงสรุปได้ว่า ความดันของบรรยากาศที่ระดับความสูงต่างๆ กันย่อม
. และที่ระดับสูงขึ้นไปมากๆ ความดันบรรยากาศจะ

๗๒๐ มิลลิเมตรของปรอท , ๔๗๐ มิลลิเมตรของปรอท , น้อย , ไม่เท่า
ลดลง

๓. เนื่องจากโลกที่เราอยู่นี้มีอากาศปกคลุมอยู่โดยรอบหนาหลายร้อยกิโล
เราอยู่บนผิวโลก จึงถูกหุ้มถมนด้วยน้ำหนักของบรรยากาศมากที่สุด ดังนั้น บนผิวโลกย่อ
ความดันของบรรยากาศมากที่สุด แต่ถ้าสูงขึ้นไป อากาศมีความหนาแน่นน้อยลง ความดัน
บรรยากาศก็ลดลง

ถ้านักเรียนขึ้นไปในที่ต่างๆจากผิวโลก นักเรียนจะได้รับความกดดันของบรรยากาศ
มากขึ้นหรือน้อยลง เพราะ

ที่ยอดเขากับที่ระดับน้ำทะเล ที่ไหนมีความกดดันของบรรยากาศมากกว่ากัน

.

น้อยลงเพราะอากาศมีความหนาแน่นน้อยลง , ที่ระดับน้ำทะเล

๔. อากาศในที่ระดับต่างๆกัน มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน สูงขึ้นไประดับปรอทใน
หลอดแก้วจะลดลง คือลดลง ๑ มิลลิเมตรทุกๆระยะที่ขึ้นไปสูง ๑๑ เมตร ฉะนั้นจึงใช้ความ
สูงของระดับปรอทในหลอดแก้วหาความสูงของที่ต่างๆได้ ตัวอย่างเช่น ที่เชิงเขาแห่งหนึ่ง
บาโรมิเตอร์แสดงค่าความกดดันบรรยากาศเท่ากับ ๗๒๐ มิลลิเมตรของปรอท และที่ยอดเขา
นั้นบาโรมิเตอร์แสดงค่าความกดดันบรรยากาศเท่ากับ ๗๒๐ มิลลิเมตรของปรอท เราจะหา
ความสูงของยอดเขานั้นได้โดยการคิดดังนี้

วิธีคิด หาระดับปรอทที่ลดลงจากยอดได้บนยอดเขาก่อน ซึ่งมีค่าเท่ากับ ๗๒๐ - ๗๒๐
เท่ากับ ๔๐ มิลลิเมตร และเรารู้ว่า ระดับปรอทลดลง ๑ มิลลิเมตรทุกๆระยะที่ขึ้นไปสูง
๑๑ เมตร ดังนั้น ถ้าระดับปรอทลดลง ๔๐ มิลลิเมตรยอดเขานั้นสูงเท่ากับ ๑๑×๔๐ เมตร
เท่ากับ ๔๔๐ เมตรจากเชิงเขา

ถ้าบาโรมิเตอร์บอกค่าความกดกันของบรรยากาศเท่ากับ ๒๐๐ มิลลิเมตรของปรอท
ที่นั้นอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลเท่าไร ค่าความกดกันของบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเลเท่ากับ
๗๖๐ มิลลิเมตรของปรอท (๑๗๖๐ เมตร)

นักเรียนจงแสดงวิธีคิดลงในที่ว่างที่เว้นไว้ให้

แบบฝึกหัดทบทวน

๑. ความดันหมายถึง
๒. ที่ระดับปรกคิอากาศสามารถดันน้ำในหลอดแก้วได้สูง
และดันปรอทในหลอดแก้วได้สูง
๓. ที่ระดับน้ำทะเลบรรยากาศมีความกดดันเท่ากับ.....
๔. ผู้ที่คิดสร้างบาโรมิเตอร์ขึ้นเป็นคนแรกคือ ปีวิธีการสร้าง
ดังนี้คือ
๕. ถ้านักเรียนต้องการจะหาแนวระดับของกระดานดำ นักเรียนจะทำได้โดย
.
๖. เครื่องมือที่ใช้วัดความดันของบรรยากาศเรียกว่า
และเครื่องมือที่ใช้วัดความสูงเรียกว่า
๗. การที่เราทราบว่าอากาศมีความดัน เราสามารถนำความรู้ในเรื่องนี้ไปใช้ทำอะไรได้
ดังนี้คือ
.
๘. ถ้านบนยอดคอคอยอินทนนท์ ระดับปรอทในหลอดแก้วสูง ๔๖๐ มิลลิเมตร ว่างหาความสูงของ
ยอดคอคอยนี้ โดยถือว่าความดันปรกคิของบรรยากาศเท่ากับน้ำหนักของปรอทสูง ๗๖๐
มิลลิเมตร (๓๓๐๐เมตร)

เรื่องสาเหตุสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศเปลี่ยนแปลง

วัตถุประสงค์ของบทเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนทราบว่ากาารรับและคายความร้อนของพื้นดินและพื้นน้ำแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของ**บรรยากาศ**

ความรู้พื้นฐานที่ควรทราบ ในเวลาที่เท่ากัน สารที่รับความร้อนได้เร็วจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเร็วกว่าสารที่รับความร้อนช้า และสารที่คายความร้อนได้เร็วจะมีอุณหภูมิลดลงเร็วกว่าสารที่คายความร้อนช้า

วัตถุประสงค์ของการสอน สิ่งที่นักเรียนควรปฏิบัติได้หลังจากเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว มีดังนี้คือ

๑. ทำการทดลองเพื่อสรุปได้ว่า พื้นดินและพื้นน้ำรับและคายความร้อนแตกต่างกัน
อย่างไร

๒. บอกได้ว่าเหตุใดอุณหภูมิของบรรยากาศจึงเปลี่ยนแปลง

๓. อธิบายและสรุปได้ว่าที่ระดับสูงจากน้ำทะเลอุณหภูมิของบรรยากาศเปลี่ยนแปลง
อย่างไร

๔. อธิบายถึงการแบ่งชั้นของบรรยากาศ และลักษณะต่างๆของบรรยากาศ
แต่ละชั้นได้ถูกต้อง

อุปกรณ์ ๑. กระป๋องนม ๒ ใบ ล้างสะอาด

๒. เทอร์โมมิเตอร์ ๒ อัน

๓. ที่จับเทอร์โมมิเตอร์ (ขาตั้ง)

๔. ดิน , น้ำ

๕. นาฬิกาสำหรับดูเวลา

บทเรียน

บทเรียนนี้ประกอบด้วยการทดลอง เนื้อเรื่อง และคำถามให้นักเรียนคิด พร้อมกับที่ว่าง
เว้นไว้ให้นักเรียนตอบ ก่อนที่จะทำการทดลองนักเรียนจะต้องอ่านวิธีทำการทดลองให้เข้าใจก่อน
แล้วจึงทำการทดลองพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

การทดลองเรื่องการรับและคายความร้อนของดินและน้ำ

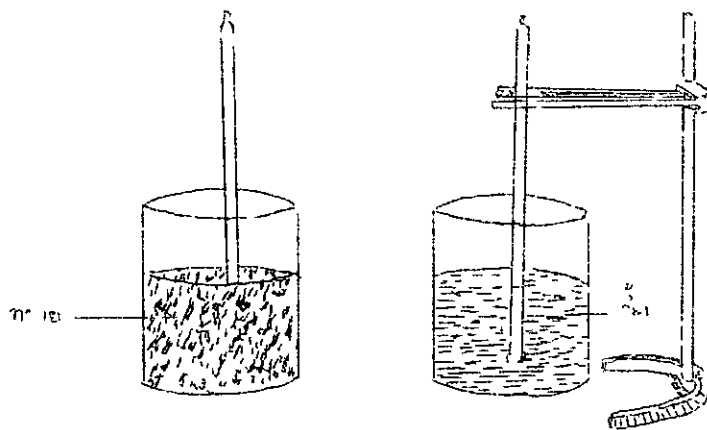
จุดมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนทดลองดูความแตกต่างของการรับและคายความร้อนของสารซึ่งมีดินและน้ำเป็นตัวอย่าง

อุปกรณ์

๑. กระป๋องนม ๒ ใบ ล้างสะอาด
๒. ดิน , น้ำ
๓. เทอร์โมมิเตอร์
๔. ขาตั้ง , นาฬิกา

วิธีทดลอง

๑. นำดินและน้ำใส่ลงในกระป๋องแต่ละใบอย่างละเท่าๆกันประมาณ $\frac{2}{3}$ ของกระป๋อง
๒. เอาเทอร์โมมิเตอร์เสียบไว้ในกระป๋องทั้งสองใบ ดังรูป โดยให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์อยู่ใต้ผิวของดินน้ำลึกประมาณ $\frac{1}{2}$ ของกระป๋อง
๓. อ่านอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองกระป๋อง แล้วบันทึกไว้
๔. ยกกระป๋องทั้ง ๒ ใบ ไปตั้งทิ้งไว้กลางแดด ๑๕ นาที
๕. อ่านอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองกระป๋อง แล้วจดบันทึกไว้
๖. ยกกระป๋องทั้ง ๒ กลับมาไว้ในที่ร่มดั้งเดิม ตั้งทิ้งไว้ ๑๕ นาที
๗. อ่านอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองกระป๋อง แล้วจดบันทึกไว้



ตารางบันทึกผลการทดลอง

สาร	อุณหภูมิก่อนนำไปตั้งกลางแดด	อุณหภูมิเมื่อนำไปตั้งกลางแดด	อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น	อุณหภูมิเมื่อนำกลับมาในร่ม	อุณหภูมิที่ลดลง(°)
ดิน					
น้ำ					

คำถาม จากตารางบันทึกผลการทดลอง

๑. เมื่อนำ ดิน และน้ำ ไปตั้งกลางแดด อย่างใหนมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเร็วกว่ากัน
 แสดงว่า รับความร้อนได้ดีกว่า
๒. เมื่อนำ ดิน และน้ำ กลับมาในร่ม อย่างใหนมีอุณหภูมิลดลงเร็วกว่ากัน
 แสดงว่า คายความร้อนได้เร็วกว่า
๓. จากการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปคุณสมบัติเกี่ยวกับการรับและคายความร้อนของดินและน้ำได้ ดังนี้คือ

นักเรียนทำการทดลองได้ตามอย่างนี้หรือไม่

เมื่อนำ ดิน และน้ำ ไปตั้งกลางแดด ๑๕ นาที จะพบว่าดินมีอุณหภูมิสูงขึ้นเร็วกว่าน้ำ การที่เรารู้เช่นนั้น แสดงว่า ดินรับความร้อนได้เร็วกว่าน้ำ และเมื่อนำ ดิน และน้ำ กลับมาในร่มทิ้งไว้ ๑๕ นาที จะพบว่าดินมีอุณหภูมิลดลงเร็วกว่าน้ำ แสดงว่า ดินคายความร้อนได้เร็วกว่าน้ำ ดังนั้น จากการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่า ดินรับและคายความร้อนได้เร็วกว่าน้ำ

๑. ในเวลากลางวัน พื้นดินและพื้นน้ำได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เท่ากัน แต่จากการทดลองพบว่า พื้นดินรับความร้อนได้ พื้นน้ำ

และจากการที่พื้นดินและพื้นน้ำรับและคายความร้อนได้ไม่เท่ากันจะมีผลทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ดังนั้น ในเวลากลางวันอุณหภูมิของบรรยากาศเหนือพื้นดินจึง
 (ร้อนมากหรือเย็นกว่า) อุณหภูมิของบรรยากาศเหนือพื้นน้ำ

พื้นดินรับความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ , มากกว่า

๒. ในเวลากลางคืนอากาศเย็นลง พื้นดินกับพื้นน้ำอย่างไหนจะคายความร้อนได้เร็วกว่า ดังนั้น พื้นน้ำจึงมีความร้อน พื้นดิน ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติของบรรยากาศเหนือพื้นน้ำ (ร้อนมากกว่าหรือน้อยกว่า) คุณสมบัติของบรรยากาศเหนือพื้นดิน

พื้นดินคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ , พื้นน้ำจึงมีความร้อนมากกว่าพื้นดิน , ร้อนมากกว่า

๓. ในเวลากลางวัน และกลางคืน อากาศเหนือพื้นดินและพื้นน้ำแตกต่างกันอย่างไร
ในเวลากลางวัน อากาศเหนือพื้นดิน
ส่วนในเวลากลางคืนอากาศเหนือพื้นดิน

ร้อนมากกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำ , เย็นกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำ

๔. การที่พื้นดิน และพื้นน้ำ รับและคายความร้อนได้ไม่เท่ากันเป็นเหตุให้ . . .
ของบรรยากาศเหนือพื้นดินและพื้นน้ำแตกต่างกันด้วย

ดังนั้น เราจึงสรุปได้ว่า สาเหตุที่ทำให้คุณสมบัติของอากาศต่างกันคือ
.

พื้นดินและพื้นน้ำรับและคายความร้อนได้ไม่เท่ากัน

๕. นักเรียนจงสังเกตุข้อมูลต่อไปนี้ ซึ่งเป็นตัวอย่างของการวัดอุณหภูมิของอากาศที่ระดับต่างๆ

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (km)	อุณหภูมิของอากาศ (°C)
0	๒๓
๑	๒๒
๒	๑๖
๓	๑๐
๔	๕
๕	๐
๖	- ๕
๗	- ๑๑
๘	- ๑๗
๙	- ๒๒
๑๐	- ๒๗

- ที่ระดับน้ำทะเลอากาศมีอุณหภูมิ
- ที่สูงจากระดับน้ำทะเล ๔ กิโลเมตร อากาศมีอุณหภูมิ
- ที่ระดับสูงจากน้ำทะเลขึ้นไป อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นหรือลดลง
- จากข้อมูลเหล่านี้ แสดงว่าอากาศที่อยู่ใกล้พื้นดินมีอุณหภูมิ อุณหภูมิของอากาศในระดับสูงๆขึ้นไป
- ที่พื้นดินกับที่ยอดเขาสูงๆขึ้นไป ที่ไหนจะมีอุณหภูมิสูงกว่ากัน

นักเรียนสงสัยหรือไม่ว่าทำไมยิ่งสูงขึ้นไปอุณหภูมิของอากาศจึงลดลง ทั้งๆที่ยิ่งสูงขึ้นก็ยิ่งใกล้ดวงอาทิตย์เข้าไปมากขึ้น

การที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะเมื่อผิวโลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ผิวโลกจะถูกกลืนพลังงานความร้อนเอาไว้ และคายความร้อนให้แก่บรรยากาศของโลก อุณหภูมิของบรรยากาศใกล้ผิวโลกจึงร้อนกว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่สูงขึ้นไป

๖. ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของอากาศเช่นในข้อ ๕. คืออุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง เกิดขึ้นที่บรรยากาศชั้นที่อยู่ใกล้ผิวโลก หรือบรรยากาศชั้นต่ำสุดของโลก ซึ่งมีขอบเขตสูงจากพื้นดินประมาณ ๑๒ กิโลเมตร บรรยากาศชั้นนี้ชื่อว่า "โทรโปสเฟียร์" ในชั้นนี้จะมีปรากฏการณ์ของบรรยากาศ เช่น เมฆ หมอก ฝน หิมะ ลมหรือพายุ เกิดขึ้นเสมอ

บรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ คือ
. และ ลม พายุ ฝน จะเกิดขึ้นในบรรยากาศชั้น

อุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง , โทรโปสเฟียร์

๗. บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกเราอยู่นี้ แบ่งออกได้เป็นชั้นๆตามระดับความสูง ดังนี้คือ

๑. โทรโปสเฟียร์ เป็นบรรยากาศชั้นที่อยู่ใกล้ผิวโลกมากที่สุด มีอากาศหนาแน่นมากที่สุด อุณหภูมิของบรรยากาศที่พื้นดินจะสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศในระดับสูงขึ้นไป การเกิด เมฆ หมอก ฝน ลมหรือพายุ จะมีในบรรยากาศชั้นนี้ทั้งหมด

๒. สตราโตสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีความแปรปรวนน้อยมาก และบรรยากาศในชั้นนี้จะมีก๊าซโอโซนมากกว่าในเขตอื่น ก๊าซโอโซนสามารถดูดเอารังสีอุลตราไวโอเลตไว้และป้องกันมิให้แสงอุลตราไวโอเลต ซึ่งมีอันตรายส่องผ่านมายังพื้นโลก บริเวณบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์นี้มีขอบเขตจากระดับสูง ๑๒ กิโลเมตร ไปจนถึง ๕๕ กิโลเมตร

๓. บรรยากาศในระดับที่สูงจากสตราโตสเฟียร์ขึ้นไปจนถึงประมาณ ๕๐ กิโลเมตร บรรยากาศชั้นนี้เรียกว่า "เมโซสเฟียร์"

๔. บริเวณบรรยากาศที่สูงจาก ๕๐ กิโลเมตรขึ้นไป เรียกว่า "ไอโอโนสเฟียร์" ภาวะของบรรยากาศในชั้นนี้เกิดการแตกตัวแยกเป็นอิเล็กตรอนและไอออนชั้น บรรยากาศชั้น ไอโอโนสเฟียร์นี้ มีความสำคัญในทางโทรคมนาคมระยะไกล เพราะบรรยากาศชั้นนี้สามารถ สะท้อนคลื่นสั้นของวิทยุได้ ทำให้มนุษย์สามารถทำการสื่อสารกันได้ในระยะทางไกลๆ

บรรยากาศชั้นที่นี้ ไข่น้ำ เหม หมอก ฝน และเป็นชั้นที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตมนุษย์มาก คือ บรรยากาศชั้น

บรรยากาศชั้นที่มีก๊าซโอโซนอยู่มาก คือ

บรรยากาศชั้นที่ช่วยป้องกันแสงอุกกาบาต โอเลตส่องผ่านมายังพื้นโลก คือ

.

