

507
ว ๒3๖๗
๖.๓

ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
การศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนของ จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะที่มี
ขั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน

ปริศนา นิพนธ์

ของ

วิมล สวรรณวานิช

๒๕๖ พ.ศ. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริศนาการศึกษาหาบัณฑิต
มีนาคม 2527

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178050

การศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะที่มี
ชั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน

บทคัดย่อ

ของ

วิมล สาราญวานิช

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
มีนาคม 2527

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบสืบเสาะที่มี
ชั้นสรุปผลการทดลองที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาจากสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่าน
เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมัธยม คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีการศึกษา 2526 จำนวน 90 คน แบ่งเป็น 3
กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่นักเรียน
สรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่
ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มควบคุมเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่นักเรียนกับ
ครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเป็นคู่มือครู และสื่อการสอน
เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบอิงเกณฑ์ชนิดปรนัย 5 ตัว เลือก
จำนวน 3 ฉบับคือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนน
จุดตัด 42.78 คะแนน ค่าความเชื่อมั่น .75 แบบทดสอบทักษะการพยากรณ์มีคะแนน
จุดตัด 4.22 คะแนน ค่าความเชื่อมั่น .88 และแบบทดสอบทักษะการตีความหมาย
ข้อมูลและการลงข้อสรุปมีคะแนนจุดตัด 6.61 คะแนน ค่าความเชื่อมั่น .59

ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่าน เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่าน เกณฑ์ค่าเฉลี่ยทักษะการพยากรณ์ระหว่าง
กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05
3. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่าน เกณฑ์ค่าเฉลี่ยการตีความหมายข้อมูล
และการลงข้อสรุประหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ปรากฏว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่ง

นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง มีสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์สูงกว่า
กลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งครูสรุปผลการทดลองให้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
ส่วนกลุ่มทดลองคู่อื่น ๆ แตกต่างกันไปอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A COMPARATIVE STUDY OF THE RATIOS OF MATTAYOM SUKSA III STUDENTS
PASSING THE ACHIEVEMENT TESTS IN SCIENCE AND SCIENCE
PROCESS SKILLS TAUGHT BY THE INQUIRY METHOD
WITH VARIATIONS IN POST-LAB DISCUSSION

AN ABSTRACT

BY

WIMOL SUMRANWANICH

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
March 1984

The purposes of this research were to compare the ratios of students passing the achievement tests in science and science process skills as taught by the inquiry method with variations in post - lab discussion. The subjects were composed of 90 Mattayom Suksa Three students in the Secondary Demonstration School, Faculty of Education, Khon Khaen University in 1983 academic year. The sample were randomly divided into 3 groups of 30 students each. The first experimental group (Group I) learned science through the inquiry method which the students made their own conclusion in the post - lab discussion. The second experimental group (Group II) learned science through the inquiry method which the teacher played a major role in making the conclusion in the post - lab discussion. The control group (Group III) learned science through the inquiry method as well but emphasis was placed at an interaction between students and teacher in making conclusion in post - lab discussion

The material used in this experiment was a teacher's manual and a student's text - book on the topic "The transformation and communication". Three sets of the objective (5 choices), criterion referenced tests were used. In deciding the passing thresholds, the following cut - off scores were used . for the achievement tests, the cut - off score was 42.78 and the reliability was .75, for the prediction tests, the cut - off score was 4.22 and the reliability was .88; for the interpretation and conclusion tests, the cut - off score was 6.61 and the reliability was .59

The results were as follows

1. The ratio of the students passing the achievement tests

in science among Groups I, II, and III was not significantly different at .05 level.

2. The ratio of the students passing the prediction tests among Groups I, II, and III was not significantly different at .05 level.

3. The ratio of the students passing the interpretation and conclusion tests among Groups I, II, and III was significantly different at .05 level. Especially, the ratio of Group I who learned science through the inquiry method which the students made their own conclusion in the post - lab discussion was higher than that of Group II who learned science through the inquiry method which the teacher played a major role in making the conclusion in the post - lab discussion. However, the difference among other groups was not statistically significance.

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	8
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง	12
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบมรรคาวิชา	15
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสอนในชั้นสรุป	17
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	20
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	28
	สรุปเอกสารอ้างอิงและผลการวิจัย	32
	สมมติฐานในการค้นคว้าวิจัย	33
3	วิธีดำเนินการทดลอง	34
	การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	34
	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	35
	เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	35

	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	35
	ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างข้อสอบแบบอิงเกณฑ์	39
	แผนดำเนินการทดลอง	40
	วิธีดำเนินการทดลอง	41
	การวิเคราะห์ข้อมูล	41
	สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล	42
4	ผลกรวิเคราะห์ข้อมูล	45
	สัญลักษณ์ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล	45
	การวิเคราะห์ข้อมูล	45
	การเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตามผลสัมฤทธิ์	
	ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	45
	การเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะ	
	การพยากรณ์	47
	การเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะ	
	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	48
5	บทข้อสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	51
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	51
	สมมติฐานในการค้นคว้าวิจัย	51
	วิธีดำเนินการวิจัย	52
	การวิเคราะห์ข้อมูล	53

บทที่		หน้า
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	54
	การอภิปรายผล	56
	ข้อเสนอแนะ	59
บรรณานุกรม		61
ภาคผนวก		65

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่มีชั้นสรุปผลการทดลอง ต่างกัน	36
2 แสดงแบบแผนการทดลอง	40
3 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	46
4 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการพยากรณ์	47
5 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป	48
6 แสดงข้อมูลที่ไต่จากกรวิเคราะห์สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่าน เกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลของกลุ่มทดลองแต่ละคู่	49