บรรยากาศชั้นที่ช่วยให้มนุษย์สามารถสื่อสารกันได้ในระยะทางไกลๆคือ ,

โทรโปสเฟียร์ , สตราโตสเฟียร์ , สตราโตสเฟียร์ , ไอโอโนสเฟียร์

เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความดันของบรรยากาศและความหนาแน่น

วัตถุประสงค์ของบทเรียน บทเรียนนี้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันของบรรยากาศ อุณหภูมิ และความหนาแน่น

ความรู้พื้นฐาน ความหนาแน่น หมายถึงมวลสารต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เช่น วัตถุมีมวล ๑๒ กรัม มีปริมาตร ๖ ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้นวัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับ $\frac{๑๒}{๖} = ๒$ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

วัตถุประสงค์ของการสอน สิ่งให้นักเรียนควรปฏิบัติได้เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว มีดังนี้คือ

๑. ทำการทดลองเพื่อสรุปได้ว่า ~~ความดัน~~และความหนาแน่นของบรรยากาศมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
๒. บอกได้ว่าความหนาแน่นของอากาศเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความสูงจากพื้นโลกอย่างไร และที่ระดับใดมีความหนาแน่นมากที่สุด
๓. ทำการทดลองเพื่อสรุปได้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างความดันของบรรยากาศกับ

อุณหภูมิ

อุปกรณ์ประกอบบทเรียน

๑. หลอดฉีกยาขนาด ๑๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร
๒. แผ่นพลาสติกใสสำหรับหุ้มปลายหลอดฉีกยา (ถุงพลาสติกตัดออกเป็นชิ้นเล็กๆ)
๓. ถ้วยแก้ว ๒ ใบ
๔. ยางสำหรับรัด
๕. น้ำแข็งทุบละเอียด , น้ำร้อน

กิจกรรมในการเรียน บทเรียนนี้ประกอบด้วยทำการทดลอง คำถาม เนื้อเรื่อง และมีที่ว่างเว้นไว้ให้นักเรียนตอบ ก่อนการเรียนนักเรียนจะต้องจัดหาอุปกรณ์ให้ครบเสียก่อน และก่อนทำการทดลองนักเรียนจะต้องอ่านวิธีทำการทดลองให้เข้าใจ แล้วลงมือทำการทดลอง สังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้นอย่างรอบคอบ เพื่อจะได้สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

บทเรียน

นักเรียนคงจำได้ว่า อากาศมีความดัน และความดันของอากาศที่ระดับความสูงต่างกัน ไม่เท่ากัน ต่อไปนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ว่า เมื่อความดันของบรรยากาศเปลี่ยนไปจะมีผลต่อความหนาแน่นของอากาศอย่างไร ซึ่งนักเรียนจะต้องทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันของอากาศก่อน แล้วจึงโยงไปหาความหนาแน่น

การทดลองเรื่องปริมาตรของอากาศกับความดัน

จุดมุ่งหมาย เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของอากาศกับความดันซึ่งจะได้โยงต่อไปถึงความสัมพันธ์กับความหนาแน่น

อุปกรณ์ หลอดคณิควาขนาด ๑๐ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

วิธีทดลอง ๑. ดึงก้านหลอดคณิควาออกให้อากาศภายในหลอดมีปริมาตร ๘ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร แล้วเอาหัวแม่มืออุดปลายหลอดคณิควาให้แน่น (หรือจะใช้ไฟลนที่ปลายหลอดเพื่อหลอมปลายหลอดคณิควาได้)

๒. กดก้านหลอดเข้าไป เพื่ออัดอากาศภายในหลอดให้มีปริมาตรเหลือ ๓ ลบ.ซม.

๓. กดก้านหลอดเข้าไปอีกครั้ง เพื่ออัดอากาศให้มีปริมาตรเหลือ ๑ ลบ.ซม.

พร้อมทั้งสังเกต แรงที่ใช้ในการกดก้านหลอดว่าครั้งไหนใช้แรงมากกว่ากัน

คำถาม ๑. ขณะที่นักเรียนกดก้านหลอดทั้งสองครั้ง ครั้งไหนใช้แรงมากกว่ากัน

.....

๒. ถัดจากก้านหลอดทั้งสองครั้ง ครั้งไหนมีปริมาตรของอากาศภายในหลอดมากกว่ากัน

๓. ดังนั้น การทดลองนี้แสดงว่าเมื่ออากาศมีปริมาตรน้อยลงต้องใช้แรงดันในการกดก้านหลอดมากหรือน้อย

๔. นั่นก็คือ ถ้าอากาศมีปริมาตรลดลง ความดันจะมีค่า

๕. ขณะที่ทำการทดลอง โดยอัดอากาศให้มีปริมาตรเล็กลงนั้น อากาศภายในหลอดหนีหายไปหรือไม่

๑. จากการทดลองนักเรียนคงทราบแล้วว่า ถ้าอากาศมีปริมาตรลดลง ความดันจะมีค่ามากขึ้น และขณะที่ทำการทดลอง อากาศภายในหลอดไม้ไผ่หนีหายไปไหน เพราะนักเรียนใช้นิ้วมืออุดอยู่ที่ปลายหลอด ดังนั้นขณะที่ทำการทดลองมวลของอากาศคงที่ แต่ปริมาตรของอากาศลดลงจาก ๙ ลบ.ซม. เหลือเพียง ๑ ลบ.ซม. ซึ่งมีผลทำให้ความหนาแน่นของอากาศเปลี่ยนแปลงไปด้วย เพราะความหนาแน่นนั้นหาได้จาก มวลหารด้วยปริมาตร เรามาดูกันซิว่า เมื่อความดันเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

ก่อนการทดลองอากาศมีปริมาตร ๙ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

ดังนั้นอากาศมีความหนาแน่น = $\frac{\text{มวล}}{๙}$ กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร

เมื่อทำการทดลองแล้วอากาศมีปริมาตร = ๑ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

ดังนั้นอากาศมีความหนาแน่น = $\frac{\text{มวล}}{๑}$ กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร

นักเรียนเปรียบเทียบได้ไหมว่า ก่อนทำการทดลองกับเมื่อทำการทดลองแล้ว ครั้งไหนอากาศมีความหนาแน่นมากกว่ากัน

ถูกแล้วนักเรียนต้องตอบว่าเมื่อทำการทดลองแล้ว ความหนาแน่นย่อมมีค่ามากกว่า เพราะตัวหารคือเลข ๑ มีค่าน้อยกว่าตัวหารของก่อนทำการทดลองซึ่งก็คือเลข ๙ โดยที่ก่อนทำการทดลองและเมื่อทำการทดลองแล้วอากาศมีมวลเท่ากัน

นั่นก็คือ เมื่อความดันเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของอากาศก็ย่อมมีค่า

เพิ่มขึ้น

๒. ดังนั้นนักเรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความดันของอากาศกับความหนาแน่นของอากาศได้คือ

เพื่อความดันของอากาศเพิ่มขึ้นความหนาแน่นก็มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

๓. จากการวัดค่าความหนาแน่นของอากาศโดยละเอียด พบว่าอากาศมีความหนาแน่นมากที่สุด ๐.๐๐๑๓ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งค่านี้เป็นค่าที่วัดที่ระดับน้ำทะเลหรือที่ระดับผิวโลก แต่ที่สูงขึ้นไปอากาศจะมีความหนาแน่นลดลง นั่นคือ ที่ระดับต่ำความหนาแน่นของอากาศมาก แต่ที่สูงขึ้นไปความหนาแน่นของอากาศจะลดลงไปตามลำดับ

ที่ระดับพื้นดินกับยอดเขาสูง ที่ไหนมีความหนาแน่นของอากาศมากกว่ากัน

.....

พื้นดิน

๔. จากที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วยังคงจำได้ว่า ที่ระดับสูงจากพื้นโลกขึ้นไป ความดันของอากาศ (เพิ่มขึ้นหรือลดลง) และที่ระดับสูงขึ้นไปความหนาแน่นของอากาศก็

ดังนั้น นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่าง ความสูง ความดัน และความหนาแน่นของอากาศได้คือ ที่ระดับสูงจากพื้นโลกขึ้นไป อากาศมีความหนาแน่น และความดันก็

ลดลง และความดันก็ลดลงด้วย

นักเรียนคงทราบถึง ความสัมพันธ์ระหว่างความดันของอากาศกับความหนาแน่นแล้ว ต่อไปนักเรียนจะได้เรียนรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของอากาศกับความดัน เพื่อที่จะได้โยงไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความหนาแน่นอีกด้วย ซึ่งนักเรียนจะศึกษาได้จากการทดลอง

การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและปริมาตร ของอากาศ

จุดมุ่งหมาย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและปริมาตร ของอากาศ ซึ่งจะโยงต่อไปถึง ความดันและความหนาแน่นของอากาศ

- อุปกรณ์
๑. หลอดจลิตยาขนาด ๑๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ๒. แผ่นพลาสติกเล็กๆสำหรับหุ้มปลายหลอด ซึ่งนักเรียนตัดได้จากถุงพลาสติกที่ใช้แล้ว
 ๓. ถ้วย ๒ ใบ ยางสำหรับรัดพลาสติก
 ๔. น้ำแข็งทุบละเอียด และน้ำร้อน

- อุปกรณ์
๑. คีมก้านหลอดจลิตยาให้อยู่ที่ ๒ ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ๒. หุ้มปลายหลอดจลิตยาคับพลาสติก รัดยางให้แน่น ไม่ให้อากาศรั่วออกได้
 ๓. นำน้ำแข็งใส่ลงในถ้วยประมาณครึ่งถ้วย
 ๔. นำหลอดจลิตยาจากข้อ ๑. จุ่มลงในถ้วยน้ำแข็งแช่ทิ้งไว้ประมาณ ๕ นาที สังเกตดู ปริมาตร ของอากาศในหลอดจลิตยา และจดบันทึกไว้
 ๕. ยกหลอดจลิตยาออกจากถ้วยน้ำแข็ง วางทิ้งไว้ ประมาณ ๕ นาที
 ๖. ใส่น้ำร้อนลงไปในถ้วยใบที่ ๒ ประมาณครึ่งถ้วย
 ๗. ดูปริมาตร ของอากาศในหลอดจลิตยา และจดบันทึกไว้ก่อนที่จะนำไปแช่ในน้ำร้อน
 ๘. จุ่มหลอดจลิตยาลงในถ้วยน้ำร้อนทิ้งไว้ประมาณ ๕ นาที สังเกตดูปริมาตร ของ อากาศในหลอดจลิตยา และจดบันทึกไว้

ตารางบันทึกผลการทดลอง

อากาศในหลอดจลิตยา	ปริมาตร ของอากาศในหลอด (ลบ.ซม.)
ก่อนแช่น้ำแข็ง	
แช่น้ำแข็งแล้ว ๕ นาที	
ก่อนแช่น้ำร้อน	
แช่น้ำร้อนแล้ว ๕ นาที	

- คำถาม ๑. เมื่อนักเรียนนำหลอดคิดยาไปแช่ในน้ำแข็ง ทำให้อุณหภูมิของอากาศภายในหลอดลดลงหรือเพิ่มขึ้น และปริมาตรของอากาศภายในหลอดก็
๒. เมื่อนักเรียนนำหลอดคิดยามาแช่ในน้ำร้อน ทำให้อุณหภูมิของอากาศในหลอดลดลงหรือเพิ่มขึ้น และปริมาตรของอากาศในหลอดก็
๓. นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับปริมาตร ของอากาศได้คือ ถ้าอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นปริมาตรจะ และถ้าอากาศมีอุณหภูมิลดต่ำลง ปริมาตรก็
-

๕. จากที่นักเรียนทำการทดลอง นักเรียนคงทราบแล้วว่า ถ้าอากาศมีอุณหภูมิลดต่ำลง ปริมาตรก็ลดลงด้วย และถ้าอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรก็เพิ่มขึ้นด้วย แต่จากการทดลองคราวที่แล้ว เราได้ข้อสรุปว่า เมื่อความดันเพิ่มขึ้น ปริมาตรลดลง แต่ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองทั้งสองครั้งดังกล่าวมาแล้ว จึงสามารถสรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิของอากาศลดลง ปริมาตรก็ แต่ความดันจะ และความหนาแน่นก็

ปริมาตรลดลง ความดันเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นก็เพิ่มขึ้น

๖. ดังนั้น อากาศเย็นมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศร้อน และอากาศที่มีความหนาแน่นมากกับอากาศที่มีความหนาแน่นน้อย อย่างไหนควรจะอยู่เบื้องล่าง

ถูกแล้วอากาศเย็นต้องมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศร้อน ดังนั้นอากาศเย็นจึงอยู่เบื้องล่าง

จากที่เรียนมานักเรียนคงจะทราบแล้วว่าการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศนั้น เนื่องจากอุณหภูมิเป็นสิ่งสำคัญ และสาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นเพราะบรรยากาศเหนือพื้นดิน และพื้นน้ำรับและคายความร้อนได้ไม่เท่ากัน และเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงก็ทำให้ความดันและความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงไปด้วย นอกจากนี้ยังมีผลอื่นที่จะเกิดตามมาอีกซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาค้นต่อไป

เรื่อง การเกิดลม

วัตถุประสงค์ของบทเรียน บทเรียนนี้จะกล่าวถึงลมเกิดขึ้นได้อย่างไร การเกิดลมไฮโคลน แอนติไฮโคลน ลมบก ลมทะเล ลมมรสุม และการวัดความเร็วของลม

ความรู้พื้นฐาน นักเรียนควรทราบว่า การที่พื้นดินและพื้นน้ำรับและคายความร้อนได้ไม่เท่ากัน มีผลทำให้บรรยากาศเหนือพื้นดิน และพื้นน้ำมีอุณหภูมิแตกต่างกันไปด้วย

วัตถุประสงค์ของการสอน สิ่งให้นักเรียนควรจะได้เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีดังนี้คือ

๑. ทำการทดลองและสรุปถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศได้ถูกต้อง
๒. อธิบายได้ว่าลมเกิดขึ้นได้อย่างไร
๓. อธิบายถึงสาเหตุของการเกิดลมบก ลมทะเล ลมมรสุม ไฮโคลน แอนติไฮโคลน และการตั้งชื่อพายุไฮโคลนได้ถูกต้อง
๔. บอกได้ว่าใช้เครื่องมืออะไรวัดความเร็วของลม และมีวิธีวัดอย่างไร

อุปกรณ์

๑. กล่องสี่เหลี่ยมบนฝากล่องมีปล่อง ๒ ปล่อง ด้านหนึ่งปิดด้วยกระดาษใส
๒. เทียนไข ไม้ขีด ฐูป

กิจกรรมในการเรียน

บทเรียนนี้ประกอบด้วย การทดลอง เนื้อเรื่อง คำถามให้นักเรียนคิด พร้อมกับที่ว่างเว้นให้ตอบ นักเรียนต้องเรียนไปตามลำดับดังนี้

๑. จัดหาอุปกรณ์ตามที่กล่าวข้างต้น
๒. อ่านวิธีทดลองให้เข้าใจก่อนที่จะทำการทดลอง
๓. ทำการทดลอง พร้อมกับสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น
๔. ตอบคำถาม และตรวจคำตอบที่มีอยู่ให้ข้อนั้น
๕. อ่านเนื้อเรื่องที่นำมา พร้อมกับตอบคำถามตรงที่ว่างที่เว้นไว้ให้ และตรวจคำตอบว่าตอบได้ถูกต้องหรือไม่

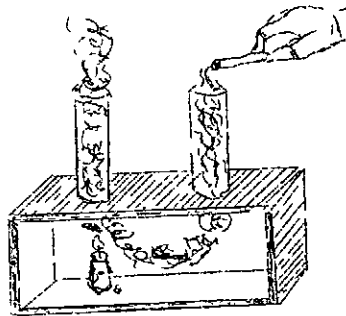
บทเรียน

การทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ของอากาศ

จุดมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการเคลื่อนที่ของอากาศโดยให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของควันธูป! และนำหลักการนี้มาอธิบายเรื่องการเกิดลม

อุปกรณ์ ๑. กล้องสี่เหลี่ยมแบนปากลองมีหลอด ๒ หลอด ด้านหนึ่งปิดด้วยกระจกใส
๒. ธูป ไนซิค เทียนไข

วิธีทดลอง ๑. จุดเทียนไขแล้วนำไปตั้งไว้ในหลอดทางซ้ายมือ
๒. จุดธูป! สังเกตดูว่าควันธูป! เคลื่อนที่อย่างไร ลอยขึ้นข้างบนหรือข้างล่าง
๓. นำธูปที่จุดแล้วเอาไว้ให้กับเหลือแต่ด้านแดงๆไว้จุดที่หลอดทางขวามือ ตั้งธูป! แล้วสังเกตการเคลื่อนที่ของควันว่าเคลื่อนที่อย่างไร



หมายเหตุ เนื่องจากเรามองไม่เห็นอากาศ ดังนั้นจึงให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของควันธูป! แทนการเคลื่อนที่ของอากาศ

ข้อควรระวังในการทดลอง การตั้งเทียนไขในกล้องต้องตั้งให้ตรงกับรูที่เจาะไว้ เพราะจะทำให้อากาศไหลขึ้นได้สะดวก และเมื่อจุดไม้ขีดไฟทำการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องดับไฟให้เรียบร้อย

คำถาม ๑. อุณหภูมิของอากาศทางปล่องด้านซ้ายมีอิทธิพลทางขวามือเท่ากันหรือไม่

.....

๒. เมื่อนักเรียนนำรูปไปจัดที่ปล่องทางขวามือ ควรรูปจะเคลื่อนที่อย่างไร

.....

๓. จากการเคลื่อนที่ของควันรูปในข้อ ๒. แสดงว่าควันรูปหรืออากาศจะเคลื่อนที่
จากที่มีอุณหภูมิ ไปสู่ที่มีอุณหภูมิ

๔. จากการทดลองนักเรียนทั้งสองรูปได้ว่า ถ้าอุณหภูมิของอากาศบริเวณใกล้เคียงกัน
แตกต่างกัน อากาศจะเคลื่อนที่จากที่มีอุณหภูมิ ไปสู่ที่มีอุณหภูมิ

๕. จากการเคลื่อนที่ของควันรูปในข้อ ๓. นักเรียนอธิบายได้หรือไม่ว่าเป็นเพราะ
เหตุใด

.....

.....

๑. ไปเท่ากันอากาศทางปล่องซ้ายมีอุณหภูมิต่ำกว่า

๒. เคลื่อนที่ลงไปในปล่องขวาแล้วลอยออกมาทางปล่องซ้ายมือ

๓. ดำไปสู่ที่มีอุณหภูมิสูง

๔. ดำไปสู่ที่มีอุณหภูมิสูง

๕. เราอธิบายได้ว่า อากาศทางปล่องซ้ายมือได้รับความร้อนจากเทียนไขจึงขยายตัว

มีความหนาแน่นน้อยลงและลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบน อากาศส่วนอื่นในกล่องที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจึงเคลื่อน
ตัวเข้าไปแทนที่ และอากาศภายนอกกล่องก็ไหลเข้าไปในกล่องทางปล่องขวามือ วนเวียนกันไป

การเคลื่อนไหวของอากาศ

๑. เนื่องจากอากาศอยู่ในอำนาจความดันของโลก จึงมีน้ำหนักกดทับลงมาเป็น
ชั้นๆ น้ำหนักของอากาศที่กดทับลงมาเรียกว่า ความกดอากาศ ความกดอากาศมักจะเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ
อุณหภูมิและความกดอากาศในวันหนึ่งๆย่อมแตกต่างกันไป เมื่ออากาศได้รับความ
ร้อนจากดวงอาทิตย์ ก็จะเบาและตัวสูงขึ้น ความกดอากาศก็น้อย หรือเรียกว่า ความกดอากาศต่ำ
ตรงกันข้ามกับอากาศเย็น จะมีความกดอากาศมาก เรียกว่า ความกดอากาศสูง

เมื่ออากาศร้อน (อุณหภูมิสูง) เบาลอยตัวขึ้นสูง อากาศที่เย็นในบริเวณใกล้เคียงจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศ ซึ่งเราเรียกว่า ลม

ดังนั้นอากาศที่เคลื่อนไหวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เราเรียกว่า

ลม

๒. บริเวณที่มีอากาศร้อนหรืออุณหภูมิสูง จะมีความกดอากาศ . . . ส่วนบริเวณที่มีอากาศเย็นหรืออุณหภูมิต่ำ จะมีความกดอากาศ . . .

ต่ำ , สูง

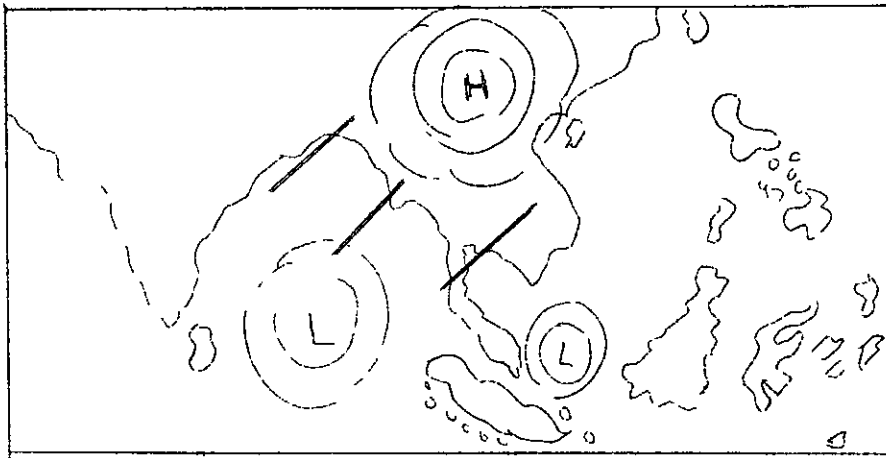
๓. ถ้าบริเวณใกล้เคียงกันมีความกดอากาศต่างกัน ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศจากที่มีความกดอากาศ ไปสู่ที่มีความกดอากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิด

สูงไปสู่ที่มีความกดอากาศต่ำ , ลม

๔. ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ลมเกิดจาก

ความแตกต่าง ของความกดของอากาศ

๕. ในการเขียนแผนที่อากาศ ใช้ตัวอักษร H แทนหย่อมความกดอากาศสูง และ L แทนหย่อมความกดอากาศต่ำ ลูกศรแสดงทิศทางของลม



นักเรียนเห็นหัวลูกศรแสดงทิศทางของลมด้วยนะ

๖. นักเรียนคงจำได้ว่า ความแตกต่างของความกดอากาศ เป็นสาเหตุให้เกิดลม คือถ้าบริเวณหนึ่งมีความกดอากาศต่ำ อีกบริเวณหนึ่งที่อยู่ใกล้เคียงกันมีความกดอากาศสูง ก็จะเป็นลมพัดจากที่มีความกดอากาศสูงเข้าสู่ที่มีความกดอากาศต่ำ แต่ถ้ามีความกดอากาศแตกต่างกันมาก และเป็นไปอย่างรวดเร็ว ลมที่พัดก็จะพัดด้วยความรุนแรงและรวดเร็ว เรียกว่า พายุ

ลมและพายุก็เกิดขึ้นเนื่องจาก แต่พายุเป็นลมที่พัดด้วยความ

ความแตกต่างของความกดอากาศ , แต่พายุเป็นลมที่พัดด้วยความรุนแรงและรวดเร็ว

๗. ลมที่พัดอยู่ทั่วโลก อาจแบ่งออกได้เป็น ๕ ประเภท คือ

๑. ลมประจำเวลา เช่น ลมบก ลมทะเล เป็นต้น
๒. ลมประจำฤดู เช่น ลมมรสุมประจำฤดูร้อน ลมมรสุมประจำฤดูหนาว เป็นต้น
๓. ลมประจำปี เช่น ลมสินค้า ลมทั่วโลก เป็นต้น
๔. ลมประจำถิ่น เช่น ลมร้อน ลมหนาว เป็นต้น
๕. ลมแปรปรวน และลมพายุ เช่น ลมพายุไต้ฝุ่น ลมพายุฝนฟ้าคะนอง เป็นต้น

๔. ลมทะเล เกิดขึ้นเนื่องจากในเวลากลางวัน แผ่นดินและพื้นน้ำได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ แต่ผ่นดินได้รับความร้อนไ้เร็ว และคายความร้อนออกไปได้เร็วกว่าน้ำทะเล จึงทำให้อุณหภูมิของอากาศเหนือผ่นดินที่อยู่ใกล้ทะเลมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเหนือน้ำทะเล อากาศเหนือผ่นดินมีอุณหภูมิสูง ความกดดันต่ำ ส่วนอากาศเหนือน้ำมีอุณหภูมิต่ำ ความกดดันสูง อากาศเหนือผ่นดินจึงร้อนกว่าจะขยายตัวลอยสูงขึ้น ทำให้อากาศที่เย็นกว่าเหนือน้ำพัดเข้าแทนที่ จึงเกิดเป็นลมพัดจากทะเลเข้าสู่แผ่นดิน

ลมบก ในเวลากลางคืน อากาศเหนือผ่นดินเย็นกว่าอากาศเหนือน้ำทะเล ทั้งนี้เพราะผ่นดินคายความร้อนออกไปได้เร็วกว่าผ่นน้ำทะเล อุณหภูมิเหนือผ่นดินจึงลดต่ำลง แต่อุณหภูมิของอากาศเหนือน้ำยังสูงอยู่ เมื่ออุณหภูมิของอากาศเหนือน้ำสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือผ่นดินเช่นนี้ ก็จะเกิดเป็นลมพัดจากผ่นน้ำไปสู่ทะเล

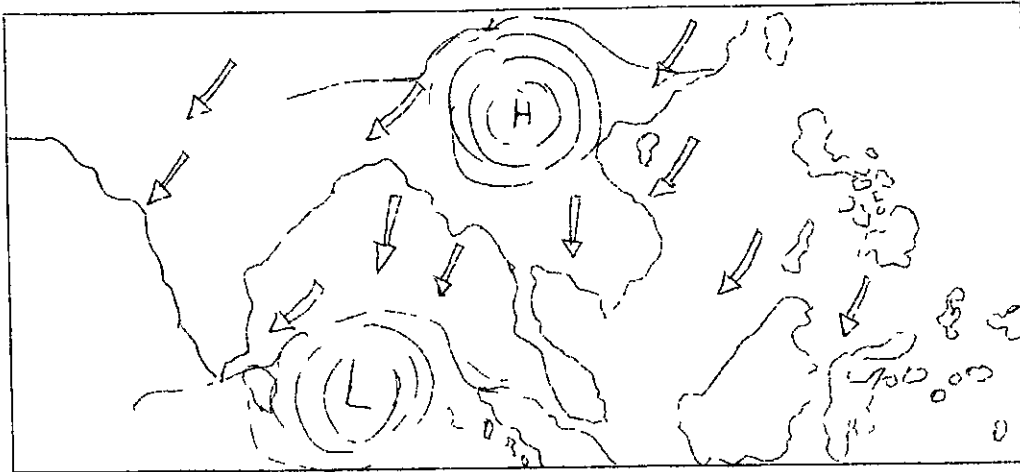
ลมที่พัดจากทะเลเข้าสู่ผ่นบก เราเรียกว่า ส่วนลมที่พัดออกจากผ่นน้ำสู่ทะเลเรียกว่า ลมทั้งสองนี้เป็นลมที่พัดประจำระหว่างเวลา

ทะเล , บก , ระหว่างเวลากลางวันและกลางคืน

๕. ลมบรสุม เกิดจากความแตกต่างของภูมิอากาศและความแตกต่างของความกดอากาศ ระหว่างเหนือผ่นดินกับเหนือน้ำเป็นข้อใหญ่ ทำให้เกิดลมพัดจากแผ่นดินสู่ทะเลและพัดจากทะเลเข้าสู่แผ่นดิน คล้ายกับลมบกลมทะเล แต่พัดเป็นบริเวณกว้างขวางกว่า และพัดเป็นระยะเวลาประมาณ ๒ เดือน

บริเวณที่ลมบรสุมพัดผ่าน เช่น ลมบรสุมในเอเชีย มีทั้งลมบรสุมฤดูร้อน ฤดูหนาว ลมบรสุมฤดูร้อนในเอเชียมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "มรสุมตะวันตกเฉียงใต้" เกิดขึ้นเนื่องจาก ในฤดูร้อนอากาศบริเวณภาคพื้นทวีปเอเชีย มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิเหนือมหาสมุทรอินเดียและทะเลจีน จึงเกิดเป็นลมพัดจากมหาสมุทรอินเดียและทะเลจีน เข้าสู่ภาคพื้นทวีป ส่วนลมบรสุมฤดูหนาวในเอเชียมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "ลมบรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ" เกิดจากในฤดูหนาว อุณหภูมิของอากาศบนภาคพื้นทวีปเอเชียลดต่ำลงมากกว่าอุณหภูมิเหนือน้ำในทะเลจีนและมหาสมุทรอินเดีย ในขณะที่เดียวกันก็จะมีอากาศสูง ส่วนบริเวณทะเลและมหาสมุทรมีความกดอากาศต่ำกว่าภาคพื้นทวีป จึงเกิดเป็นลมพัดจากทวีปออกสู่ทะเลจีน เอเชีย-

ตะวันออก เอเซียตะวันออกเฉียงใต้ และเอเซียใต้ ลมนี้จะนำความชื้นและความแห้งแล้งมา
ให้บริเวณที่พัดผ่าน สำหรับประเทศไทยก็อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมด้วย



จากรูปนักเรียนบอกได้ไหมว่า เพราะเหตุใดลมจึงพัดจากประเทศจีนลงมาทางใต้
ผ่านประเทศไทย
.

อากาศทางใต้บริเวณมหาสมุทรมีความกดอากาศต่ำ อุณหภูมิสูง ฝั่งร้อนลอยสูงขึ้น อากาศทาง
เหนือมีความกดอากาศสูง อุณหภูมิต่ำ จึงพัดเข้ามาแทนที่

๑๐. ลมพายุไซโคลน เป็นลมพายุที่เกิดขึ้นในบริเวณกว้างหุบเป็นเกลียวรอบๆศูนย์กลาง
ความกดอากาศต่ำ มีชื่อเรียกต่างกันไปตามท้องถิ่นที่เกิด เช่น พายุหมุนที่เกิดแถบมหาสมุทร
อินเดีย เรียกว่า ไซโคลน เกิดในแถบทะเลจีน เรียกว่า ไต้ฝุ่น เกิดในสหรัฐอเมริกาภาคใต้
แล้วเคลื่อนที่ไปถึงเซบอดูน เรียกว่า ทอร์นาโด เป็นลมพายุที่มีลักษณะรุนแรง โดยเฉพาะ
บริเวณศูนย์กลางลมจะทำอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก

ลักษณะของลมพายุที่เกิดขึ้นโดยมีบริเวณความกดอากาศต่ำเป็นศูนย์กลางพายุ
เรียกว่า

ลมพายุไซโคลน

๑๑. ลมพายุไซโคลนยังมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามอัตราความเร็วของลม กล่าวคือ

๑. ถ้าอัตราความเร็วของลมรอบศูนย์กลางไม่เกิน ๖๑ กิโลเมตรต่อชั่วโมง
เรียกว่า พายุดีเปรสชัน

๒. ถ้าพายุดีเปรสชันมีกำลังแรงขึ้นโดยมีความเร็วรอบศูนย์กลาง ๖๑ - ๑๑๙
กิโลเมตรต่อชั่วโมง เรียกว่า พายุโซนร้อน

๓. ถ้าอัตราความเร็วของลมรอบศูนย์กลางสูงกว่า ๑๑๙ กิโลเมตรขึ้นไป
เรียกว่า พายุไต้ฝุ่น

การที่เราจะเรียกว่าเป็นพายุไต้ฝุ่น พายุโซนร้อน หรือดีเปรสชัน ใช้อะไรเป็น
เครื่องกำหนด

อัตราความเร็วของลม

๑๒. สำหรับประเทศไทยเราอยู่ในเขตร้อนและอยู่ในรัศมีของลมพายุไต้ฝุ่น อันเป็น
พายุหมุนในเขตทะเลจีนใต้ จึงมักจะได้รับอิทธิพลที่เกิดจากลมนี้เสมอ พายุหมุน เมื่อเคลื่อน
ที่ไปถึงบริเวณใด ก็จะทำให้ความกดอากาศบริเวณนั้นต่ำลง บริเวณที่พายุพัดผ่านจะบีบคั้น
ลมพายุแรง และมีฝนตกหนัก จนกว่าระบบความกดอากาศต่ำจะผ่านพ้นไป และในขณะที่เกิด
ลมพายุนี้ก็จะรู้สึกว่อากาศที่ร้อนอบอ้าวมาแต่ก่อนนั้นเย็นลงโดยกระทันหัน ก่อนเมฆบีบคั้นลอย
ต่ำลง ลมพัดแรงขึ้น กำลังแรงของลมอาจทำให้บ้านเรือนเสียหายได้

ถ้ามีลมไซโคลนพัดผ่านประเทศไทยจะทำให้มีลักษณะอากาศเป็นอย่างไร ?

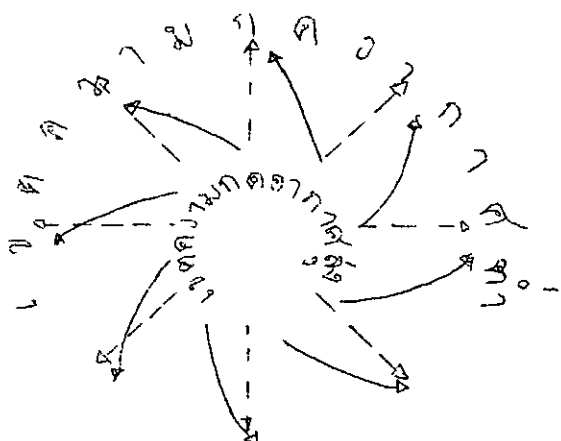
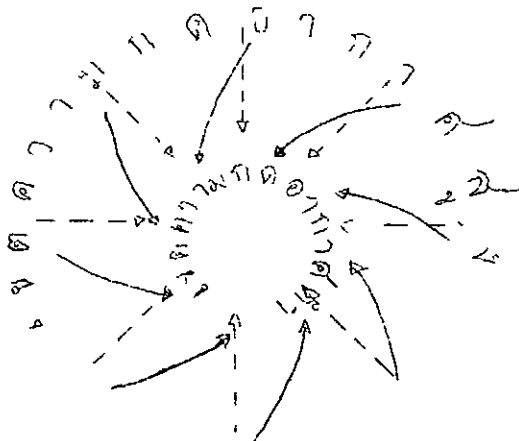
.
.

บีบคั้น อากาศเย็นลงโดยกระทันหัน มีฝนตก และลมพัดแรง

๑๓. ลักษณะของลมพายุอีกชนิดหนึ่ง ที่เรียกว่า ลมแอนตี้ไซโคลน คือลมที่พัดเวียนออกจากเขตความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ เคลื่อนที่ในบริเวณแคบๆ สมมติคนนี้เป็นลมที่ใบร้ายแรงเท่าไฉน ลมแอนตี้ไซโคลนเป็นลมที่ทำให้มีลักษณะอากาศปลอดโปร่ง พายุหมุนที่พัดเวียนออกจากบริเวณความกดอากาศสูงสู่บริเวณความกดอากาศต่ำ เราเรียกว่า

แอนตี้ไซโคลน

๑๔. ข้อใดเป็นลักษณะของการเกิดลมไซโคลน



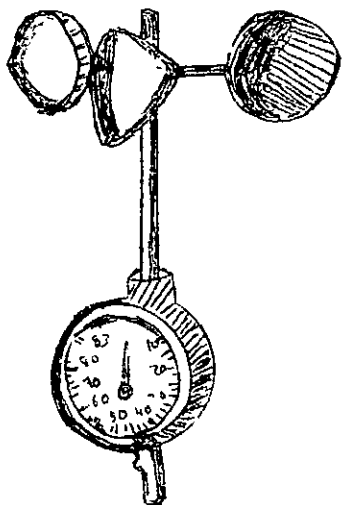
๑๕. ก่อนที่จะเกิดลมพายุมีข้อสังเกตุดังง่ายคือ บาโรมิเตอร์ จะลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว แสดงว่าอากาศเกิดผิดปกติ

นักเรียนยังจำได้ไหมว่า

บาโรมิเตอร์ นอกจากจะใช้ในการสังเกตุดังกล่าวจะเกิดลมพายุขึ้นเมื่อใดแล้ว ยังเป็นเครื่องมือที่ใช้วัด

ความกดของอากาศ

๑๖. การที่เราจะทราบว่าลมพัดด้วยความเร็วเท่าใดนั้น มีเครื่องมือวัดอัตราความเร็วของลม เรียกว่า "แอนีโมมิเตอร์" เครื่องมือที่ใช้กันมีอยู่หลายชนิด แต่ที่ใช้กันเป็นส่วน



ใหญ่เป็นแบบถ้วย ประกอบด้วยลูกถ้วยรูปทรงกรวย ๓ ลูก หรือมากกว่านั้น โดยให้ด้านเปิดตั้งขึ้นในแนวตั้ง หันตามกัน มีก้านมารวมกันที่ตรงกลางแล้วต่อยังแกนตั้ง แกนตั้งนั้นหมุนได้รอบตัว เมื่อลมพัดลูกถ้วยจะหมุน การหมุนของลูกถ้วยจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น กระแสไฟฟ้าจะไปบังคับให้เข็มที่หน้าปัดชี้ค่าตามปริมาณมากน้อยของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นค่าความเร็วของลม

ตามสถานีตรวจอากาศจะมีแอนีโมมิเตอร์ประจำอยู่เสมอ มักตั้งไว้บนที่สูงที่สุด เช่น บนคาตฟ้าตึกชั้นสูงสุด หรือบนนั้นก็จะตั้งหึ่งไว้กลางแจ้ง เช่น กลางทุ่งนา เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้วัดความเร็วของลม เรียกว่า

แบบฝึกหัดบทวน

๑. ลมเกิดขึ้นได้อย่างไร ?
๒. อากาศที่ป็นอุณหภูมิสูงและต่ำ จะมีความกดอากาศแตกต่างกันอย่างไร ?
๓. อากาศเคลื่อนที่อย่างไร ?
๔. ลมบก ลมทะเล เกิดขึ้นได้จากสาเหตุใด ?
๕. ลมมรสุมที่พัดผ่านประเทศไทยมีกี่ชนิด ? และลมนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร ?
๖. จงอธิบายถึงการเกิดลมพายุไซโคลน แอนตี้ไซโคลน
๗. พายุไซโคลนมีชื่อเรียกแตกต่างกันอย่างไรบ้าง ?
๘. ถ้าบาโรมิเตอร์ลดลงรวดเร็ว แสดงว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น ?