ภูมิหลัง

การศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในอดีต ส่วนมากครูจะใช้วิธีการบรรยาย ยึดตำราและเอกสารอ้างอิง เป็นหัวใจของการถ่ายทอดความรู้ การเรียนการสอนมีแนวโน้มจะเป็นแหล่งสะสมความรู้ข้อเท็จจริง แต่ขาดสาระสำคัญทางค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการศึกษาที่ไม่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์ทุกวันนี้ เหมือนดังที่ นีดา สะเพียรชัย ไก่กล่าวไว้ว่า "ปัจจุบันนี้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินไปอย่างรวดเร็ว มีวิทยาการและความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมาย การที่จะถ่ายทอดความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างสมเอาไว้ให้นักเรียนด้วยการจดจาวในสาระและข้อเท็จจริงทั้งหมดเป็นไปได้ยากและอาจจะ เป็นประโยชน์น้อย (นีดา สะเพียรชัย 2520 : 3) ตลอดทั้งวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงเพียงความรู้เท่านั้น แต่ยังประกอบไปด้วยกระบวนการแสวงหาคำความรู้ ก้าวก็คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลผลิตที่ได้จากการให้ความสนใจที่จะหาคำตอบต่อสิ่งที่ เป็นปัญหาโดยใช้กระบวนการแสวงหาคำความรู้ (ปรีชา วงศ์ศิริ 2525 : 246)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2515 รัฐบาลได้ตระหนักถึงความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาประเทศ จึงได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รับผิดชอบในการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ 2524 : คาแถลงในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 1) จุดประสงค์ของหลักสูตรมุ่งให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติ ตลอดจน เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน หรือเพื่อการค้นคว้าหาความรู้ต่อไปอีก วิธีสอนเป็นแบบสืบเสาะหาคำความรู้ (Inquiry Method) ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะ เนื้อหาวิชาใน

หนังสือเรียน คือ มีการทดลอง ต้องอาศัยผลจากการทดลองนำเข้าสู่การ เรียนรู้ กฎ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ เป็นวิธีการให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง บทบาทของครูใน กระบวนการ เรียนการสอนจะมีอยู่สามตอน คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง
2. การให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลอง
3. การอภิปรายภายหลังการทดลอง

(ประวัติกร ชูศิลป์ 2524 : 3 - 4)

ทั้งนี้จากรายงานการติดตามผลการใช้หลักสูตร ในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค พบว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนใหญ่พบว่าครูจะจัด กิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ชั้นปฏิบัติการทดลอง ได้ตามหนังสือ แบบเรียนและคู่มือครูของกระทรวงศึกษาธิการ แต่สำหรับชั้นการอภิปรายภายหลังการทดลอง ยังเป็นปัญหา กล่าวคือยังไม่มรูปแบบที่แน่นอน เท่าที่พบ ในชั้นอภิปรายภายหลังการทดลอง ครูจะแบ่งกลุ่มนักเรียนให้สรุปผลการทดลอง เองในกรณีที่นักเรียนสรุปไปถูกต้องครูจะอธิบาย เพิ่มเติมให้ และบางครั้งครูก็เป็นผู้สรุปให้นักเรียนเอง สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ พบว่า การสรุปผลการทดลองสามารถแบ่งได้เป็นสามกลุ่ม คือ

1. นักเรียนสรุปผลการทดลอง เอง โดยครู เป็นผู้แนะนำ
2. นักเรียนและครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง
3. ครูเป็นผู้สรุปผลการทดลอง

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี 2523 : รายงานการวิจัยฉบับที่ 8)

เนื่องจากชั้นอภิปรายผลหลังการทดลองมีความสำคัญต่อการ เรียนการสอนแบบ สืบเสาะ เพราะว่าจุดประสงค์ในชั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลอง เพื่อไปสู่ กฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ อันจะส่งผลต่อการเรียนการสอนในเรื่องต่อไป ฉะนั้น ในชั้นการสรุปผลการทดลอง ครูจึงต้องคำนึงถึงประสบการณ์เดิมและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เดิมของนักเรียนด้วย

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งปีอายุมากกว่า 11 - 12 ปี ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ เพียเจต์ (Piaget) พบว่าอยู่ในขั้นนามธรรม (Formal Operation Stage) คือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์จำแนก และวิเคราะห์ปัญหาที่สลับซับซ้อนได้อย่างมีระบบ สามารถรับรู้และเข้าใจไ้แบบ Operation ได้ดี เช่น การตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทดลองพิสูจน์ แปลผลข้อมูล และลงข้อสรุป (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ 2525 : 141)

จากการศึกษาการวิจัยประสพการณ์ของ ดร.เอคการ์ เดล (Dr. Edgar Dale) พบว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยให้ประสพการณ์ตรงแก่นักเรียนจะเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนมากกว่าการให้ประสพการณ์โดยอ้อม (มังกร ทวงสุขคี 2524 : 26 - 39) ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของ บรูเนอร์ (Bruner) ที่กล่าวว่า การสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง (Discovery) เป็นการสอนแบบให้นักเรียนได้รับประสพการณ์ตรง ซึ่งสามารถพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่โดยภาพเกิดแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motive) ทำให้นักเรียนกระหายในการค้นคว้าหาความรู้และสามารถแก้ปัญหาได้ดี ตลอดจนเกิดความถนัดในการเรียนรู้ (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และ ละออ แสพศักดิ์ 2524 : 190 - 193)

กล่าวคือ การเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนจากการกระทำ (Learning by Doing) หรือวัดประสพการณ์ตรงให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตนเองมากกว่าการบรรยาย หรือการบอกเล่าของครู ผลจากการเรียนรู้ด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้และยังสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ก็ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาวิธีการลงข้อสรุปของกระบวนการเรียนการสอนที่จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งที่จะศึกษาขั้นสรุปผลการทดลองโดยจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 กลุ่ม ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มจะมีขั้นตอนปกรายก่อนการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และกิจกรรมอื่น ๆ ที่คล้ายกันจะต่างกันตรงขั้นการอภิปรายหลังการทดลองเพื่อลงข้อสรุปผลการทดลอง ซึ่งจะแยกเป็นสามกลุ่ม คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