เรื่องส่วนประกอบและความสำคัญของบรรยากาศ

วัตถุประสงค์ของบทเรียน บทเรียนนี้กล่าวถึงบรรยากาศประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีความสำคัญอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการสอน เมื่อนักเรียนเรียนจบหน่วยนี้ สิ่งที่นักเรียนควรจะปฏิบัติได้มีดังนี้คือ

๑. บอกได้ว่าบรรยากาศประกอบด้วยอะไรบ้าง
๒. ทำการทดลองเพื่อสรุปได้ว่าในอากาศมีไอน้ำ
๓. อธิบายได้ว่าบรรยากาศมีความสำคัญอย่างไรบ้าง
๔. บอกได้ว่าอากาศเป็นพิษมีสภาพอย่างไร และมีโทษต่อชีวิตมนุษย์อย่างไรบ้าง

อุปกรณ์ประกอบบทเรียน

๑. ตะเกียงอัลกอฮอล์
๒. คอปเปอร์ซัลเฟต
๓. แก้วน้ำ หลอดหยด
๔. ถาดโลหะ ที่จับถาดโลหะ

บทเรียน

บทเรียนนี้ประกอบด้วยเนื้อเรื่องที่แบ่งออกเป็นข้อๆ มีคำถามให้คิด และมีการทดลองก่อนที่นักเรียนจะทำการทดลองจะต้องอ่านวิธีทดลองให้เข้าใจเสียก่อน และขณะทำการทดลองนักเรียนจะต้องสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น และจดบันทึกไว้ เพื่อนักเรียนจะได้สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

๑. ถึงแม้ว่าเราจะมองไม่เห็นอากาศแต่เราก็รู้ได้ว่ามีอากาศอยู่รอบๆตัวเรา เพราะเราสังเกตได้จากผลที่ปรากฏ เช่น อากาศที่กำลังเคลื่อนที่หรือลมทำให้ใบไม้ไหว เป็นต้น ดังที่นักเรียนได้เคยเรียนมาแล้ว ตอนต่อไปนี้นักเรียนจงช่วยกันพิจารณาจากสิ่งที่เราเคยพบในชีวิตประจำวันดูซิว่า อากาศรอบๆตัวเรานี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง

๑.๑ เมื่อนักเรียนก่อกองไฟ หรือเผาขยะ จะมีก๊าซเกิดขึ้น นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้คือ ก๊าซอะไร และก๊าซที่เกิดขึ้นนั้น หายไปอยู่ที่ไหน

๑.๒ พืชสีเขียวสามารถสร้างอาหารเองได้ ซึ่งเราเรียกว่า การสังเคราะห์แสง
 นักเรียนทราบหรือไม่ว่า เมื่อพืชปรุงอาหารจะนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ แล้วจะให้ก๊าซ
 ออกมา ซึ่งเป็นก๊าซที่จำเป็นสำหรับการหายใจของมนุษย์และสัตว์ และ
 ก๊าซที่ได้นี้จะอยู่ในอากาศ

๑.๓ เมื่อนักเรียนใช้ไฟฉายส่องเข้าไปในห้องที่มืด หรือเปิดไฟแสงแดดส่องออกของ
 เข้าไปในห้องที่มืด นักเรียนจะเห็นอะไรในลำแสง

๑.๔ เมื่อนักเรียนเอาน้ำแข็งใส่แก้ว แล้วตั้งทิ้งไว้สักครู่ จะพบว่าข้างนอกแก้วมี
 หยดน้ำมาเกาะ หยดน้ำที่เกิดขึ้นนั้นมาจากไหน

๒. จากการตอบคำถามในข้อ ๑. นักเรียนคงพอสรุปได้ว่าในบรรยากาศประกอบ
 ด้วย

๓. นักเรียนคงตอบได้ใช่ไหมว่า ในบรรยากาศประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 ออกซิเจน ไนโตรเจน ไอน้ำ นอกจากนั้นยังมีก๊าซไนโตรเจน อาร์กอน ก๊าซเฉื่อยอื่นๆ ตลอดจน
 กระจกทั้งเชื้อโรคที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น

ส่วนผสมของอากาศโดยปริมาตร

ไนโตรเจน	๗๘ %
ออกซิเจน	๒๑ %
คาร์บอนไดออกไซด์	๐.๐๓ %
อาร์กอน	๐.๙๔ %
ก๊าซเฉื่อยอื่นๆ	๐.๙๓ %

ก๊าซที่มีมากที่สุดในอากาศคือ และก๊าซที่มีมากเป็นที่สองคือ

ไนโตรเจน , ออกซิเจน

ต่อไปให้นักเรียนจะทำการทดลองว่าในอากาศมีไอน้ำอยู่จริงหรือไม่

การทดลองเรื่องในบรรยากาศมีไอน้ำหรือไม่

อุปกรณ์

๑. ตะเกียงอัลกอฮอล์
๒. คอปเปอร์ซัลเฟตผลึกสีขาว
๓. แก้วน้ำ น้ำ หลอดหยด
๔. ภาชนะโลหะ ที่จับภาชนะโลหะ

วิธีทดลอง

๑. ตักคอปเปอร์ซัลเฟตใส่ภาชนะโลหะ สังเกตดูสี นำไปเผาไฟและสังเกตดูสีเมื่อเผาไฟแล้ว พร้อมกับบันทึกผลการสังเกตไว้
๒. แบ่งผงคอปเปอร์ซัลเฟตที่เผาไฟแล้วออกเป็น ๒ ส่วน
๓. นำหลอดหยดที่บรรจุน้ำแล้ว บีบน้ำ ๒ - ๓ หยด ลงบนคอปเปอร์ซัลเฟตที่เผาไฟแล้วส่วนหนึ่ง สังเกตดูสีเปรียบเทียบกับส่วนที่ยังไม่ได้หยดน้ำ บันทึกผลไว้
๔. ตั้งผงคอปเปอร์ซัลเฟตที่ยังไม่ได้หยดน้ำไว้ครึ่งชั่วโมง (อาจต้องตั้งทิ้งไว้ถึง ๑ คืน) สังเกตดูสีเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ เปรียบเทียบกับส่วนที่หยดน้ำแล้ว

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ผงคอปเปอร์ซัลเฟต	ผลการสังเกต
ก่อนเผาไฟ	
เผาไฟแล้ว	
เผาไฟและหยดน้ำแล้ว	
เผาไฟแล้วแต่ไม่ได้หยดน้ำและตั้งทิ้งไว้	

จากผลการทดลองนี้นักเรียนสรุปได้ว่า

ความสำคัญของบรรยากาศ

๕. บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกเราอยู่นี้มีประโยชน์อย่างมหาศาล ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ได้ ทำให้มีไฟ เพราะไฟจะมีได้ก็ต้องอาศัยก๊าซออกซิเจนในอากาศเพื่อช่วยในการลุกไหม้ ถ้าปราศจากบรรยากาศจะไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่เลย ไม่มีไฟ ลม แสง ฝน และไม่มีพืชพันธุ์อย่างใดทั้งสิ้น การที่โลกเรามีสิ่งมีชีวิต อยู่ มีฝน ลม พายุ เมฆ เป็นเพราะ

โลกเรามีบรรยากาศห่อหุ้ม

๖. บรรยากาศมีความสำคัญแก่สิ่งมีชีวิต นมนุษย์และสัตว์ใช้อากาศในการหายใจ ถ้าขาดอากาศมนุษย์และสัตว์จะต้องตายหมด พืชนอกจากจะใช้อากาศในการหายใจแล้วยังใช้ในการสร้างอาหารอีกด้วย

อากาศช่วยให้สิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ได้โดยมนุษย์ - สัตว์ และพืช ต้องการอากาศเพื่อ

ใช้ในการหายใจ

๗. เนื่องจากโลกเรามีอุกกาบาตตกลงมาสู่โลกวันละหลายล้านชิ้น อุกกาบาตเหล่านี้มีก้อนโต แต่นักเรียนจะพบว่าอุกกาบาตที่ตกลงมาถึงพื้นโลกมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับที่มันตกลงมา ที่เป็นเช่นนั้นเป็นเพราะโลกเรามีบรรยากาศห่อหุ้ม จึงทำให้อุกกาบาตลุกไหม้ไปในอากาศหมดก่อนที่จะตกลงมาถึงพื้นดิน ฉะนั้นโลกเราคงจะเต็มไปด้วยหลุมอุกกาบาต

การที่โลกเรามีอุกกาบาตตกลงมามีจำนวนน้อยกว่าที่แท้จริง เป็นเพราะ

โลกเรามีบรรยากาศห่อหุ้ม

๔. โลกเราได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ และสิ่งที่เราได้รับนอกจากความร้อนแล้วยังมีรังสีต่างๆที่เป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ เช่น รังสีคอสมิก รังสีอัลตราไวโอเลต เป็นต้น แต่การที่มนุษย์ไม่ถูกรังสีเหล่านี้มากนักจนถึงกับเป็นอันตราย เพราะโลกเรามีบรรยากาศห่อหุ้มโดยบรรยากาศช่วยกรองรังสีเหล่านี้ไว้

ดังนั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกทำหน้าที่อย่างหนึ่งคือ

ช่วยกรองรังสีที่เป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์

๕. นอกจากนั้นบรรยากาศยังทำหน้าที่คล้ายเครื่องกรองความร้อน โดยในเวลากลางวันบรรยากาศรับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ไว้ แล้วค่อยๆแผ่รังสีความร้อนออกไปทำให้พื้นโลกและบรรยากาศร้อนขึ้นอย่างช้าๆ ส่วนในเวลากลางคืนบรรยากาศยังช่วยเก็บความร้อนอันเนื่องมาจากการคายความร้อนของผิวโลก ไม่ปล่อยให้ผิวโลกคายความร้อนออกไปมากและรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิบนพื้นโลกแตกต่างกันมากระหว่างในเวลากลางวันและกลางคืน คือถ้าโลกเราปราศจากบรรยากาศห่อหุ้มอุณหภูมิบนพื้นโลกในเวลากลางวันจะสูงมากถึง ๑๑๐ องศาเซลเซียส และในเวลากลางคืนอุณหภูมิจะเย็นจัดถึง -๑๔๐ องศาเซลเซียส ซึ่งสิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

การที่อุณหภูมิบนผิวโลกระหว่างกลางวันและกลางคืนไม่แตกต่างกันมากเป็นเพราะ . . .

บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกทำหน้าที่คล้ายเครื่องกรองความร้อน โดยยอมให้รังสีจากดวงอาทิตย์ผ่านเข้ามายังโลกได้ในเวลากลางวัน แต่ในเวลากลางคืนบรรยากาศยังช่วยเก็บความร้อนจากการคายความร้อนของพื้นโลก

๑๐. จากที่นักเรียนเรียนมาแล้วคงสรุปความสำคัญของบรรยากาศได้ดังนี้คือ

๑.
๒.
๓.
๔.

-
๑. ช่วยทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ได้
 ๒. ทำให้มนุษย์ออกมาตกลงมาสู่โลกน้อยกว่าที่มีจริง
 ๓. ช่วยเฉลี่ยอุณหภูมิบนพื้นโลกระหว่างกลางวันกับกลางคืนมิให้แตกต่างกันมากนัก
 ๔. ช่วยป้องกันรังสีต่างๆที่เป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์
-

๑๑. นักเรียนคงจะเห็นความสำคัญของบรรยากาศแล้ว แต่ในปัจจุบันเรามักจะได้ยินคำว่าอากาศเป็นพิษ นักเรียนเข้าใจหรือไม่ว่าอากาศเป็นพิษนั้นหมายความว่าอย่างไร สภาพที่เราเรียกว่าอากาศเป็นพิษนั้น หมายถึงอากาศที่มีสารที่เป็นอันตรายเจือปนอยู่ เช่น ไอเสียจากเครื่องยนต์ ยานพาหนะต่าง ๆ กำมะถัน และก๊าซพิษต่างๆ ฯลฯ

อากาศที่มีสารที่เป็นพิษเจือปนอยู่เราเรียกว่า

อากาศเป็นพิษ

๑๒. บริเวณที่อากาศเป็นพิษ ได้แก่ บริเวณโรงงานอุตสาหกรรม บริเวณที่มีการจราจรคับคั่ง บริเวณที่มีการเผาไหม้ต่างๆ และในสถานที่ที่มีการปน ดินดีที่ ยานพาหนะต่างๆ เป็นต้น ซึ่งบริเวณเหล่านี้จะมีสารพิษอยู่ ดังนั้นเราจึงควรหลีกเลี่ยงโดยการไม่อยู่ในสถานที่ที่เห็นจะอันตราย เพราะถ้าเราอยู่ในที่เหล่านี้ร่างกายเราก็จะได้รับอันตราย

บริเวณใดบ้างที่เราควรหลีกเลี่ยงไม่อยู่ในสถานที่นั้น

.

บริเวณโรงงานอุตสาหกรรม ที่มีการจราจรคับคั่ง ที่มีการเผาไหม้ "ละทิ้งการพ่นยวฆ่าแมลง

๑๓. โรงงานอุตสาหกรรม มักจะปล่อยควันพิษออกมาในอากาศ โดยที่ไม่ได้กรองสารพิษเสียก่อน เช่น กำมะถันตะกั่ว เปรอท และก๊าซพิษอื่นๆ ซึ่งสารพิษเหล่านี้เมื่อคนได้รับเข้าไปจะทำให้เป็นโรคเกี่ยวกับระบบหายใจ พวก ปอด หลอดลม ทำให้อักเสบ

ฉะนั้นในบริเวณที่ที่โรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีสภาพอากาศ
และควันพิษที่โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยออกมานั้นเป็นพิษต่อระบบ ของคน

เป็นพิษ , ระบบหายใจ

๑๔. บริเวณที่มีการจราจรคับคั่งจะมีควันจากท่อไอเสียรถยนต์ ซึ่งมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากมาย ยิ่งถ้าบริเวณนั้นมีรถที่สภาพการทำงานของเครื่องยนต์ไม่ดี ก็ยิ่งมีก๊าซนี้มากขึ้น นอกจากนั้นควันจากท่อไอเสียรถยนต์ ยังมีตะกั่วและใยหิน ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกาย เมื่อเราหายใจเข้าไปจะทำให้ปอด และหลอดลมอักเสบ

ถ้าไปมีการจราจรคับคั่ง อากาศที่นั่นก็ยิ่ง มากขึ้นเท่านั้นเพราะที่บริเวณนี้จะต้องมีก๊าซ อยู่มาก

เป็นพิษมากขึ้นเท่านั้น , คาร์บอนมอนอกไซด์อยู่มาก

๑๕. คีคีติ และยาฆ่าแมลงต่างๆที่เราพ่นไปในอากาศ ทำให้อากาศเสียได้ และสารเหล่านี้มีพิษต่อร่างกาย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ตัวการที่ทำให้อากาศเป็นพิษ คือควันจากโรงงานอุตสาหกรรม จากท่อไอเสียรถยนต์ จากการเผาไหม้ และจากพิษของ

จากพิษของคีคีติ และยาฆ่าแมลง

๑๖. การแก้ปัญหอากาศเป็นพิษนั้นควรใช้กฎหมายควบคุมโรงงานต่างๆและผู้ที่ใช้รถยนต์
ให้มีเครื่องกรองสารพิษก่อนที่จะปล่อยออกมา นอกจากนั้นผู้เป็นเจ้าของโรงงานและเจ้าของรถ
ควรให้ความร่วมมือ มีความสำนึกว่าสิ่งที่ตนกำลังกระทำอยู่นั้นเป็นอันตรายต่อส่วนรวมหรือไม่
เจ้าของโรงงานและเจ้าของรถยนต์จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดอากาศเป็นพิษได้โดยการใช้
. ก่อนที่จะปล่อยออกมา

เครื่องกรองสารพิษออก

๑๗. สำหรับบุคคลทั่วไปอาจช่วยป้องกันอากาศเป็นพิษได้โดยการช่วยกันปลูกต้นไม้ให้มากขึ้น
และไม่ทำลายต้นไม้ ตลอดจนป่าไม้ เพราะต้นไม้เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากที่สุดในการแก้ปัญห
อากาศเป็นพิษ เนื่องจากเมื่อต้นไม้สร้างอาหารจะให้ก๊าซออกซิเจนและนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ที่เกินของเสียไปใช้

ดังนั้น เราสามารถช่วยทำให้อากาศเป็นพิษน้อยลงโดยการ
.

ปลูกต้นไม้ให้มากขึ้น และไม่ทำลายต้นไม้ ตลอดจนป่าไม้

๑๘. สรุปแล้วการแก้ปัญหอากาศเป็นพิษจะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกคน โดยที่
เจ้าของโรงงานต่างๆและเจ้าของรถยนต์ควร
ส่วนบุคคลทั่วไปช่วยป้องกันอากาศเป็นพิษได้โดยการ

คำตอบเหมือนกับข้อ ๑๖ และ ๑๗

เรื่องความชื้นในบรรยากาศ

วัตถุประสงค์ของบทเรียน บทเรียนนี้กล่าวถึงความชื้นในบรรยากาศมีผลต่อการระเหยอย่างไร การวัดความชื้นในบรรยากาศ และความชื้นมีผลต่อชีวิตประจำวันอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการสอน สิ่งที่นักเรียนควรหาได้เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว มีดังนี้

๑. ตอบได้ว่าการระเหยคืออะไร และไอน้ำในอากาศได้มาจากไหน
๒. บอกลักษณะของอากาศชื้นตัว และวิธีแสดงปริมาณไอน้ำในอากาศได้
๓. อธิบายวิธีคำนวณหาความชื้นสัมบูรณ์ และความชื้นสัมพัทธ์ได้ถูกต้อง
๔. ใช้เครื่องมือสำหรับวัดความชื้นในบรรยากาศและอ่านตารางแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้ถูกต้อง

๕. บอกได้ว่าความชื้นในบรรยากาศเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง

อุปกรณ์ ไฮโกรมิเตอร์แบบกระเปาะเปียกและแห้ง

บทเรียน

บทเรียนนี้แบ่งเป็นข้อๆ แต่ละข้อมีเนื้อเรื่องให้นักเรียนอ่าน และคำถามพร้อมกับเว้นไว้ให้ตอบ ก่อนที่นักเรียนจะตอบคำถาม นักเรียนจะต้องตั้งใจอ่านเนื้อเรื่องเหล่านั้นและพยายามทำความเข้าใจ เมื่อตอบคำถามแล้วก็ตรวจสอบคำตอบที่มีอยู่ที่ตอนท้ายของแต่ละข้อ

๑. จากที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ นักเรียนยังคงจำได้ว่า ขณะที่น้ำได้รับความร้อน โมเลกุลมีการเคลื่อนที่มากขึ้นและพลังงานจลน์ก็มากขึ้นด้วย ถ้าพลังงานจลน์มีมากพอที่จะเอาชนะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำได้ โมเลกุลก็จะถูกผลักดันให้หลุดออกไป ขณะที่โมเลกุลถูกผลักดันให้ลอยขึ้นไปนี้ เราเรียกว่า น้ำระเหยหรือกลายเป็นไอ การระเหยเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกอุณหภูมิ

เมื่อน้ำได้รับความร้อน น้ำก็จะกลายเป็นไอลอยขึ้นไปในอากาศ เราเรียกว่า . .