กลุ่มทดลองที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้

กลุ่มควบคุม นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ทั้ง 3 กลุ่ม

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง
2. เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการพยากรณ์, ด้านการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ตระหนักถึงวิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นการสรุปผลหลังการทดลอง ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เป็นแนวทางให้หน่วยงานที่รับผิดชอบต่อการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ตระหนักและหาวิธีการสอนในชั้นการสรุปผลการทดลอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสาธิตมัธยม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 90 คน

2. การศึกษาครั้งนี้ใช้สื่อการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวของหลักสูตร สสวท. โดยยึดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นเวลา 12 คาบต่อ 1 กลุ่ม คาบละ 60 นาที รวมทั้งหมด 36 คาบ ลักษณะของสื่อที่สร้างขึ้นนี้เป็นวิธี สอนแบบสืบเสาะซึ่งจะวัดให้ชั้นอภิปรายก่อนการทดลองและการทดลอง เหมือนกับหลักสูตร สสวท. จะต่างกันตรงขั้นการอภิปรายผลหลังการทดลอง ซึ่งจะแบ่งเป็นสามลักษณะ คือ

- กลุ่มทดลองที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง
- กลุ่มทดลองที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้
- กลุ่มควบคุม นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลหลังการทดลอง

3. ตัวแปรในการวิจัย

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- 3.1.1 วิธีสอนวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง
- 3.1.2 วิธีสอนวิทยาศาสตร์ ที่ครูสรุปผลการทดลองให้
- 3.1.3 วิธีสอนวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลหลังการทดลอง

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- 3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการพยากรณ์
- 3.2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตีความหมายข้อมูล

และการลงข้อสรุป

นิตยสารพิเศษเฉพาะ

1. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมัธยมศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของ
นักเรียนที่วัดได้จากคะแนนที่ใช่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่มีเกณฑ์จุดตัดขั้นต่ำในการพิจารณา การผ่านเกณฑ์ของผู้วิจัยสร้างชั้นควยการวิเคราะห์
เนื้อหาและจุดประสงค์ การสอนตามแบบเรียน และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการขนส่ง
และการสื่อสารชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกมาศึกษา
2 ทักษะ โดยให้นิตยสารพิเศษเฉพาะตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.ป.ท. : 1 - 12)

3.1 การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคาดคะเนล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดย
อาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องที่เรียนมาแล้ว มาช่วย
ในการสรุป

3.2 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยอาศัยข้อมูล
ที่ได้จากการทดลอง

4. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เป็นวิธีการสอนแบบ
สืบเสาะที่มีขั้นการอธิบายก่อนทดลอง การปฏิบัติการทดลองเหมือนกับหลักสูตร สสวท.
จะต่างกันตรงขั้นการสรุปผลการทดลอง ซึ่งจะแบ่งเป็นสามลักษณะ คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเองในแบบเรียนขั้นสรุปผล
การทดลองจะมีคำถามเพื่อให้ นักเรียนพิจารณาผลจากการทดลองและหาคำตอบเพื่อสรุปผล
การทดลองด้วยตนเอง

กลุ่มทดลองที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้ ในสื่อการสอนจะประกอบด้วยคำถามเหมือนกลุ่มที่ 1 และการบรรยายเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่ถูกต้องมายัง การสรุปผลการทดลอง

กลุ่มควบคุม นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง ในสื่อการสอนจะประกอบด้วยคำถามเหมือนกลุ่มที่ 1 คำถามจะเป็นแนวทางในการอภิปรายร่วมกันระหว่างนักเรียนกับครู เพื่อไปสู่การสรุปผลการทดลอง

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการท้าววิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมและ
แบ่งออกเป็นห้าตอน คือ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบบการค้นพบด้วยตนเอง
และแบบบรรยาย
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสอนในชั้นสรุป
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. สรุปเอกสารอ้างอิงและผลการวิจัย

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะ

ธีระชัย ปุรณโชติ (ธีระชัย ปุรณโชติ 2517 : 46) ให้ความหมายของ
การสอนแบบสืบเสาะว่า การสอนแบบสืบเสาะเป็นการสอนที่เน้นถึงกระบวนการของการค้นคว้า
ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้แก่ กิจกรรมในการตั้งปัญหา และการกำหนดปัญหา การสังเกต การวัด
การจำแนกสิ่งต่าง ๆ การทำนายหรือการตั้งสมมติฐาน การค้นคว้าหาแบบอย่างที่มีความหมาย
(Meaningful Pattern) การสร้างการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และการทดสอบ
สมมติฐาน และนิตา สะเพียรชัย (นิตา สะเพียรชัย 2520 : 4) กล่าวว่า วิธีสืบเสาะ
หาความรู้ก็คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากปรัชญาทาง
วิทยาศาสตร์ และเป็นพื้นฐานของกิจกรรมที่ช่วยให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริง
และแนวความคิด เป็นวิธีการที่สำคัญอย่างยิ่งในการขยายขอบเขตความรู้ ความเข้าใจของ
มนุษย์เกี่ยวกับธรรมชาติ เป็นวิธีการที่ทำให้มีการค้นคว้า ทดลอง รวบรวมข้อมูล และนำไปสู่

การตั้งทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ วัชรพุทธ วิเชียรโชติ (วัชรพุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 35) ที่ได้ให้ข้อคิดไว้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนก็คือ การเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในหลักการของวิธีคิดเป็นชีวิตแบบประชาธิปไตย เรียกว่า "สัญญาธรรม" นอกจากนี้ การสอนแบบนี้ยัง เน้นการ เรียนรู้ที่ เริ่มต้นจากการแสวงหาคำตอบไปสู่การค้นพบหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เป็นวิทยาศาสตร์ และสรุปลงด้วยการนำเอาหลักเกณฑ์นั้น ๆ มาใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงในรูปของประยุกต์วิทยาอีกด้วย

กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะ

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และ ละออ แสนศักดิ์ (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และ ละออ แสนศักดิ์ 2524 : 193) ให้ความเห็นว่า กิจกรรมสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบ่งเป็นสามขั้นตอน คือ