.

การที่ช่องเหลวเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอที่เป็นไปอย่างช้าๆ และเกิดขึ้นตามผิวหน้าของของเหลวเท่านั้น เราเรียกว่า การ

น้ำระเหย , การระเหย

๒. ผิวหน้าน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง ทะเล และมหาสมุทร มีการระเหยอยู่เสมอ ความร้อนที่น้ำเอาไปใช้ในการระเหย เรียกว่า ความร้อนแฝง ยิ่งมีการระเหยมาก ความร้อนแฝงจะถูกนำไปใช้มาก และจะทำให้น้ำเย็นลง ดังนั้นถ้ามีการระเหยจะทำให้ อุณหภูมิลดลง ซึ่งเราจะสังเกตได้เมื่อเราเล่นน้ำในบ่อน้ำเย็น ขณะที่เรานั่งพัก และมีลมพัดผ่าน ทำให้ร่างกายมีการระเหยของเหงื่อได้ดี ความร้อนในร่างกายถูกนำไปใช้ในการระเหย ร่างกายเราจึงเย็นลง

เมื่อเราเอาแอลกอฮอล์มาที่แขน เราจะรู้สึกว่ามีบริเวณที่ทาแอลกอฮอล์นั้นเย็นกว่าที่อื่นๆ ที่เป็นเช่นนี้เพราะ

แอลกอฮอล์ระเหยไปความร้อนจากผิวหนังตรงบริเวณนั้นถูกนำไปใช้ในการระเหย

๓. การที่ผิวน้ำบนโลกระเหยกลายเป็นไอ ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศลดลง ซึ่งเราจะพบว่าถ้าเราอยู่บริเวณใกล้แหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ ชายทะเล เราจะรู้สึกเย็นสบายกว่าอยู่ที่แห้งแล้ง

การที่เราอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลแล้วเราารู้สึกเย็นสบายกว่าที่อยู่ห่างจากฝั่งทะเล เพราะที่ชายฝั่งทะเลน้ำระเหยกลายเป็นไอได้มากกว่าเนื่องจากเป็นบริเวณแหล่งน้ำ จึงเป็นเหตุทำให้

อุณหภูมิของบรรยากาศลดลง

๔. นักเรียนตอบได้ใหม่ว่า

ไอน้ำในอากาศได้มาจากไหน

นักเรียนคงตอบได้ใช่ไหมว่า ไอน้ำในอากาศได้มาจากการระเหยกลายเป็นไอของน้ำ ในแม่น้ำ ลำคลอง ทะเล และมหาสมุทร

๕. การระเหยของน้ำตามที่ต่างๆกลายเป็นไอขึ้นไปสู่อากาศเป็นไปได้มากน้อยต่างกัน แล้วแต่สถานที่ เวลา และสภาพบรรยากาศ เช่น ความสถานที่เป็นแหล่งน้ำ แถบชายทะเล แม่น้ำ มีพื้นผิวหน้าของน้ำกว้างขวาง และมีปริมาณน้ำมากทำให้มีโอกาสระเหยเป็นไอสู่อากาศได้มากกว่าตามที่แห้งแล้งและกันดารน้ำ หรือถ้าอุณหภูมิของอากาศที่น้ำก็ระเหยกลายเป็นไอได้มากกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ เป็นต้น

ดังนั้น ปริมาณไอน้ำในอากาศย่อมมีค่าไม่คงที่ เปลี่ยนไปแล้วแต่
.

สถานที่ เวลา และสภาพของบรรยากาศ

๖. ไอน้ำที่อยู่ในอากาศจะแทรกซึมอยู่ทั่วไป โดยแผ่กระจายเต็มปริมาตรของที่ว่างและปริมาณไอน้ำที่อากาศจะรับไว้ได้นั้น มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศ ในอุณหภูมิหนึ่งอากาศรับไอน้ำไว้ได้เพียงจำนวนหนึ่ง และเมื่อรับไอน้ำไว้ได้เต็มตามจำนวนที่จะรับไว้ได้แล้วก็ไม่อาจจะรับไอน้ำไว้ได้อีก การที่อากาศรับไอน้ำไว้ได้เต็มที่แล้ว ณ อุณหภูมิขณะนั้น ลักษณะเช่นนี้เราเรียกว่า อากาศอิ่มตัว

ถ้ากล่าวว่า วันนี้อากาศอิ่มตัว ย่อมแสดงว่า

วันนี้อากาศมีไอน้ำอยู่เต็มที่แล้ว

๗. อากาศที่อิ่มตัวนี้ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นโดยเหตุใดก็ตามความอิ่มตัวก็จะหมดไป อากาศจะรับไอน้ำเพิ่มขึ้นได้อีก แต่ถ้าอุณหภูมิลดลง อากาศที่อิ่มตัวนี้ก็จะกลั่นตัวกลายเป็นละอองน้ำ เหลือปริมาณไอน้ำในอากาศเท่าที่จะรับได้ในอุณหภูมิขณะนั้น

ที่อุณหภูมิ ๓๐ องศาเซลเซียส อากาศ ๑ ลูกบาศก์เมตร รับไอน้ำได้อย่างมากที่สุดประมาณ ๓๐.๕ กรัม แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น ๓๕ องศาเซลเซียสอากาศจะรับไอน้ำได้อีกหรือไม่ เพราะ

อากาศรับไอน้ำได้อีก เพราะ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความอืดตัวของอากาศก็หมดไป

๔. ที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส อากาศ ๑ ลูกบาศก์เมตร รับไอน้ำไต่อย่างมากที่สุด ๑๗.๕ กรัม แต่ในวันหนึ่งวัคอุณหภูมิจากอากาศได้ ๒๐ องศาเซลเซียส และวัคปริมาณไอน้ำในอากาศได้เพียง ๑๓ กรัม

วันนั้นอากาศสามารถรับไอน้ำต่อไปได้อีกหรือไม่ แสดงว่าวันนั้นอากาศ . อิ่มตัวแล้วหรือยัง

ได้อีก แสดงว่าอากาศยังไม่อิ่มตัว

๕. ฐานะที่แสดงว่าอากาศมีปริมาณไอน้ำเกือบเต็มที(อิ่มตัว) แล้วหรือยัง เรียกว่า "ความชื้น-แห้งของอากาศ" ถ้าไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศใกล้จะอิ่มตัว แสดงว่าวันนั้นอากาศชื้น แต่ถ้าไอน้ำในอากาศไกลจากการอิ่มตัว แสดงว่า อากาศแห้ง

ถ้าวันใดมีปริมาณไอน้ำในอากาศน้อย แสดงว่า วันนั้นอากาศ แต่ถ้าในอากาศ มีปริมาณไอน้ำเกือบจะอิ่มตัวแสดงว่า อากาศ . . .

แห้ง , ชื้น

๑๐. การแสดงปริมาณไอน้ำในอากาศเพื่อให้ทราบว่าอากาศมีความชื้นแห้งเพียงใด เรามักได้ ๒ วิธี คือ บอกเป็น

๑. ความชื้นสัมบูรณ์ หมายถึงปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศหนึ่งหน่วยปริมาตร ในขณะที่ขณะหนึ่ง คิดเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นคำที่บอกให้เราทราบว่า ปริมาณไอน้ำในอากาศมากน้อยเพียงใด เช่น วัดได้ว่าในอากาศ ๑ ลูกบาศก์เมตร มีไอน้ำในอากาศ ๒ กรัม แสดงว่าอากาศมีความชื้นสัมบูรณ์เท่ากับ ๒ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

๒. ความชื้นสัมพัทธ์ คืออัตราส่วนระหว่างปริมาณของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศกับปริมาณไอน้ำในอากาศอิ่มตัวขณะนั้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ซึ่งเป็นคำที่จะบอกให้เราทราบว่าอากาศชื้นหรือแห้ง ถ้าความชื้นสัมพัทธ์มีค่ามากก็แสดงว่าอากาศชื้น เช่น ที่อุณหภูมิ

๓๐ องศาเซลเซียส อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ ๑๒๐ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่มีไอน้ำอยู่จริงใน
 อากาศขณะนั้นเพียง ๑๒๐ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังนั้นอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากับ
 $\frac{๑๒๐}{๑๒๐} \times ๑๐๐$ เท่ากับ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์

๑๒๐
 ในตำบลหนึ่งมีไอน้ำอยู่จริงในอากาศ ๑๐ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ ที่อุณหภูมิเดียวกันนี้
 อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ มีค่าเท่ากับ ๒๔ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร นักเรียนจงหาค่าความชื้น
 สัมบูรณ์ และความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมบูรณ์มีค่าเท่ากับ

ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ

.

๑๐ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร , ความชื้นสัมบูรณ์เท่ากับ $\frac{๑๐}{๒๔} \times ๑๐๐$ เปอร์เซ็นต์
 เท่ากับ ๓๓.๓ %

๑๑. ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เป็นตัวเลขที่บอกให้เราทราบว่า ขณะนั้น
 มีไอน้ำมากหรือน้อยเพียงใด ซึ่งค่าของความชื้นสัมพัทธ์หาได้ดังนี้

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ}}{\text{ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวในอากาศขณะนั้น}} \times ๑๐๐$$

ถ้าปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศมี ปริมาณเท่ากับไอน้ำอิ่มตัวในอากาศ ความชื้น
 สัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ

๑๐๐ %

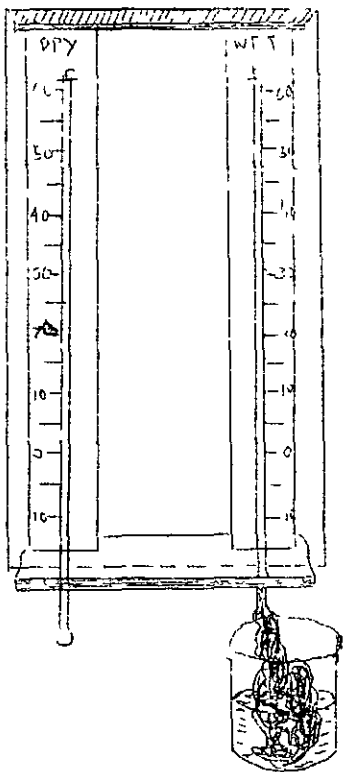
๑๒. เรามาทบทวนความรู้กันสักหน่อยนะ

ตัวเลขที่แสดงถึงปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ เรียกว่า

อัตราส่วนระหว่างปริมาณของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศกับปริมาณไอน้ำในอากาศอิ่มตัว
ขณะนั้น คือเป็นเปอร์เซ็นต์ เราเรียกว่า

พลิกกลับไปดูคำตอบในข้อ ๑๐.

๑๓. การวัดความชื้นในอากาศ นิยมบอกเป็นความชื้นสัมพัทธ์ และเครื่องมือที่ใช้วัด
ความชื้นในอากาศ เราเรียกว่า "ไฮโกรมิเตอร์" ซึ่งมีอยู่หลายแบบด้วยกัน แต่แบบที่สะดวก
และใช้กันแพร่หลายไปคือ "ไฮโกรมิเตอร์แบบกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง"



ส่วนประกอบของไฮโกรมิเตอร์แบบนี้ ประกอบด้วย
เทอร์โมมิเตอร์ ๒ อัน ดังรูป อันหนึ่งหุ้มกระเปาะ
ก้วยผ้า โดยให้ปลายข้างหนึ่งของผ้าเช็ดอยู่ในน้ำ
ซึ่งผ้าจะดูดน้ำเข้ามาทำให้กระเปาะของเทอร์โม-
มิเตอร์เปียกอยู่เสมอ เรียกเทอร์โมมิเตอร์อันนี้ว่า
"เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก" ส่วนอีกอันหนึ่ง
เรียกว่า "เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง"

ยึดเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองอันไว้กับแผ่นไม้ เพื่อ
สะดวกในการนำไปแขวน

การใช้ เมื่อต้องการจะวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์
นักเรียนก็นำไฮโกรมิเตอร์ไปแขวนไว้ แล้วเติมน้ำ
ลงในถ้วย ตั้งทิ้งไว้ประมาณ ๒๐ นาที จากนั้น
นักเรียนก็อ่านอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง
อันกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง แล้วหาค่า
ความแตกต่างของอุณหภูมิทั้ง ๒ อัน และนำค่าที่
ได้นี้ไปอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์จากตาราง

การอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์จากตาราง

ถ้าอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์อันหนึ่งอ่านได้ ๓๐ องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอัน
เบี่ยงกันไค้ ๒๕ องศาเซลเซียส เพราะฉะนั้นผลต่างของอุณหภูมิทั้งสองคือ $30 - 25 = 5$
องศาเซลเซียส เมื่อหาผลต่างของอุณหภูมิทั้งสองได้แล้ว นักเรียนก็ดูค่าความชื้นสัมพัทธ์จากตาราง
โดยการอ่านตัวเลขตรงของซ้ายมือตรงของผลต่างของอุณหภูมิ ในที่นี้คือ ๕° แล้วดูเรื่อยๆไปทาง
ขวามือจนกระทั่งตรงกับช่องอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์แห่ง ในที่นี้คือช่อง ๓๐ - ๓๔° ตัวเลขที่อยู่
ตรงช่องนั้นจะเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ ๖๔
เปอร์เซ็นต์

ตารางแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ผลต่างของ อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์แห่ง (°C)						
	๑๐ - ๑๔	๑๕ - ๑๙	๒๐ - ๒๔	๒๕ - ๒๙	๓๐ - ๓๔	๓๕ - ๓๙	๔๐ - ๔๔
๐.๕	๕๔	๕๕	๕๖	๕๖	๕๗	๕๗	๕๗
๑.๐	๕๕	๕๐	๕๖	๕๗	๕๗	๕๘	๕๘
๑.๕	๕๗	๕๖	๕๘	๕๘	๕๐	๕๑	๕๑
๒.๐	๕๗	๕๑	๕๗	๕๘	๕๖	๕๘	๕๘
๒.๕	๕๗	๕๖	๕๐	๕๗	๕๗	๕๘	๕๖
๓.๐	๖๗	๕๖	๕๕	๕๗	๕๐	๕๗	๕๗
๓.๕	๖๑	๖๗	๕๖	๕๕	๕๗	๕๘	๕๑
๔.๐	๕๖	๖๗	๖๘	๕๖	๕๘	๕๖	๕๗
๔.๕	๕๑	๕๘	๖๘	๖๘	๕๖	๕๗	๕๖
๕.๐	๕๖	๕๘	๖๐	๖๖	๖๘	๕๖	๕๗
๖.๐	๓๖	๕๖	๕๗	๕๗	๖๖	๖๘	๖๘
๗.๐	๒๖	๓๘	๕๖	๕๑	๕๗	๖๐	๖๗

ถ้าอุณหภูมิอันหนึ่งอ่านได้ ๓๒ องศาเซลเซียส อันเบี่ยงอันไค้ ๒๕ องศาเซลเซียส
ดูจากตารางจะได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ

จากตารางความชื้นสัมพัทธ์ นักเรียนดูซิว่า ถ้าผลต่างของอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองมีค่าน้อย ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงหรือต่ำ

ผลต่างของอุณหภูมิ = $34 - 28 = 6$ ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์ = ๗๔ % , สูง

๑๔. จากวิธีการใช้ไฮโกรมิเตอร์ที่ได้เรียนมาแล้ว นักเรียนทำการหาความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศในวันนั้นดูซิว่ามีค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่าไร

อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์อันหนึ่งอ่านได้

อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์อันหนึ่งอีกอ่านได้

ดังนั้น ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ

๑๕. ความชื้นในบรรยากาศเกี่ยวข้องกับความรู้สึกของร่างกายเรา คือถ้าอากาศชื้น เราจะรู้สึกอึดอัด ร้อน และตากสิ่งของต่างๆแห้งช้า เพราะน้ำระเหยไปในอากาศได้ยาก แต่ถ้าอากาศแห้ง เหนือที่ร่างกายเราระเหยไ้เร็ว ทำให้ผิวหนังแตกแห้ง และตากสิ่งของต่างๆแห้งได้เร็วกว่าวันที่มีอากาศชื้น

ในฤดูหนาวเราจะพบว่าผิวหนังของเราแตกแห้ง รินฝีปากแตก การที่เป็นเช่นนี้เพราะ

ในฤดูหนาวมีความชื้นสัมพัทธ์สูงหรือต่ำ

อากาศแห้งเหนือที่ร่างกายเราระเหยไ้เร็ว , ค่า

๑๖. ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศที่เหมาะสมสำหรับร่างกายเรายู่ที่ค่อนข้างสบาย คือเมื่อบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ ๖๐ %

ถ้าบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ในวันหนึ่งเท่ากับ ๕๐ % เราจะรู้สึกอย่างไร

.

๑๗. ความชื้นของอากาศนอกจากจะมีผลต่อร่างกายมนุษย์แล้ว ยังมีผลต่อสิ่งอื่นๆ อีกด้วย คือถ้าอากาศชื้น จะทำให้โลหะต่างๆ เกิดสนิมง่าย ยางและฉนวนของเครื่องไฟฟ้าเสื่อมคุณภาพเร็ว บ้านเรือนดูง่าย ของใช้เป็นรา อาหารบูดง่าย เสื้อผ้าที่ใส่เปื้อนเหลือง เนื่องจากสกปรกเพราะเหงื่อไม่ระเหยแห้งไป ที่ร้ายที่สุดคือความชื้นชุกชุม แต่จะมีผลดีในด้านที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก

อากาศในประเทศไทยเรานั้นเป็นอากาศชื้นในระยะเวลาช้านานกว่าอากาศแห้งมาก เป็นเหตุให้มีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้คือ

๑. ข้อดีคือ
๒. ข้อเสียคือ
-

๑. เหมาะแก่การเพาะปลูก ผิวกายคนไม่แห้งหยาบกร้าน
๒. ทำให้โลหะต่างๆ เกิดสนิมง่าย ยางและฉนวนของเครื่องไฟฟ้าเสื่อมคุณภาพเร็ว บ้านเรือนดูง่าย ของใช้เป็นรา อาหารบูดง่าย ความชื้นชุกชุม

แบบฝึกหัดทบทวน

๑. ไอน้ำในอากาศเกิดขึ้นได้จาก
๒. อากาศชื้นตัวหมายถึง
๓. การระเหยของน้ำบนผิวโลกมีผลทำให้อุณหภูมิของ ลดลง
๔. ความชื้นแห่งของอากาศหมายถึง
๕. ปริมาณไอน้ำในอากาศมีวิธีบอกได้ ๒ วิธีคือ
.
๖. ความชื้นของอากาศที่เหมาะสมกับร่างกายเราอยู่ได้อย่างสบายคือ มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ
๗. ถ้าวันใดเรารู้สึกเหนียวตัวและร้อนไม่สบาย เสื้อผ้าที่ซักน้ำแล้วตากไว้แห้งช้า แสดงว่าวันนั้นมีอากาศ และการที่เป็นเช่นนั้นเป็นเพราะ
.

๘. ระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว ฤดูไหนมีความชื้นมากกว่ากัน

๙. ที่อุณหภูมิ ๒๙ องศาเซลเซียส อากาศมีความชื้นตัว ๑๒๐ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร
แต่เมื่อไอน้ำจริงในขณะนั้น ๑๒๐ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เท่าไร

.
.
.

๑๐. เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์ เรียกว่า

๑๑. อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ ๒๐ % หมายความว่า

.

๑๒. ในวันหนึ่งเทอร์โมมิเตอร์อันหนึ่งอ่านได้ ๓๐ ° อันเป็ยกอ่านได้ ๒๒ °
วันนั้นอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เท่าไร

.

๑๓. ความชื้นในอากาศมีผลต่อสิ่งต่างๆดังนี้ คือ

.

เรื่องน้ำในบรรยากาศและการพยากรณ์อากาศ

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

บทเรียนนี้จะกล่าวถึงการเกิด เนฆ หมอก ฝน และลูกเห็บ วิธีวัดปริมาณน้ำฝนและการตรวจสอบบรรยากาศอย่างคร่าวๆ

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

สิ่งที่นักเรียนควร จะทำได้หลังจากที่ได้เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว เพื่อเป็นการแสดงว่านักเรียนได้ เข้าใจบทเรียนนี้แล้วมีดังนี้

๑. อธิบายได้ว่า เนฆ หมอก ฝน และลูกเห็บเกิดขึ้นได้อย่างไร
๒. บอกหลักในการทำฝนเทียมได้
๓. บอกวิธีวัดปริมาณน้ำฝนได้ถูกต้อง
๔. บอกได้ว่าหน่วยงานใดที่ทำหน้าที่พยากรณ์อากาศ และการตรวจลักษณะอากาศ

มีการวัดอะไรบ้าง

๕. บอกได้ว่าลักษณะอากาศที่กรมอุตุนิยมวิทยารายงานนั้นมีอะไรบ้าง และมีประโยชน์อย่างไร

บทเรียน

บทเรียนนี้มีลักษณะเป็นคำบรรยาย มีคำถามให้นักเรียนคิด พร้อมกับที่วางเว้นไว้ให้นักเรียนตอบ ในการอ่านคำบรรยายนี้นักเรียนจะต้องตั้งใจอ่าน และคิดตามไปด้วยซึ่งจะทำให้ นักเรียนเข้าใจในบทเรียน

การเกิด เมฆ หมอก ฝน หิมะ และลูกเห็บ

เนื่องจากในอากาศมีไอน้ำ และไอน้ำนั้นส่วนมากได้มาจากการระเหยของน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาบสมุทรในตอนกลางวันซึ่งอุณหภูมิยังสูงอยู่ ครั้นตกกลางคืนอากาศเย็นลง วัตถุต่างๆ เช่น ใบหญ้า ใบไม้ หลังคาบ้าน ซึ่งกลายความร้อนอย่างรวดเร็วเย็นลงมาก ทำให้อากาศรอบๆ วัตถุเหล่านี้เย็นลงด้วย ไอน้ำในอากาศจึงกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำเกาะวัตถุเหล่านี้ หยดน้ำที่เกิดขึ้นนั้น เราเรียกว่า น้ำค้าง

ส่วนไอน้ำที่ระเหยขึ้นไปสูงๆซึ่งมีอากาศเย็นกว่าเบื้องล่าง จะกลั่นตัวกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆเกาะตามฝุ่นละอองในบรรยากาศ ซึ่งเมื่อมีปริมาณหนาแน่นจะจับกันเป็นกลุ่มก้อน ในรูปลักษณะต่าง ๆ กันเราเรียกว่า เมฆ

ส่วนไอน้ำที่อยู่ใกล้พื้นดิน เมื่ออากาศเย็นลงก็จะกลั่นตัวกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆเกาะตามฝุ่นละอองที่ลอยอยู่ในบรรยากาศ ซึ่งเราเรียกว่า หมอก ดังนั้นตามในเมืองซึ่งมีฝุ่นละอองลอยอยู่มากจึงทำให้เกิดหมอกได้ง่าย

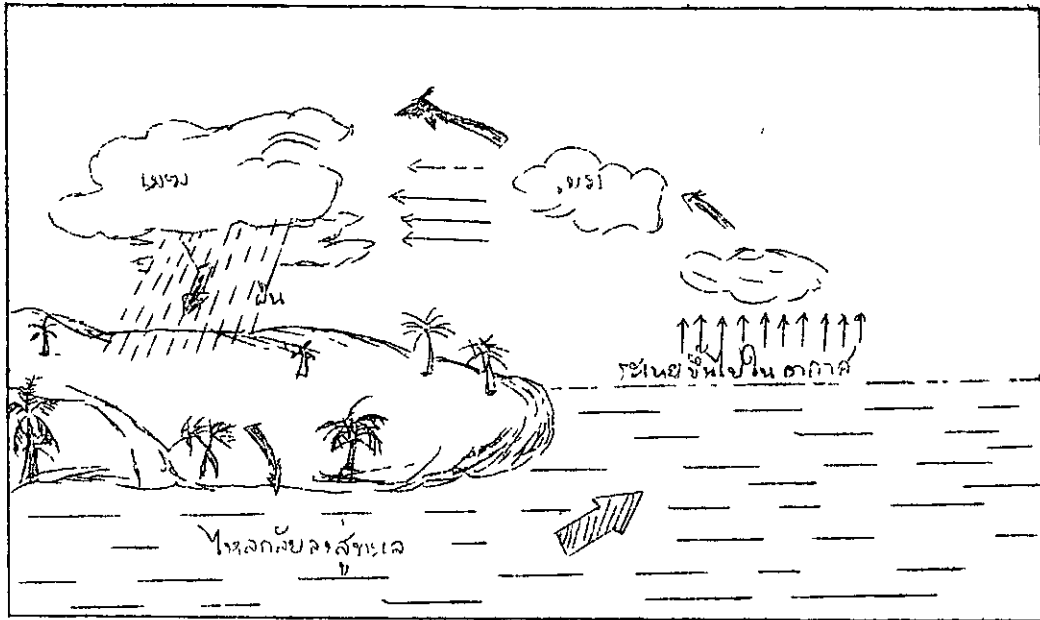
เมฆและหมอก ก็คือละอองน้ำที่ลอยอยู่ในอากาศเหมือนกัน แต่เมฆลอยอยู่ในอากาศเบื้องบน ส่วนหมอกลอยอยู่ในอากาศใกล้พื้นดิน

ไอน้ำในอากาศเมื่อกลายเป็นเมฆแล้ว ถ้าอากาศเย็นลงไปอีก การกลายเป็นละอองน้ำก็ยิ่งเกิดขึ้นมาก ทำให้ละอองน้ำรวมกันจนมีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมากพอที่จะตกลงมาเป็นฝน

ถ้าอากาศเบื้องบนมีอุณหภูมิต่ำมาก เป็นจัดมากจนกระทั่งละอองน้ำในเมฆแข็งตัวจนกลายเป็นน้ำแข็งก่อนที่จะรวมตัวกันเป็นฝน เบ็ดฝนนั้นก็จะตกลงมาเป็น ลูกเห็บ

นักเรียนจะพบว่าน้ำในบรรยากาศได้มาจากการระเหยของน้ำบนพื้นโลกกลายเป็นไอลอยขึ้นสู่เบื้องบน และผลสุดท้ายก็กลับมาเป็นน้ำบนพื้นโลกตามเดิม ซึ่งก็เป็นวัฏจักรของน้ำนั่นเอง

ดังนั้น วัฏจักรของน้ำก็คือ ขบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะแบบหมุนเวียนของน้ำในธรรมชาติ ซึ่งมีดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้



จากรูป นักเรียนอธิบายการเกิดวัฏจักรของน้ำได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

นักเรียนอธิบายได้ทำนองเดียวกันกับแบบนี้หรือไม่ เริ่มแรกน้ำจากทะเล มหาสมุทร และแหล่งน้ำอื่นๆบนผิวโลก ปกติมีการระเหยอยู่ตลอดเวลา น้ำที่ระเหยนี้กลายเป็นไอลอยขึ้นไปในอากาศ อากาศที่ร้อนเหนือพื้นดินจะขยายตัวเบาขึ้น และลอยตัวขึ้นสูง เมื่ออากาศไอลอยผ่านที่เย็นกว่าก็เย็นตัวลง ไอน้ำในอากาศก็จะควบแน่นเป็นละอองน้ำเกาะรวมอยู่เป็นกลุ่มลอยอยู่บนฟ้า ที่เราเรียกว่า เมฆ เมื่อก้อนเมฆเย็นตัวลงอีก ไอน้ำในอากาศก็จะควบแน่นมากขึ้น รวมตัวกับละอองน้ำในเมฆเป็นหยดน้ำที่ใหญ่ขึ้น ในที่สุดก็ตกลงมาเป็นฝน น้ำที่ตกลงมาบนพื้นโลกนี้จะไหลลงมารวมกันในที่ต่ำ ทำให้เกิดเป็นทางน้ำ ลำธาร แม่น้ำ ไหลรวมลงสู่ทะเล และก็จะวนเวียนเช่นนี้เรื่อยไป

หลักการทำฝนเทียม

ฝนนอกจากจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติแล้ว ปัจจุบันนี้มนุษย์ก็สามารถทำให้เกิดฝนได้อีกด้วย ทั้งนี้เพื่อช่วยเหลือกิจการทั่วไปในกรณีที่มีฝนแล้ง นักเรียนทราบหรือไม่ว่าฝนเทียมมีวิธีทำอย่างไร

วิธีทำฝนเทียมมีหลักใหญ่อยู่ ๒ ประการคือ

๑. ทำให้เมฆในท้องฟ้าหนาแน่นขึ้น โดยใช้น้ำแข็งแห้ง โปริยในบริเวณที่มีเมฆทำให้เมฆรวมตัวกันหนาแน่นขึ้น และลอยต่ำลงมา แล้วในที่สุดก็ตกลงมาเป็นฝน

๒. ทำให้ขนาดของละอองน้ำในเมฆโตพอที่จะตกลงมาเป็นฝนได้ โดยใส่สารเคมี เช่น โซเดียมคลอไรด์ผสมกับแคลเซียมคลอไรด์ นำขึ้นไปกับเครื่องบิน แล้วโปริยสารเคมีเข้าไปในเมฆ สารเคมีจะเป็นแกนให้ละอองน้ำมาเกาะรวมตัวกันมากขึ้นและโตขึ้นเรื่อยๆ จนในที่สุดก็จะมีน้ำหนักมากพอที่จะตกลงมาเป็นฝนได้

การทำฝนเทียมในประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อน ส่วนมากทำโดยใช้วิธีตามข้อ ๒. คือทำให้ขนาดของละอองน้ำในเมฆโตพอที่จะตกลงมาเป็นฝนได้

ฝนเทียมหมายถึง

.

และการทำฝนเทียมมีประโยชน์คือ

ในประเทศไทยมีการทำฝนเทียมกันมากในฤดู และทำโดยใช้วิธี .

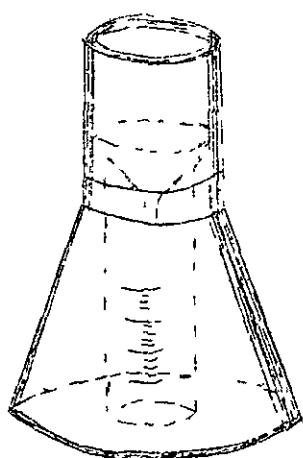
.

ถูกแล้วฝนเทียมหมายถึงฝนที่น้ำไค้ตกลงมาเองตามธรรมชาติ แต่เกิดจากการใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ทำให้ฝนตกลงมา และการทำฝนเทียมมีประโยชน์คือ บรรเทาความแห้งแล้งและเพื่อช่วยเหลือในด้านการเกษตร

ฝนเทียมทำกันมากในฤดูร้อน และทำโดยวิธีตามแบบข้อ ๒.

การวัดปริมาณน้ำฝน

วัดโดยการตรวจความสูงของน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่ที่น้ำไม่ซึมหายไป วัดความสูงเป็นมิลลิเมตร เครื่องมือที่ใช้วัดมีส่วนประกอบ ๒ อย่าง คือ ถังวัดฝนรูปทรงกระบอกแก้วทวงรูปทรงกระบอก อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ปากกระบอกของถังวัดฝนต่อเนื้อที่หน้าตัดของแก้วทวงประมาณ $\frac{๑๐}{๑}$ ซึ่งก็คือ



ถ้าฝนตกลงมาในถังวัดฝนมีปริมาณสูง ๑ นิ้ว จะทวงในแก้วทวงได้สูง ๑๐ นิ้ว หรือจะใช้ไม้บรรทัดวัดความสูงของฝนในถังวัดฝนก็ได้ เครื่องวัดฝนนี้ ใช้วัดปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาว่ามากน้อยเท่าใด ณ ที่หนึ่งในเวลาที่กำหนดให้ เช่น ๒๔ ชั่วโมง และต้องตั้งไว้กลางแจ้ง ห่างจากอาคาร ต้นไม้ หรือสิ่งกีดขวางอื่นๆ และต้องมีที่กำบังลมด้วย ค่าของฝนที่ตกลงมาจึงจะวัดได้แน่นอน

การกำหนดปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาว่าปริมาณมากหรือน้อยนั้น แต่ละประเทศกำหนดไว้เหมือนกัน เพราะสภาพของฝนในประเทศหนึ่งๆต่างกัน เช่น ฝนในประเทศแถบทะเลทรายย่อมผิดกับฝนในประเทศที่มีอากาศชุ่มชื้นใกล้ฝั่งทะเล สำหรับประเทศไทยกรมอุตุนิยมวิทยาถือเกณฑ์ดังนี้

<u>ปริมาณของฝนใน ๒๔ ชั่วโมง</u>	<u>ขนาดของฝน</u>
๐.๑ ถึง ๑๐.๐ มิลลิเมตร	ฝนเล็กน้อย
๑๐.๑ ถึง ๓๕.๐ มิลลิเมตร	ฝนปานกลาง
๓๕.๑ ถึง ๕๐.๐ มิลลิเมตร	ฝนหนัก
๕๐.๑ ขึ้นไป	ฝนหนักมาก

ถ้านักเรียนต้องการจะวัดปริมาณน้ำฝนนักเรียนจะต้องทำอย่างไร ?

.....
 ฝนตกเล็กน้อย หมายถึงปริมาณน้ำฝนที่วัดในช่วงเวลา.....
 และวัดได้ความสูงระหว่าง.....

นักเรียนจะวัดปริมาณน้ำฝนได้โดยนำเครื่องวัดน้ำฝนไปตั้งไว้กลางแจ้ง ภายหลังจากฝนตกแล้ว
ก็วัดความสูงของน้ำฝนที่ตกในคราวนั้น

ฝนตกเล็กน้อยหมายถึงฝนที่ตกภายในเวลา ๒๔ ชั่วโมง แล้ววัดความสูงได้ระหว่าง
๐.๑ ถึง ๑๐.๐ มิลลิเมตร

การพยากรณ์อากาศ

หน่วยงานที่ทำหน้าที่พยากรณ์อากาศได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา นักอุตุนิยมวิทยาจะต้องศึกษาเกี่ยวกับ
บรรยากาศและปรากฏการณ์ต่างๆของบรรยากาศ ตัวอย่างปรากฏการณ์ต่างๆในบรรยากาศได้แก่
อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ลม ฝน เมฆ หมอก เป็นต้น เพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลต่างๆแล้ว
นำมาศึกษา และเขียนลงในแผนที่อากาศ ทำการคาดคะเนลักษณะของบรรยากาศ ซึ่งเรียกว่า
"การพยากรณ์อากาศ" แล้วนำมาแจ้งให้ประชาชนทราบสภาพดินฟ้าอากาศในแต่ละวันว่า ในวันนี้
วันพรุ่งนี้ หรือในวันต่อไป ปรากฏการณ์ต่างๆของบรรยากาศจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง เช่น ลมจะพัด
แรงแค่ไหน ฝนจะตกมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องของ ชาวเรือหรือนักบิน จะได้เตรียม
ตัวได้ถูกต้องเหมาะสมในกิจการของเขา ดังเช่น ถ้ามีพายุแรงชาวประมงจะได้ไม่ออกทะเล

นักเรียนเคยรับฟังการรายงานอากาศจากสถานีวิทยุกระจายเสียงบ้างหรือไม่ ลักษณะ
สำคัญที่กรมอุตุนิยมวิทยารายงานนั้นมีอะไรบ้างนักเรียนทราบหรือไม่ ถ้านักเรียนไม่เคยฟังเลย
นักเรียนก็ควรที่จะสนใจบ้างหลังจากที่ได้เรียนบทเรียนนี้แล้วว่า ลักษณะอากาศสำคัญที่กรมอุตุนิยม-
วิทยารายงานนั้นมีดังนี้หรือไม่

ถ้าเป็นที่ราบจะบอกปริมาณเมฆ ฝน ความเร็วของลมเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
ฝั่งทะเล บอกปริมาณเมฆ ฝน ความเร็วของลมเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง และทะเลเรียบหรือมีคลื่น

นักอุตุนิยมวิทยาศึกษาเกี่ยวกับ

ง

การพยากรณ์อากาศหมายถึง

.

นักเรียนคิดว่า การพยากรณ์อากาศแล้วนำมาแจ้งให้ประชาชนทราบมีประโยชน์หรือไม่
เพราะเหตุใด

.