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางในจังหวะที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยฝึกและปลุกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น บอกรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ และลงมือ ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะจะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกผู้เรียนในแง่ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาเชื่อว่า เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนั้นยังฝึกผู้เรียนให้รู้จักการทำงานเป็นกลุ่มเป็นผู้นำ และผู้ตามที่ดีในบางโอกาส แม้ว่าการทดลองจะเป็นหัวใจของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม แต่ในบางกรณีก็ไม่สามารถทำการทดลองในห้องเรียนได้ด้วยเหตุผลบางประการ เช่น ความปลอดภัย ความพร้อมในก้านอุปกรณ์ที่ยุ่งยากซับซ้อน และราคาแพง

ซึ่งจากคำในเรื่อง เวลา และอื่น ๆ ในกรณีเช่นนี้เราอาจจะใช้ข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทดลองแล้ว มาใช้ประโยชน์ในการสอนแบบสืบเสาะหากความรู้ โดยการอภิปรายเพื่อนำไปสู่ผลการสรุป หรืออาจจะใช้แบบจำลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะนำไปสู่การอภิปรายสรุปผลการทดลอง ในที่สุด และ ประวิทย์ ชูเกียรติ (ประวิทย์ ชูเกียรติ 2524 : 5 - 6) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทั้งความรู้ ทักษะ และ เจตคตินั้น วิธีหนึ่งก็คือ วิธีสอนแบบสืบเสาะหากความรู้ หรือวิธีสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) หรือ (Inquiry Approach) ซึ่งจะสอดคล้องกับลักษณะของเนื้อหาวิชาใน แบบเรียนที่มีการทดลอง หรือต้องอาศัยผลการทดลองนำเข้าสู่การเรียนรู้ กฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ ลักษณะของแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ที่ให้ความสำคัญสอนไว้ด้วย ในแบบเรียนจึงไม่มีผลการทดลองหรือข้อสรุปไว้ให้ ผู้เรียนต้องค้นคว้าหรือรวบรวมข้อมูลจาก ปฏิบัติการทดลองแล้วนำผลไปสรุปเป็นข้อเท็จจริง หลักการ ทฤษฎี หรือกฎด้วยตนเอง บทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอน เนื้อหาที่มีการทดลองจะมีอยู่สามตอน คือ

ตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-lab Discussion)

ผู้สอนต้องพยายามเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็น คิด สงสัย หรือแนะแนวทางเพื่อผู้เรียนจะได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไป ตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการทำการทดลอง อาทิเช่น ควรทำอะไรก่อน หรือไม่ควรทำอะไร ตลอดจนเตือนเรื่องความปลอดภัย เป็นต้น

ตอนที่ 2 การให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period)

ผู้สอนต้องคอยดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน และเป็นที่ยอมรับอยู่ด้วย มิใช่ปล่อยให้ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองกันตามลำพังฝ่ายเดียว

ตอนที่ 3 การอภิปรายภายหลังการทดลอง (Post-lab Discussion)

ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองที่รวบรวมได้ในตอนที่ 2 สรุปเป็นกฎ เกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ รวมถึงการอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วยคำถามต่าง ๆ ที่

ผู้สอนใช้ในตอนนี้ นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนสรุปผลการทดลอง ได้แล้ว ยังจะช่วยให้ผู้เรียน เกิดความอยากรู้ อยากเห็น ปีแนวความคิดกว้างขวางยิ่งขึ้น และมองเห็นกระบวนการ เรียนรู้ อย่างที่นักวิทยาศาสตร์ เรียนรู้ว่า เร็วแล้ว เหล่านั้นมาได้อย่าง ไร อีกด้วย

ประเภทของการสอนแบบสืบเสาะ

อนันต์ จันทกรวี (อนันต์ จันทกรวี 2523 : 6) ได้แบ่ง การสอนแบบสืบเสาะ เป็นสามประเภท คือ

1. Active Inquiry นักเรียนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิด ค้นคว้า
หาความรู้
2. Passive Inquiry ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิด ค้นคว้า
หาความรู้
3. Combine Inquiry ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิด
การคิด ค้นคว้าหาความรู้

หลักจิตวิทยาที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะ

ธีระชัย ปุณฺณโชติ (ธีระชัย ปุณฺณโชติ 2516 : 34) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยา ที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะไว้ดังนี้

1. การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการ เรียนให้มากที่สุดถือว่าเป็นฝ่ายรับแต่ผู้เดียว
2. การ เรียนรู้จะ เกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อมีการ กระตุ้นให้อยากเรียน ไม่ใช่การ บังคับ และช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จมากกว่าความล้มเหลว
3. วิธีสอนที่ทำให้ผู้เรียนคิดเป็น และมีความริเริ่มสร้างสรรค์ก็คือ ให้โอกาส แก่ผู้เรียนได้ใช้ความคิด และแสดงออกถึงความริเริ่มสร้างสรรค์ของตนในโอกาสต่าง ๆ กัน

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หรืออาจจะ เรียกว่า การสอนแบบสืบเสาะหรือการ สอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งคำทั้งหมดข้างนี้ก็มีความหมายว่า

เป็นการ เรียบการ สอนที่ผู้สอนจัดสภาพหรือสถานการณ์ แม้แต่การใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียน สามารถประสบความสำเร็จในการ เรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยช่วยเหลือกระตุ้น และแนะนำทางให้เมื่อผู้เรียนต้องการ ทั้งนี้กระบวนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ จะมี สามขั้นตอน คือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการ อภิปรายผล หลังการทดลอง สำหรับขั้นตอนการอภิปรายผลหลังการทดลองนี้ว่ามีบทบาทสำคัญต่อการสรุปผล การทดลอง เพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์ ทฤษฎี และหลักการ ดังนั้น วิธีสอนแบบสืบเสาะในชั้นสรุปผล การทดลองที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Active Inquiry, Passive Inquiry หรือ Combine Inquiry ย่อมมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความ สำเร็จในการ เรียนของผู้เรียน