นักเรียนคงตอบได้ถูกต้องว่า นักอุตุนิยมวิทยาศึกษาเกี่ยวกับบรรยากาศและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของบรรยากาศ

การพยากรณ์อากาศ หมายถึงการคาดคะเนลักษณะของบรรยากาศ และการนำมาแจ้งให้ประชาชนทราบย่อมมีประโยชน์ เพราะทำให้ผู้ที่ทราบจะได้เตรียมตัว หรือระมัดระวังภัยที่จะเกิดขึ้นกับเขา

คำถามท้ายบทเรียน

จากที่นักเรียนเรียนมาจนจบบทเรียนบทนี้ นักเรียนคงจะตอบคำถามต่อไปนี้ได้ถูกต้อง แต่ถ้าวินิจฉัยไม่ได้ก็แสดงว่านักเรียนยังไม่เข้าใจเรื่องที่เรียนมาจึงควรตั้งใจอ่านบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง

๑. เมฆ หมอก ฝน และลูกเห็บเกิดขึ้นได้อย่างไร ?
 ๒. เหตุใดตามในเมืองจึงมีหมอกเกิดขึ้นมากกว่าในชนบท ?
 ๓. เหตุใดในหน้าหนาวจึงมีหมอกมาก ?
 ๔. ฝนเทียมมีหลักในการทำอย่างไร ?
 ๕. นักเรียนจะมีวิธีวัดปริมาณน้ำฝนได้อย่างไร ?
 ๖. หน่วยงานใดที่ทำหน้าที่การพยากรณ์อากาศ และในการตรวจลักษณะบรรยากาศมีการวัดอะไรบ้าง ?
 ๗. ลักษณะอากาศที่กรมอุตุนิยมวิทยารายงานนั้นมีอะไรบ้าง ? และมีประโยชน์อย่างไรในการรับฟังรายงานอากาศนั้น
-

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คำชี้แจงในการทำข้อสอบ

๑. แบบทดสอบนี้มีจำนวน ๕๔ ข้อ คำถามเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น แต่ละข้อจะมีคำตอบอยู่ ๔ คำตอบ คือ ก. ข. ค. ง. นักเรียนควรตรวจดูให้ครบก่อนลงมือทำข้อสอบ

๒. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด หรือเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว เมื่อเลือกคำตอบแล้ว ก็ขีดเส้นหนาๆลงในช่องสี่เหลี่ยมเล็กๆหลังอักษรข้อที่เลือกนั้นในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

๑. ก๊าซที่หนักกว่าอากาศคือก๊าซอะไร

ก. ไฮโดรเจน

ข. ฮีเลียม

ค. ไนโตรเจน

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค. นักเรียนก็ขีดเส้นหนาๆในช่องสี่เหลี่ยมเล็กๆหลังข้อ ค. ในกระดาษคำตอบดังนี้

ก. ☐

ข. ☐

ค. ☒

ง. ☐

๓. เมื่อนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ก็ให้ขีดกากบาททับรอยขีดเดิมก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ เช่น เปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค. เป็นข้อ ก.

ก. ☒

ข. ☐

ค. ☒

ง. ☐

๔. ขอให้นักเรียนพยายามใช้ความคิด พิจารณาให้รอบคอบก่อนที่จะตอบ

๑. บรรยายากาหมายถึง ?

- ก. ก๊าซต่างๆ
- ข. ลักษณะของอากาศ
- ค. อากาศที่ห่อหุ้มโลก
- ง. อากาศที่เราหายใจ

๒. อากาศที่ห่อหุ้มโลกอยู่ไ้เพราะอะไร ?

- ก. อากาศมีแรงดัน
- ข. อากาศมีตัวตน
- ค. โลกมีแรงดึงดูด
- ง. แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของอะตอม

๓. เมื่อวัดความหนาแน่นใหญ่กับแผ่นเล็กให้ติดกับพื้นผิวเรียบสนิท แล้วไขแรงดึงขึ้นจะรู้สึกว่าจะต้องใช้ไขแรงมากน้อยกว่ากัน ที่เป็นเช่นนี้เราสรุปได้อย่างไรจึงถูกต้อง ?

- ก. อากาศมีแรงดัน
- ข. แรงดันอากาศมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิว
- ค. ความกดอากาศมีทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วงของโลก
- ง. พื้นที่กว้างอากาศกดกันสะดวก

๔. เหตุไฉนน้ำหนักของลูกโป่งที่สูบลมจึงหนักกว่าน้ำหนักของลูกโป่งที่ยังไม่ได้สูบลม?

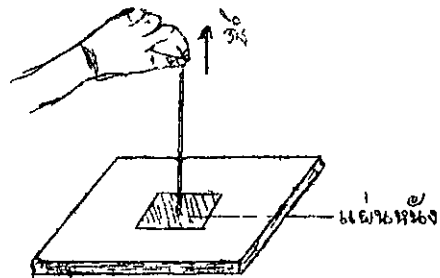
- ก. ลูกโป่งขยายตัว
- ข. อากาศในลูกโป่งมีน้ำหนัก
- ค. ความกดกันของอากาศภายนอก
- ง. ลูกโป่งที่สูบลมมีปริมาตรมากกว่าที่ไม่สูบลม

๕. ขวดเปล่าในรูปมีจุดอุทสนิที่ ตรงกลางจุดนี้กรวยแก้วเสียบทะลุอยู่ เทน้ำลงไปในกรวย น้ำจะลงไปในขวดได้เพียง ๒ - ๓ หยด แล้วน้ำจะไหลไปอีก เป็นเพราะเหตุใด ?



- ก. น้ำที่หยดลงไปทำให้อากาศภายในขวดอัดตัว และมีแรงดันสูงกว่าแรงดันอากาศภายนอก
- ข. น้ำมีน้ำหนักน้อยกว่าอากาศ
- ค. น้ำในกรวยมีน้อย
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

๖. การที่นักเรียนจะต้องใช้ไขแรงดึงอย่างมากในการดึงแผ่นหนังที่ติดสนิทออกจากไม้เพราะเหตุใด ?



- ก. แผ่นหนังติดกับไม้
- ข. อากาศบนแผ่นหนังมีแรงกดดันมาก
- ค. อากาศมีแรงกดทุกทิศทาง
- ง. อากาศที่อยู่ระหว่างแผ่นหนังกับไม้มีแรงกดกันมาก

๗. ที่แห่งใดในอากาศมีความกดดันมากที่สุด ?

ก. เชิงเขา

ข. ยอดเขา

ค. ระดับน้ำทะเล

ง. ที่ระดับสูงจากพื้นโลก ๖๐๐ กิโลเมตร

๘. เหตุใดในการวัดความกดดันของบรรยากาศจึงวัดเป็นความสูงของปรอท

ก. ปรอทเป็นของเหลวที่หาง่าย

ข. การบอกค่าเป็นความสูงสะดวกแก่การอ่าน

ค. อากาศสามารถดันปรอทให้อยู่ในหลอดแก้วได้

ง. วัดได้เพียงตรงกว่าบอกเป็นอย่างอื่น

๙. สถานที่แห่งหนึ่งใช้บาโรมิเตอร์วัดปรากฏว่าอ่านได้ ๗๖๐ มิลลิเมตรของปรอท

สถานที่แห่งนี้มีระดับความสูงอย่างไร ?

ก. เท่ากับระดับน้ำทะเล

ข. เท่ากับยอดเขาสูง ๗๖๐ เมตร

ค. เท่ากับความสูงของบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์

ง. เท่ากับ ๑๑ เมตร

๑๐. ความกดดันของบรรยากาศ ๑ บาร์มีค่าเท่าใด ?

ก. ความสูงของปรอทในหลอดแก้ว ๑๐ เมตร

ข. ความสูงของน้ำในหลอดแก้ว ๗๖ เซนติเมตร

ค. ความดัน ๑ บรรยากาศ

ง. ถูกทุกข้อ

๑๑. ความกดดันบรรยากาศเปลี่ยนไป ๑ มิลลิเมตรของความสูงเท่าใด ?

ก. ๘ เมตร

ข. ๙ เมตร

ค. ๑๐ เมตร

ง. ๑๑ เมตร

๑๒. บนยอดเขาสูง ๖๖๐ เมตร มีความกดดันบรรยากาศเท่าใด ?

ก. ๗๖๐ มิลลิเมตรของปรอท

ข. ๗๐๐ มิลลิเมตรของปรอท

ค. ๖๖๐ มิลลิเมตรของปรอท

ง. ๖๐๐ มิลลิเมตรของปรอท

๑๓. บนยอดเขาสูงแห่งหนึ่ง บาโรมิเตอร์แสดงค่าความกดดันต่ำกว่าปรกติ ๒๐ มิลลิเมตร ยอดเขานี้สูงเท่าไร ?

ก. ๘๐๐ เมตร

ข. ๖๖๐ เมตร

ค. ๘๐๐ เมตร

ง. ๒๒๐ เมตร

๑๔. ถ้าความกดดันของบรรยากาศลดลงกว่าปรกติครึ่งหนึ่ง บาโรมิเตอร์ปรอทจะวัดได้สูงเท่าใด

ก. ๕ เมตร

ข. ๑๐ เมตร

ค. ๓๐ เมตร

ง. ๓๘ เมตร

๑๕. ปริมาณความหนาแน่น ๑๓.๖ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ของเหลวอีกอย่างหนึ่ง มีความหนาแน่นเท่ากับปรอท ถ้าใช้ของเหลวบรรจุแทนปรอทในบาโรมิเตอร์เมื่อความกดดันปรกติ บาโรมิเตอร์ของเหลวนี้จะสูงเท่าไร ?

- ก. ๑๐ เซนติเมตร
- ข. ๑๓.๖ เซนติเมตร
- ค. ๓๕ เซนติเมตร
- ง. ๙๖ เซนติเมตร

๑๖. เหตุใดในการสร้างบาโรมิเตอร์จึงนิยมใช้ปรอทมากกว่าน้ำ ?

- ก. ปรอทเป็นสารที่ง่ายกว่าน้ำ
- ข. ปรอทมีค่าความกดดันของบรรยากาศได้เที่ยงตรงกว่า
- ค. ปรอทมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ หลอดแก้วที่ใส จึงสั้นกว่า
- ง. ปรอทเกาะติดผิวแก้วและสะท้อนแสง ทำให้การระดับความสูงได้ดีกว่า

๑๗. อุณหภูมิที่ใช้หน่วยอะไร ? วัดความกดดันของบรรยากาศ

- ก. ฟุต
- ข. เมตร
- ค. บาร์
- ง. เซนติเมตร

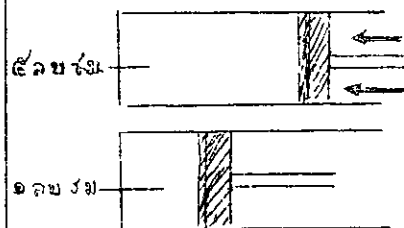
๑๘. เครื่องมือชนิดใดไม่เกี่ยวข้องกับความกดดันของบรรยากาศ

- ก. ฝักกาน้ำขึ้น
- ข. เครื่องชั่งของ
- ค. หลอดหยด
- ง. หลอดวิหุ

๑๙. ในการหาแนวระดับ เรานำเอาความรู้ในเรื่องใดไปใช้ ?

- ก. อากาศเป็นสสาร
- ข. อากาศมีความกดดัน
- ค. ที่ระดับเดียวกันอากาศมีความกดดันเท่ากัน
- ง. ที่ระดับสูงขึ้นไปความกดดันของอากาศลดลง

๒๐. เมื่ออัดลูกสูบภายในกระบอกสูบให้มีปริมาตรเหลือเพียง ๑ ลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นของอากาศในกระบอกสูบจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร ?



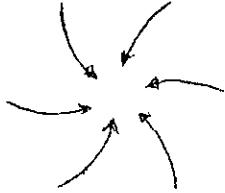
- ก. คงเดิม
- ข. มากขึ้น
- ค. น้อยลง
- ง. ยังสรุปไม่ได้

๒๑. แอนนิรอยบา โรนิตอร์ เป็นเครื่องมือวัดความกดดันของบรรยากาศ ทำงานโดยอาศัยหลักการอย่างไร ?
- การขยายตัวของน้ำ
 - การขยายตัวของปรอท
 - การขยายตัวและหดตัวของคลัส โลหะ
 - การเคลื่อนไหวยของใยโลหะ
๒๒. คุณสมบัติของอากาศบนยอดเขาเย็นกว่าที่เชิงเขา เพราะเหตุใด ?
- บนยอดเขามีฝนตกชุก
 - บนเขามีน้ำไอน้ำมากกว่า
 - บนยอดเขามีเมฆปกคลุมมาก
 - บนยอดเขาอยู่ห่างไกลจากพื้นดินมากกว่า
๒๓. ยิ่งสูงจากโลกขึ้นไปบรรยากาศจะเป็นอย่างไร ?
- มีความหนาแน่นมากขึ้น
 - มีความหนาแน่นลดลง
 - อากาศแปรปรวนมากขึ้น
 - มีความดันมากขึ้น
๒๔. การที่พื้นดินและพื้นน้ำรับและคายความร้อนได้ไม่เท่ากันจะมีผลต่อข้อใดมากที่สุด
- ความดัน
 - ความชื้น
 - อุณหภูมิ
 - ความหนาแน่น

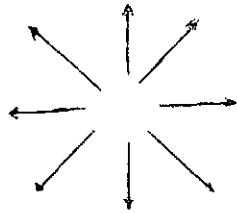
๒๕. ลมชนิดใดไม่เกี่ยวข้องกับความกดดันของอากาศ ?
- พายุไต้ฝุ่น
 - พายุไซโคลน
 - ลมบก ลมทะเล
 - เกี่ยวข้องกับทุกข้อ
๒๖. การเรียกชื่อพายุหมุนว่าเป็นพายุไซโคลนหรือดีเปรสชัน ใ้ชื่ออะไรเป็นเครื่องกำหนด
- ความเร็วของลม
 - ลักษณะของการเกิด
 - บริเวณที่เกิดพายุ
 - ความรุนแรงของลม
๒๗. ถ้าความดันของบรรยากาศลดลงอย่างรวดเร็ว คาดว่าจะเกิดอะไรขึ้น ?
- พายุ
 - ฝนตก
 - อากาศแจ่มใส
 - ท้องฟ้าปลอดโปร่ง
๒๘. ข้อใดถูกต้องที่สุด ?
- ที่สูงจากพื้นโลกขึ้นไปความกดดันของบรรยากาศมีค่าเพิ่มขึ้น
 - ถ้าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง น้ำจะระเหยกลายเป็นไอน้ำมาก
 - ถ้าอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความกดดันของอากาศมีค่าคงเดิม
 - การที่พื้นดินและพื้นน้ำรับและคายความร้อนได้ไม่เท่ากันเป็นสาเหตุให้อุณหภูมิของบรรยากาศมีค่าเปลี่ยนแปลง

๒๙. แผนภาพในข้อใด แสดงถึงการเกิดพายุไซโคลน ?

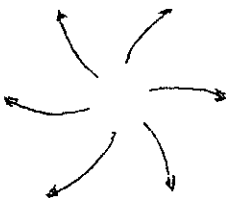
ก.



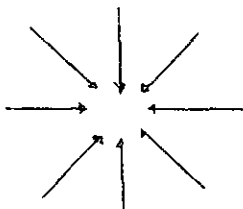
ข.



ค.



ง.



๓๐. ในฤดูที่กล่าวถึงนี้ ก๊าซใดมีมากที่สุด ในอากาศ ?

ก. ออกซิเจน

ข. ไนโตรเจน

ก. อาร์กอน

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

๓๑. ขบวนการในธรรมชาติที่ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมีปริมาณลดลงคือข้อใด

ก. การเผาไหม้

ข. การเกิดสนิมของเหล็ก

ค. การสร้างอาหารของพืช

ง. การหายใจของมนุษย์และสัตว์

๓๒. ข้อใดเป็นการทดลองที่แสดงว่าในอากาศมีไอน้ำ ?

ก. การแยกน้ำด้วยไฟฟ้าจะเห็นกระบอกที่เก็บก๊าซเป็นฝ้า

ข. เมื่อต้มน้ำจนเดือดจะมีไอน้ำเกิดขึ้น

ค. จุนสีที่เผาไฟแล้วและวางทิ้งไว้นานๆจะมีสีเปลี่ยนแฉ่งไป

ง. เมื่อใช้สารที่ชุ่มน้ำพันรอบกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์และวางทิ้งไว้นานๆ อุณหภูมิที่อ่านได้จะลดลงกว่าที่เป็นจริง

๓๓. วัฏจักรของน้ำคืออะไร ?

ก. การที่น้ำระเหยกลายเป็นไอ

ข. การที่ไอลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

ค. การที่น้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นน้ำแข็ง

ง. การเปลี่ยนแปลงสถานะแบบหมุนเวียนของน้ำในธรรมชาติ

คำชี้แจง ใช้คำตอบต่อไปนี้ตอบคำถามในข้อ

๓๔ - ๓๖

- ก. ไทร โปสเทียร์
- ข. สตาร์โตสเฟียร์
- ค. เมโซเฟียร์
- ง. ไอโอโนสเฟียร์

๓๔. เมฆเกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นใด ?
๓๕. ลักษณะของบรรยากาศชั้นใด ? มีอุณหภูมิคงตามระดับความสูง
๓๖. บรรยากาศชั้นใดที่ช่วยสะท้อนคลื่นวิทยุ
๓๗. การที่น้ำในแม่น้ำ ลำคลอง ระเหยกลายเป็นไอจะเป็นไปได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับข้อใด ?
- ก. จม
 - ข. อุณหภูมิของอากาศ
 - ค. ความชื้นของอากาศ
 - ง. ถูกทั้ง ๓ ข้อ
๓๘. อากาศชั้นไหนหมายความว่าอย่างไร ?
- ก. อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ ๖๐ %
 - ข. ในอากาศมีปริมาณไอน้ำจำนวนมาก
 - ค. ปริมาณไอน้ำในอากาศใกล้จะถึงจุดอิ่มตัว
 - ง. การระเหยของน้ำในขณะนั้นเป็นไปได้มากและรวดเร็ว

๓๙. ที่อุณหภูมิ ๓๐ องศาเซลเซียส อากาศ ๑ ลูกบาศก์เมตร มีไอน้ำได้เต็มที่ ๓๐ กรัม แต่ที่อุณหภูมิเดียวกันนี้ วัชปริมาณไอน้ำได้ ๒๐ กรัม แสดงว่าอย่างไร ?
- ก. อากาศอิ่มตัว
 - ข. อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ ๒๐ %
 - ค. อากาศยังไม่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ
 - ง. น้ำไม่สามารถระเหยเป็นไอได้อีก
๔๐. อัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอน้ำที่อยู่จริงในอากาศกับปริมาณไอน้ำมากที่สุดที่อากาศรับไว้ได้ เรียกว่าอะไร ?
- ก. ความชื้นแท้
 - ข. ความชื้นสัมพัทธ์
 - ค. ความชื้นสัมบูรณ์
 - ง. อัตราส่วนผสม
๔๑. ถ้ากล่าวว่า "อากาศอิ่มตัว" แสดงว่าอย่างไร ?
- ก. อากาศยังรับไอน้ำได้อีกเมื่ออุณหภูมิลดลง
 - ข. อากาศยังรับไอน้ำได้อีกเล็กน้อยที่อุณหภูมิขณะนั้น
 - ค. อากาศไม่สามารถรับไอน้ำได้อีกถึงแม้อุณหภูมิจะลดลง
 - ง. อากาศไม่สามารถรับไอน้ำได้อีกที่อุณหภูมิขณะนั้น

๔๒. การบอกปริมาณไอน้ำในอากาศ นิยมบอกเป็นอะไร ?