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง

ความหมายของการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง

กอนบิว (Kornbau 1977 : 7662 - 1, 46) ได้ให้ความหมายของคำว่า Discovery ในการเรียนการสอนว่า เป็นวิธีสอนที่นำมาใช้เพื่อเน้นตัวผู้เรียนเป็นหลัก โดยให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติการจริง จุดสำคัญอยู่ที่เน้นการ เรียนของนักเรียนมากกว่าการสอน ของครู นั่นคือ ครูไม่ใช่ผู้สอนอยู่ตลอดเวลา แต่นักเรียนจะเป็นผู้รู้ด้วยตนเอง โดยปีครูเป็น เพียงผู้ช่วยเหลือเท่านั้น

ลักษณะของการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง

พรพนทิพย์ บ้ามกี (พรพนทิพย์ บ้ามกี 2520 : 25) ได้กล่าวถึงลักษณะของ วิธีสอนแบบค้นพบไว้ดังนี้

1. ผู้สอนควรพุดให้นักเรียนทักเสมอ
2. ผู้สอนคอยลง เสริมนักเรียนทดลองเวลา
3. ผู้สอนเอาคาคอบมาประกบทุกตั้ง ถูกและผิดเสมอกัน

4. ผู้สอนปฏิบัติตัวเล็กเหมือนลูกคนหนึ่ง
5. ส่งเสริมการปฏิบัติต่อกันระหว่างนักเรียน

ปรีชา วังกะฮาด (ปรีชา วังกะฮาด 2524 : 13 - 14) อ้างถึงความคิดเห็นของ บิ๊กส์ (Biggs) ที่ได้แบ่งลักษณะของวิธีสอนแบบค้นพบตามกระบวนการของวิธีสอนออกเป็นห้าแบบ คือ

1. Fortuitous คือ วิธีสอนที่ผู้เรียนไม่ได้รับการชี้แนะจากครูเลยเป็นการค้นพบของผู้เรียนโดยบังเอิญ การค้นพบชนิดนี้ถือว่าให้แรงจูงใจสูงสุด
2. Free and Exploratory เป็นวิธีสอนที่ครูจัดเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นให้ ไม่มีการซักถาม นักเรียนอาศัยสิ่งที่ครูเตรียมไว้เพื่อการค้นพบ
3. Guided Discovery เป็นวิธีสอนที่ครูจัดเตรียมคำถามนำเพื่อการค้นพบของนักเรียน คำถามน่าจะเป็นในลักษณะคำถามแบบปลายเปิด และบางครั้งคำถาม อาจจะเป็นลักษณะการชี้แนะ (Guided)
4. Directed Discovery เป็นวิธีสอนที่ครูชี้แนะแนวทางเพื่อการค้นพบในสิ่งที่ต้องการ โดยตลอดด้วยการใช้คำถาม ซึ่งคำถามเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนก้าวไปตามลำดับขั้นจนสู่การค้นพบ
5. Programmed Discovery เป็นวิธีสอนที่ลักษณะของกระบวนการสอนคล้ายกับบทเรียนแบบโปรแกรม

ข้อดีของการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง

ทั้งนี้ พรณี ชูหทัย (พรณี ชูหทัย 2522 : 167 - 175) ได้สรุปความคิดเห็นของบรูเนอร์ (Bruner) คอบบัส (Cobbs) และ สนิชซ์ (Snygg) ซึ่งได้กล่าวถึงส่วนดีของการสอนแบบ Discovery ไว้ดังนี้ คือ

1. ช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านสติปัญญาความคิด
2. การเรียนชนิดนี้ก่อให้เกิด Intrinsic Motivation

3. การเรียนชนิดนี้สอนให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้ Discovery คล้ายกับ Inquiry ซึ่งสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาโดยทั่ว ๆ ไปได้อย่างดี
4. การเรียนชนิดนี้ช่วยให้จำสิ่งที่เรียนไปได้นาน เพราะนักเรียนเป็นผู้รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ด้วยตนเอง และรู้วิธีหาข้อมูล
5. เป็นช่องทางนำไปสู่ Intuitive Understanding ซึ่งความเข้าใจจะช่วยให้นักเรียนเป็นคนมี Self Confidence, Self Reliance และ Self Adequacy
6. ทำให้เกิด Insight
7. นักเรียนสนุกที่จะ ได้มีส่วนร่วมในการศึกษากันนอกรั้วห้องเรียน
8. นักเรียนได้รับการ Motivate สูง สามารถทำคะแนนได้สูง ไม่ว่าจะ เป็นแบบทดสอบชนิดใด .

ข้อจำกัดของการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง

พรพนทิพย์ มั่นเมธี (พรพนทิพย์ มั่นเมธี 2520 : 25) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบทางแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านดังนี้ คือ

1. เพียเจต์ (Piaget) เห็นว่าการสอนนักเรียนในวัย Formal Operation หรือนักเรียนในชั้นประถมศึกษา และมัธยมศึกษา ควรใช้ Discovery สำหรับวิชาที่ใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน ส่วนวิชาใดที่ไม่เหมาะกับการใช้ Discovery ก็ใช้ Deductive โดยการบรรยาย
2. ออซูเบล (Ausubel) การสอนนักเรียนที่มีอายุเกิน 11 หรือ 12 ปีขึ้นไป โดยใช้ Discovery เป็นการเสียเวลา เพราะนักเรียนวัยนี้สามารถเข้าใจเรื่องราวการอธิบายต่าง ๆ ได้อย่างดี ฉะนั้น Exposition จึงเหมาะสมกว่า
3. นักจิตวิทยากลุ่ม Cognitive-field เห็นว่าการสอนแบบ Discovery เหมาะสำหรับนักเรียนที่เฉลียวฉลาดมีความเชื่อมั่นในตนเอง และมีแรงจูงใจสูง ไม่เหมาะสำหรับนักเรียนอายุน้อย เพราะวัยเด็กมีลักษณะ Ego Centric ทำให้ได้ประโยชน์ไม่เป็น

นอกจากนั้นยังไม่เหมาะสำหรับนักเรียนที่ช้า เพราะเมื่อเห็นเพื่อนในห้องทำได้ จะทำให้
เด็กเกิดความท้อถอย

หึ่งมี สุมิตร กุณานุกร (สุมิตร กุณานุกร 2523 : 142) กล่าวถึงข้อจำกัด
ของวิธีสอนแบบค้นพบ สรุปได้ คือ

1. ใช้เวลามาก ซึ่งบางครั้งอาจจะไม่คุ้มกับประโยชน์ที่ได้รับ ปัญหา
เกิดขึ้นเมื่อมีนักเรียนค้อยทางสภาพแวดล้อม หรือเรียนช้ากว่าปกติ
2. ผู้สอนรับภาระหนักและต้องมีความสามารถในการนำกลุ่มนักเรียนให้มีการ
อภิปรายกันอย่างทั่วถึง

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบค้นพบ ทำให้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสอนแบบ
ค้นพบเป็นการสอนที่ผู้สอนให้คำแนะนำอย่างมีขอบเขต หรือแทบจะไม่มีการให้คำแนะนำเลย
โดยผู้สอนอาจจะเป็นผู้ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนไปสู่การแก้ปัญหาด้วยตนเอง เกือบเรียกว่า
ใจนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Child Centered) แต่ถ้านักเรียนสามารถค้นพบได้สำเร็จ
จะมีความสามารถในการจา การคิด ค้นคว้า แก้ปัญหา ตลอดจนการทำแบบทดสอบใ้คะแนนสูง
ปัญหา คือ การจะประสบความสำเร็จของการสอนแบบค้นพบขึ้นอยู่กับความพร้อมของนักเรียน
และการเตรียมพร้อมของผู้สอนที่จะจัดสถานการณ์ให้นักเรียน ทั้งนี้ การให้นักเรียนสรุปผล
การทดลองด้วยตนเองจึงนับได้ว่าเป็นวิธีการให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง วิธีการสอน
ในขั้นสรุปผลการทดลองเช่นนี้อาจจะเรียกได้ว่าเป็น Active Inquiry ซึ่งครูจะต้องจัด
กิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง และขั้นปฏิบัติการทดลอง เพื่อเป็น
จุดเริ่มต้นของปัญหาที่จะให้นักเรียนค้นพบคำตอบได้ด้วยตนเอง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบบรรยาย

ความหมายของการสอนแบบบรรยาย

ชูชาติ เริงฉลาก (ชูชาติ เริงฉลาก 2521 : 61) ให้ความหมายการสอน
แบบบรรยายว่า เป็นการสอนที่ผู้สอนต้องเป็นผู้เฝ่ศึกษาหาความรู้ และอธิบาย (Explaining)

และบอก (Telling) ความรู้ให้แก่ นักเรียน ส่วนนักเรียนเป็นผู้ฟัง และจดบันทึก

หลักการสอนแบบบรรยาย

พรวดี ชูทัม (พรวดี ชูทัม 2522 : 170) อ้างถึงหลักการบรรยายของ ออซูเบล (Ausubel) โดยกล่าวว่า การสอนแบบบรรยายจะช่วยให้ นักเรียนแก้ปัญหาได้ นั่นคือ ครูจะต้องให้หลักการ (Principle) และวิธีการแก้ปัญหา (Scientific Method) ซึ่งเป็นการสอนที่เรียกว่า Deductive Teaching ซึ่งหมายถึงการสอนที่เริ่มจากาก นิยาม (Definition) หรือหลักการ (Principle) ไปหาคำตอบที่ต้องการ เป็นวิธีการที่ครูเสนอเนื้อหาที่จะเรียนทั้งหมดให้กับนักเรียน โดยที่นักเรียนไม่ต้อง ไปศึกษาสารวจตามสภาพ และ คอเนย์ (Cooney) ได้กล่าวถึงหลักการ สอนของวิธีสอนแบบบรรยาย ดังนี้

1. ชั้นแนะนำ (Introduction Moves) ชั้นนี้เป็นชั้นที่ผู้สอนเป็นผู้ชี้ให้นักเรียน เห็นความสำคัญของปัญหา และอธิบายวัตถุประสงค์ของ เนื้อหาที่สอน
2. ชั้นอธิบาย (Assertion Moves) ชั้นนี้ผู้สอนจะเป็นผู้อธิบาย หรือ ออกกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนทราบ
3. ชั้นยกตัวอย่าง (Instantiation Moves) ชั้นนี้ผู้สอนเป็นผู้ยกตัวอย่าง ประกอบการอธิบายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น อาจจะเป็นตัวอย่างเดี่ยวหรือหลายตัวอย่าง ก็ได้
4. ชั้นนำไปใช้ (Application Moves) เป็นชั้นที่ผู้สอนพยายามให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด หรือคอมปัญหาโดยการนำข้อมูลสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้
5. ชั้นตอนการอธิบายโดยการตีความ (Interpretation Moves) ในบางครั้งจะมีนักเรียนบางคนไม่เข้าใจ Concept บาง Concept อาจจะมีข้อสงสัย ผู้สอนจะใช้วิธีอธิบายใหม่ ๆ
6. ชั้นยกตัวอย่างตรงข้าม (Counter Example Moves) เรามักจะพบว่า ผู้สอนมักจะใช้ขั้นตอนการยกตัวอย่างตรงข้ามในการสอนข้อสรุป หรือกฎทางคณิตศาสตร์ในการแสดงผลสรุปที่ไปเป็นจริง

7. ขั้นตอนการให้เหตุผลแล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์ (Justification Moves)
คือการให้เหตุผลข้อสรุป หรือกฎเกณฑ์ที่เป็นจริง

ข้อดีและข้อเสียของการสอนแบบบรรยาย

ประยูร อาษานาม (ประยูร อาษานาม 2520 : 19) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบบรรยายว่า

1. ผู้สอนสามารถบรรยายสิ่งที่ต้องการได้ตามวัตถุประสงค์
2. การบรรยายกระชับได้ในเวลาจำกัด และสอนเนื้อหาได้มากกว่าวิธีสอนแบบอื่นและได้สรุปถึงข้อเสียของการสอนแบบบรรยายไว้ดังนี้

1. ผู้สอนผูกขาดกิจกรรมส่วนใหญ่ในห้องเรียน
2. นักเรียนไถ่แก่งฟังและจดบันทึก ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