- ก. ความชื้นแท้
- ข. อัตราส่วนผสม
- ค. ความชื้นสัมพัทธ์
- ง. ความชื้นสมบูรณ์

๔๓. ถ้าอุณหภูมิของไฮโกรมิเตอร์แบบกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งอ่านได้เท่ากัน แสดงว่าอย่างไร ?

- ก. อากาศมีความชื้นต่ำ
- ข. อากาศมีความชื้นสูง
- ค. อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ
- ง. อากาศมีความชื้นปานกลาง

๔๔. ถ้าอุณหภูมิที่กระเปาะแห้งของไฮโกรมิเตอร์ในวันเสาร์และวันอาทิตย์อ่านได้เท่ากัน แต่อุณหภูมิกระเปาะเปียกของวันเสาร์อ่านได้ ๒๕ องศาเซลเซียส และวันอาทิตย์อ่านได้ ๒๒ องศาเซลเซียส ลักษณะของอากาศทั้งสองวันจะเป็นอย่างไร ?

- ก. วันเสาร์อากาศชื้นมากกว่าวันอาทิตย์
- ข. วันเสาร์อากาศชื้นน้อยกว่าวันอาทิตย์
- ค. วันเสาร์ความกดดันอากาศต่ำกว่าวันอาทิตย์
- ง. วันเสาร์ความกดดันอากาศสูงกว่าวันอาทิตย์

๔๕. ถ้ามีความชื้นในอากาศมาก เราจะรู้สึกอย่างไร ?

- ก. หนาว
- ข. อึดอัด อบอ้าว
- ค. ผิวหนังแห้งแตก
- ง. เหงื่อในรูร่างกายระเหยได้เร็ว

๔๖. การที่อากาศในประเทศไทยมีอากาศชื้นเป็นเวลานานกว่าอากาศแห้งทำให้เกิดผลดีในข้อใด ?

- ก. ยางและฉนวนไฟฟ้ามีคุณสมบัติคงทน
- ข. ของใช้ไม่เป็นราและบูดง่าย
- ค. เหมาะแก่การเพาะปลูก
- ง. ถูกทุกข้อ

๔๗. เหตุใดในฤดูหนาวจึงมีหมอกมาก ?

- ก. อุณหภูมิของอากาศต่ำ ไอน้ำที่อยู่ใกล้พื้นดินจึงกลั่นตัวได้มาก
- ข. อากาศแห้ง ไอน้ำที่อยู่ใกล้พื้นดินจึงกลั่นตัวเป็นหยดน้ำได้มาก
- ค. ไอน้ำมีมากในอากาศ
- ง. อุณหภูมิอากาศมีความหนาแน่นมาก

๔๘. ถ้าโลกไม่มีบรรยากาศ โลกจะเป็นอย่างไร ?

- ก. ไม่มีเมฆ ฝน ลมและพายุ
- ข. แสงแดดจะส่องไม่ถึงพื้นโลก
- ค. ความกดดันของบรรยากาศจะเพิ่มขึ้น
- ง. ความชื้นสัมพัทธ์จะได้ ๑๐๐ %

๔๘. ข้อใดมีประโยชน์ของบรรยากาศ

- ก. ช่วยกรองรังสีที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์
- ข. ทำให้มนุษย์และสัตว์มีอากาศหายใจ
- ค. ทำให้อากาศมีความชื้นพอเหมาะแก่ร่างกาย
- ง. ช่วยเฉลี่ยอุณหภูมิบนโลกไม่ให้แตกต่างกันมากนักระหว่างกลางวันและกลางคืน

๔๙. ข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. ที่มีความกดอากาศต่ำมีอุณหภูมิต่ำ
- ข. อากาศจะเคลื่อนที่จากที่มีความกดอากาศต่ำไปสู่ที่มีความกดอากาศสูง
- ค. ที่ระดับสูงจากพื้นโลกขึ้นไปอุณหภูมิของบรรยากาศจะเพิ่มขึ้นตามระดับความสูง
- ง. ถ้าอุณหภูมิกะเปาะเปียกและกะเปาะแห้งของไฮโกรมิเตอร์ต่างกันมาก ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำ

๕๐. ข้อใดเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความเร็วของลม?

- ก. เทอร์โมมิเตอร์
- ข. แอนนิโมมิเตอร์
- ค. ไฮโกรมิเตอร์
- ง. บาโรมิเตอร์

๕๑. เมฆกับหมอกต่างกันมากในเรื่องใด?

- ก. อุณหภูมิที่เกิด
- ข. ขนาดของละอองน้ำ
- ค. สถานที่เกิด
- ง. สถานะของน้ำของมันต่างกัน

๕๒. การทำฝนเทียมมีหลักในการทำอย่างไร?

- ก. ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยลดลง
- ข. ทำให้เมฆกระจายตัวจากกัน
- ค. ทำให้ละอองน้ำเกาะติดกันมีขนาดใหญ่ขึ้น
- ง. ทำให้ก้อนเมฆมีน้ำหนักเพิ่มจากสารเคมี

๕๓. ข้อใดเป็นหน้าที่ของนักอุตุนิยมวิทยา ?

- ก. ตรวจสอบปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ
- ข. เขียนแผนที่อากาศ
- ค. คำนวณลักษณะอากาศและนำมาแจ้งให้ประชาชนทราบ
- ง. ถูกทุกข้อ

เป็นท่าเสร็จแล้ว ถ้ายังมีเวลาเหลือ
โปรดพลิกกลับไปทบทวนดูอีกครั้ง

แบบสอบถามทัศนคติต่อบทเรียน โมดูล

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นแบบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน โมดูล นักเรียนจงแสดงความคิดเห็น โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่นักเรียนเลือก

ข้อความ \ ความรู้สึก	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
เมื่อนักเรียนเรียนจากบทเรียน โมดูลแล้ว นักเรียนมีความรู้สึกว่		
๑. นักเรียนสามารถสรุปและจดบันทึกด้วยตนเองได้ดี		
๒. มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าตำราธรรมดา		
๓. ทำให้เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว		
๔. นักเรียนแสดงความสามารถได้เต็มที่		
๕. นักเรียนอาจจะเรียนซ้ำหรือเร็วได้ตามความสามารถของนักเรียนเอง		
๖. ส่งเสริมให้เกิดความคิดตลอดเวลา		
๗. ใช้ช่วยสอนแทนครูได้บางครั้ง		
๘. นั้ดเรียนได้ลงมือหาจริงๆ		
๙. ช่วยแก้ปัญหาการเรียนไม่ทันเพื่อนได้		
๑๐. ยุ่งยากกว่าบทเรียนธรรมดา		
๑๑. ทำให้เหนื่อยและเบื่อหน่ายบางครั้ง		
๑๒. ทำให้นักเรียนรู้จักช่วยตนเองมากขึ้น		
๑๓. ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบมากขึ้น		
๑๔. ส่งเสริมให้นักเรียนเคาคำตอบได้		
๑๕. ใช้บทวนความรู้บางเรื่องที่เรียนแล้วได้		
๑๖. ควรให้มีการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูลมากขึ้น		

การวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis)

จุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objectives)

๑. Cognitive Domain เพื่อให้นักเรียนได้ทราบคุณสมบัติต่างๆของบรรยากาศ ตลอดจนสาเหตุที่ทำให้บรรยากาศเปลี่ยนแปลง อันเป็นผลทำให้เกิดการระเหย ความชื้น เมฆ หมอก ฝน ลมและพายุ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

๒. Psychomotor Domain เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการอ่าน รวบรวมข้อมูล การสังเกต การใช้เครื่องมือในการทดลอง ตลอดจนมีทักษะในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

๓. Affective Domain เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจ พอใจกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และเป็นผู้ที่มีความรอบคอบ

จุดมุ่งหมายเฉพาะ (Specific Objective)

๑. มุ่งหมายให้นักเรียนรู้ความจริงต่างๆ (fact) ดังนี้คือ

๑.๑ ความหมายของบรรยากาศ

๑.๒ คุณสมบัติต่างๆของบรรยากาศ ส่วนประกอบของบรรยากาศ

๑.๓ สาเหตุที่ทำให้บรรยากาศเปลี่ยนแปลง

๑.๔ การเกิดลม พายุ เมฆ หมอก ฝน

๑.๕ ความชื้นในบรรยากาศ

๑.๖ หลักในการทำเครื่องมือตรวจวัดลักษณะอากาศ เช่น บาโรมิเตอร์ ไฮโกรมิเตอร์ แอนนิโมมิเตอร์ เป็นต้น และวิธีใช้เครื่องมือเหล่านี้

๑.๗ ความสำคัญของบรรยากาศต่อสิ่งมีชีวิต

๑.๘ สภาพอากาศเป็นพิษ

๑.๙ การพยากรณ์อากาศ

๒. ให้นักเรียนได้รับความคิดรวบยอด (concept) ดังนี้คือ

๒.๑ บรรยากาศหมายถึงอากาศที่อยู่รอบตัวเราและรวมถึงอากาศที่ห่อหุ้มโลก

๒.๒ อากาศเป็นสสาร มีแรงดัน และประกอบด้วยก๊าซต่างๆ ไอน้ำ และฝุ่น

ละออง

๒.๓ คุณภูมิ และความกดดันของบรรยากาศ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้
บรรยากาศเปลี่ยนแปลง

๒.๔ ที่ชั้นบรรยากาศในระดับความสูงต่างๆกัน อากาศมีความดัน ความหนา—
แน่น และอุณหภูมิต่างกัน

๒.๕ บรรยากาศมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ช่วยกรองรังสีที่เป็นอันตราย
ต่อชีวิตมนุษย์ ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ได้ เป็นต้น

๒.๖ ลมเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ

๓. ให้นักเรียนรู้จักหลักวิทยาศาสตร์ (principle) ดังนี้คือ

๓.๑ สารต่างชนิดกันรับและคายความร้อนได้ไม่เท่ากัน

๓.๒ การระเหยทำให้คุณภูมิของของเหลวนั้นลดลง

๓.๓ อากาศจะเคลื่อนที่ จากที่มีความกดอากาศสูงไปสู่ที่มีความกดอากาศต่ำ

๔. ให้นักเรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ (instrumental skill)

ดังนี้คือ

๔.๑ สามารถทำการทดลองง่ายๆโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ได้อย่าง

เหมาะสม

๔.๒ รู้จักใช้เครื่องมือบางชนิด เช่น บาโรมิเตอร์ ไฮโกรมิเตอร์

เทอร์โมมิเตอร์ ทำการตรวจสอบปรากฏการณ์ของบรรยากาศได้

๔.๓ อ่าน ฟัง และสนทนาเรื่องราวเกี่ยวกับบรรยากาศได้ด้วยความเข้าใจ

๕. ให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา (problem solving skill)

ดังนี้คือ

๕.๑ รู้จักใช้วิธีแก้ปัญหาโดยการทำความเข้าใจกับปัญหา และใช้วิธีทาง
วิทยาศาสตร์แก้ปัญหานั้น

๕.๒ สามารถคิดคำนวณ และแปลความหมายของจำนวนต่างๆได้ถูกต้อง

๖. ค่านิยมคตินิ และความสนใจ (attitude and interest)

๖.๑ การค้นพบหรือการหาเหตุผล ข้อมูลต่างๆไม่ใช่ของง่าย ต้องกินเวลา

อาศัยการสังเกต ความพยายามเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง

๖.๒ เห็นคุณค่า และความสำคัญของบรรยากาศ และการป้องกันไม่ให้อากาศ
เป็นพิษ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

ภายหลังจากที่นักเรียนได้เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรแสดงความสามารถ
ได้ดังนี้คือ

๑. บอกความหมายของบรรยากาศ ความดันอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้น-
สัมบูรณ์ และบอกหน่วยของความกดดันอากาศได้ถูกต้อง

๒. ทำการทดลองเพื่อแสดงว่า อากาศเป็นสสาร มีแรงดัน และที่ระดับความสูง
เท่ากันอากาศมีความกดดันเท่ากัน

๓. นำความรู้ที่ได้รับจากเรื่องความกดดันของอากาศที่ระดับความสูงเดียวกัน
ไปใช้เป็นประโยชน์ในการหาแนวระคัมได้

๔. แปลความหมายจากข้อมูล ทำให้สรุปได้ว่า ที่ระดับความสูงเพิ่มขึ้น ความกดดัน
ของอากาศจะลดต่ำลง

๕. ทำการทดลองเพื่อสรุปได้ว่า ความกดดันของอากาศ และความหนาแน่นของ
อากาศ จะเปลี่ยนไปเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

๖. ทำการทดลองเพื่อสรุปได้ว่า ดิน และน้ำ รับและคายความร้อนได้ไม่เท่ากัน

๗. อธิบายได้ว่า อะไรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อากาศเหนือพื้นดิน และพื้นน้ำมี
อุณหภูมิต่างกัน

๘. แปลความหมายจากข้อมูล เพื่อสรุปได้ว่า ที่ระดับความสูงต่างกันมีอุณหภูมิ
ต่างกัน

๙. บอกการแบ่งชั้นของบรรยากาศ และอธิบายลักษณะของบรรยากาศแต่ละชั้นอย่าง
คร่าวๆได้ถูกต้อง

๑๐. ทำการทดลองเพื่อสรุปว่า อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะเคลื่อนที่อย่างไร
๑๑. บอกสาเหตุที่ทำให้เกิดลมและพายุ และบอกได้ว่าการตั้งชื่อพายุนั้นใช้ความเร็วของลมเป็นเกณฑ์
๑๒. บอกได้ว่า ชี้อากาศมีอะไรวัดความเร็วของลม ความกดดันบรรยากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ
๑๓. ทำการทดลองเพื่อสรุปได้ว่า ในอากาศมีไอน้ำ
๑๔. บอกได้ว่าไอน้ำในอากาศได้นำจากแหล่งใดมากที่สุด
๑๕. แปลความหมายจากตารางความชื้นสัมพัทธ์ คำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง และใช้ไฮโกรมิเตอร์แบบกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งหาความชื้นสัมพัทธ์ได้ถูกต้อง
๑๖. อธิบายได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง โดยสามารถยกตัวอย่างได้อย่างน้อย ๔ ตัวอย่าง
๑๗. อธิบายการเกิด เมฆ หมอก ฝน ได้ถูกต้อง
๑๘. บอกหลักในการทำแผนเทียบได้้อย่างคร่าวๆ
๑๙. บอกได้ว่าบรรยากาศมีความสำคัญต่อนุษย์อย่างไรบ้าง
๒๐. บอกได้ว่าอากาศเป็นพิษมีลักษณะอย่างไร และจะมีวิธีป้องกันอย่างไร
๒๑. บอกได้ว่าลักษณะอากาศที่สำคัญที่อุตุนิยมวิทยารายงานนั้นมีอะไรบ้าง และการพยากรณ์อากาศมีประโยชน์แก่ประชาชนอย่างไร

Test Item

๑. บรรยากาศคืออะไร ?
๒. บรรยากาศมีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง ?
๓. ความดันกับแรงดันมีความหมายแตกต่างกันอย่างไร ?
๔. เหตุใดอากาศจึงมีแรงดัน?
๕. แรงดันของอากาศที่ตกลงบนพื้นที่ไม่เท่ากันมีค่าเท่ากันหรือไม่ ?
๖. บรรยากาศมีแรงดันในทิศทางใด ?
๗. เครื่องมือที่ใช้วัดความกดดันของบรรยากาศคืออะไร ? มีหลักในการสร้างอย่างไร ?

๘. เหตุใดจึงนิยามให้พรอทในการทำนา โรมิเตอร์มากกว่าน้ำ ?
๙. ความกดดันของบรรยากาศที่ระดับปรกคี่ค่าเท่าไร ?
๑๐. อุดุนิยมวิทยาใช้หน่วยอะไรวัดความกดดันของบรรยากาศ ?
๑๑. ที่ระดับความสูงต่างกัน ความกดดันของบรรยากาศมีค่าแตกต่างกันอย่างไร ?
๑๒. เหตุใดที่ระดับสูงขึ้นไปจากพื้นโลกความกดดันของบรรยากาศจึงมีค่าลดลง ?
๑๓. เราน่าความรู้เรื่องบรรยากาศมีความกดดันไปให้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง ?

๑๔. ปริมาตรของอากาศ ถมณกัน ความหนาแน่น มีความสัมพันธ์กันอย่างไร ?
๑๕. ที่ระดับสูงจากพื้นโลกขึ้นไป ความหนาแน่นของอากาศจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ?
๑๖. อุณหภูมิ ความดัน ความหนาแน่นของอากาศมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ?
๑๗. อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศเปลี่ยนแปลง ?
๑๘. บรรยากาศที่ระดับความสูงต่างกันมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างไร ?
๑๙. บรรยากาศแบ่งออกเป็นกี่ชั้น อะไรบ้าง ? และแต่ละชั้นมีลักษณะที่สำคัญอย่างไร ?
๒๐. ลมเกิดขึ้นได้อย่างไร ?
๒๑. ลมไซโคลน แอนตี้ไซโคลน ลมบกลมทะเล ลมมรสุม เกิดขึ้นได้อย่างไร ?
๒๒. เครื่องมือที่ใช้วัดความเร็วของลมคืออะไร ?
๒๓. บรรยากาศประกอบด้วยอะไรบ้าง ?
๒๔. อากาศมีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์อย่างไร ?
๒๕. อากาศเป็นพิษมีลักษณะอย่างไร ?
๒๖. สาเหตุที่ทำให้อากาศเป็นพิษมีอะไรบ้าง ?
๒๗. อากาศเป็นพิษมีผลอย่างไรต่อร่างกาย ?
๒๘. มีวิธีใดบ้างที่ป้องกันไม่ให้อากาศเป็นพิษ ?
๒๙. ความชื้น - แห้งของอากาศหมายถึงอะไร ?
๓๐. ปริมาณไอน้ำในอากาศ ที่อากาศจะรับไว้ได้ขึ้นอยู่กับอะไร ?
๓๑. การแสดงปริมาณไอน้ำในอากาศ นอกได้วิธี อะไรบ้าง ?

๓๒. นักเรียนจะหาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้อย่างไร ?
 ๓๓. ความชื้นสัมพัทธ์เกี่ยวข้องกับความรู้สึกของร่างกายมนุษย์อย่างไร ?
 ๓๔. เมฆ หมอก ฝน หิมะ เกิดขึ้นได้อย่างไร ?
 ๓๕. วัฏจักรของน้ำคืออะไร ?
 ๓๖. เรามีวิธีวัดปริมาณน้ำฝนอย่างไร ?
 ๓๗. หลักในการทำฝนเทียมคืออะไรบ้าง ?
 ๓๘. ประเทศไทยเราทำฝนเทียมด้วยวิธีใด ?
 ๓๙. การพยากรณ์อากาศคืออะไร ? เป็นประโยชน์อย่างไร ?
 ๔๐. อุตุนิยบวิทยาตรวจสอบลักษณะอากาศอะไรบ้าง ?
 ๔๑. ลักษณะอากาศที่สำคัญที่กรมอุตุนิยบวิทยารายงานนั้นมีอะไรบ้าง ?
-