สรุปรวมจากเอกสารที่ผู้วิจัยค้นคว้าได้ใจความว่า การสอนแบบบรรยายเป็นวิธีสอนที่ผู้สอนจะต้องเป็นผู้เสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนโดยการบอกหรืออธิบาย บกทิวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนได้ข้อมูลตามที่ต้องการ ซึ่งไม่ใช่วิธีที่ดีนักสำหรับการเรียนการสอน เพราะไม่ได้เป็นการฝึกให้นักเรียนค้นคว้าหรือคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาได้ แต่ก็เป็นวิธีเหมาะสมสำหรับบางเนื้อหา และการสอนความรู้ที่เกินกว่ายาก ใช้เวลามาก ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้การบรรยายในขั้นสรุปผลการทดลอง โดยการบอก บรรยาย สรุปโดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ออกจากการอภิปรายก่อนการทดลองและผลจากการปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสอนในขั้นสรุป

อชิษฐ์ กสิ์สุนทร (อชิษฐ์ กสิ์สุนทร 2518 : 8) กล่าวว่า การสรุปบทเรียนเป็นขั้นตอนสำคัญอันหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอน การสรุปบทเรียนที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถรวบรวมความคิด ความเข้าใจของตนเองในสิ่งที่เรียนมาแล้วได้ถูกต้อง

ซึ่งอาจจะเป็นการรวบหรือสรุปหลักเกณฑ์ หรือข้อเท็จจริงหรือแนวความคิดสำคัญ จาก ประสิทธิภาพในการ เรียนการสอนแต่ละครั้งไว้ได้ การสรุปบทเรียนดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียน มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถศึกษาต่อไปในชั้นสูงได้ จะเป็นผลเมืองที่มีคุณภาพของประเทศต่อไป

วิชัย กิสสระ และกนวัน ๆ (วิชัย กิสสระ และกนวัน ๆ 2519 : 82 - 83) ให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะการ สรุปบทเรียน (Closure) ดังนี้ คือ

การสรุปบทเรียน หมายถึง การรวบรวมใจความหรือเนื้อเรื่องที่สำคัญ ๆ ที่ผู้สอน ต้องการจะให้ นักเรียน เข้าด้วยกัน เพื่อช่วยให้ นักเรียน เข้าใจบทเรียนตามลำดับขั้นตอนที่ถูกต้อง และสมบูรณ์แล้ว โดยทั่ว ๆ ไปการสรุปบทเรียนจะทาหลังจากที่ครูสอนจบบทเรียนแล้ว

การสรุปบทเรียนมักทำกันอยู่สองแบบ คือ

1. การสรุปเรื่องหรือใจความที่สำคัญเข้าด้วยกันเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ขึ้น (Cognitive Closure) ตลอดจนเป็นการ เชื่อมความรู้เก่า กับใหม่เข้าด้วยกัน

2. การ สรุปแนวความคิดเห็นของ นักเรียนที่เกี่ยวกับบท เรียน (Social Closure) ในแง่ที่เกี่ยวกับความสำเร็จในการ เรียน ตลอดจนปัญหาหรืออุปสรรคที่ประสบ ในการ เรียนเพื่อจะได้เป็นแนวทางให้นักเรียนได้เฝ้าระวังตัวต่อไป

สิ่งสำคัญในการสรุปบท เรียนที่ครูควรจะต้องระจึกถึงก็คือ

1. ผู้สอนจะต้องรู้ว่าบทเรียนจะจบลงใลักษณะอย่างไร เพื่อจะได้สรุปบทเรียน ได้ถูกต้อง

2. ผู้สอนจะต้องรู้ว่าใจความสำคัญของ เรื่องนั้นมีอะไรบ้าง

3. ผู้สอนจะสรุปเรื่องให้นักเรียนได้เรียนมาแล้วเข้าด้วยกันอย่างไร

4. การสรุปบทเรียนจะต้องน่าสนใจ เช่น การไว้ความรู้ที่เรียนมาคิดเกี่ยวกับ ปัญหาที่พบใหม่

ประโยชน์ของการสรุปบทเรียน

1. ประมวลเรื่องราวที่สำคัญที่ได้เรียนไปแล้วเข้าด้วยกัน
2. เชื่อมโยงกิจกรรมการเรียนการสอนเข้าด้วยกัน
3. รวบรวมความสนใจของนักเรียนเข้าด้วยกันอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะจบบทเรียน
4. สร้างความเข้าใจในบทเรียนให้ดีขึ้น
5. ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน

กึ่งฟ้า สินธุวงศ์ (กึ่งฟ้า สินธุวงศ์ 2525 : 113) กล่าวว่า ชั้นสรุปเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนเป็นผู้สรุปตามความเข้าใจของตนเอง แล้วผู้สอนจึงช่วยเสริมประเด็นใหญ่ให้เกิดขึ้น เกิดมโนคติและหลักการที่ชัดเจนในตอนท้าย

ในการดำเนินการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์อาจใช้วิธีการเหล่านี้ในการสรุปบทเรียน

1. นักเรียนสรุปจากรายงานผลการอภิปรายกลุ่มย่อยของผู้แทนกลุ่มต่อชั้นเรียนหลังจากที่ผู้เรียนเสร็จสิ้นการร่วมกิจกรรมอภิปรายกลุ่ม
2. เสนอรายงานการทดลองต่อชั้นเรียน หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองที่ได้รับมอบหมาย
3. การถามและตอบปัญหาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ต้องการหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการสังเกตและการสาธิต
4. ผู้สอนบรรยายสรุปบทเรียนด้วยตนเอง

จะเห็นได้ว่า การสรุปบทเรียนในแต่ละวิชาแต่ละชั่วโมงของการสอนมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนที่จะส่งผลการเรียนในชั่วโมงต่อไปด้วย เพราะว่าเป็นความรู้พื้นฐานของการเรียนในครั้งถัดไป ถ้าผู้เรียนสามารถสรุปความสำคัญของกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างสมบูรณ์ การสรุปผลหลังการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ก็อยู่ในลักษณะคล้ายกับการสรุปบทเรียนสำหรับวิชาอื่น ๆ คือ ผู้เรียนจะต้องพยายามเก็บรวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์โดยอาศัยทักษะต่าง ๆ เพื่อจะได้สามารถสรุปผลการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาวิธีการสรุปผลการทดลองอันจะส่งผลกระทบต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการพยากรณ์, การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ตระหนักถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงความคิดเห็นและให้ภาพขยายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

พจน์ สะเพียรชัย (พจน์ สะเพียรชัย 2517 : 49 - 51) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหลายเป็นทางผ่านของความรู้ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ
2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือ เพื่อหาความรู้หรือข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และเจือจกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการทดลอง ตลอดจนรู้จักรักษาเครื่องมือที่ใช้แล้วให้อยู่ในสภาพที่ดี รวมทั้งเมื่อใช้เครื่องมือใดก็ควรรู้วิธีการรักษาความปลอดภัยทั้งตนเอง และความปลอดภัยของเครื่องมือด้วย
3. ทักษะในการบันทึกข้อมูล และสื่อความหมาย เมื่อนักเรียนสังเกต และใช้เครื่องมือวัดแล้ว นักเรียนต้องรู้จักจดบันทึก มีความถ่องแท้ชัดเจน ใจในการจดบันทึกข้อมูล ตลอดจนสามารถถ่ายทอดข้อมูลให้มีความหมาย และจัดระบบหรือวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการแปลความหมายให้ชัดเจนแจ่มแจ้งปราศจากอคติ
4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ทักษะในการนำข้อมูลที่จดบันทึกได้มาวิเคราะห์แบบเสียใหม่ เพื่อให้มีความหมายและง่ายแก่การเข้าใจ อาจจะเป็นการย่อข้อมูลดิบ จัดหมวดหมู่ ถ่ายทอดเป็นกราฟต่าง ๆ หรือแผนภูมิ หรือสรุปข้อมูลในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูล และการสรุป หมายถึง ความสามารถในการตีความขยายความ และสรุปผลจากข้อมูลที่วิเคราะห์ แล้วให้เป็นภาษาที่รัดกุมถูกต้อง ไม่คลุมเครือ

6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดแก้ปัญหาเฉพาะกาลของปัญหาที่ต้องการจะทดลอง หรือพิสูจน์โดยการค้นคว้าทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบแผนและดำเนินการทดลอง หมายถึง ทักษะในการวางแผนแผนการทดลอง และควบคุมการทดลอง ได้อย่างเหมาะสม เลือกแบบแผนการทดลอง ได้ดี เหมาะสม สะดวกในการปฏิบัติ ง่ายแก่การดำเนินการ ตลอดจนประหยัดเวลา กำลัง และเงินทองด้วย ผู้ที่มีทักษะในการเลือกแบบแผนการทดลองนี้จะใช้การทดลองที่ง่าย ประหยัดและได้ผลมาก

8. ทักษะในการศึกษาคำนวณเนื่อง จากข้อมูลที่ได้จากกรทดลองในทางวิทยาศาสตร์ นั้นมักจะ เป็นตัวเลข จึงมีความจำเป็นอีกประการหนึ่งที่นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการศึกษาคำนวณ เพื่อเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้มาซึ่งค่าต่อม หรือการแก้ปัญหาของการทดลองได้

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เช่น ทิศทาง ขนาด รูปร่าง พื้นที่ เวลา เป็นต้น

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2520 : 1 - 12) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็นเก้าทักษะ ดังนี้ คือ

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า สังเกตปรากฏการณ์ และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างละเอียดถูกต้อง และรวดเร็ว (และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไรก็รายงานอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิม มาสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย)

2. ทักษะในการเลือกจะใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือใช้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือนั้นในการทดลอง ใ้ได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว รวมทั้งการอ่านหรือประมาณค่าที่ได้จากการวัดนั้นใ้ได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียง

3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกต และการทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างมีระเบียบ จะช่วยให้ได้หลักฐานสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป การให้นิยามรวมทั้งการรายงานด้วยปากเปล่า โดยใช้ภาษาที่กระชับรัดกุมเข้าใจง่าย ถือเป็นทักษะในการสื่อความหมายอีกด้วย

4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือแก้ปัญหาซับซ้อนมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้ อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนกหรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตาราง แผนภูมิ หรือสมการทางคณิตศาสตร์

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล และรวดเร็ว

6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเน ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล และอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีทดลอง และทำการทดลอง มีสู่จับสมมติฐาน หรือตอบปัญหาข้อข้องใจ

8. ทักษะในการศึกษาคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการศึกษาคำนวณหรือแปลความหมายของจำนวนต่าง ๆ ใ้ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เกี่ยวกับ สถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่ และเวลา เป็นต้น

แต่ปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สสวท.) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป หักกะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เอกสาร โรเนียว : 1 - 12) ได้เน้นห้กษะกระบวนการ ตามแนวของ American Association for the Advancement of Science)

โดยแบ่งเป็น 13 ห้กษะ คือ

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือ หลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับ วัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดย ไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็นสามอย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดห้กษะแล้ว คือ

1. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใด อย่่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ

3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ใ้ค้อย่าง ถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใ้เครื่องมือใ้ค้อย่างถูกต้อง เหมาะสมในการวัดด้วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดห้กษะแล้ว คือ

1. เลือกหน่วยกลางใ้ค้เหมาะสมกับสิ่งที่จะใ้วัด

2. เลือกเครื่องมือที่ เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัดใ้ค้

3. วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุนหภูมิ ปริมาตร

และน้ำหนัก ฯลฯ ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

3. การจาแนกประเภท หมายถึง การจักแบ่ง หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งใ้ อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจักแบ่ง เกณฑ์ค้กกล่าวอาจจะ

ใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. เรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
2. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือจำแนกได้
3. ตั้งเกณฑ์ในการ เรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งเรียงลำดับหรือจำแนกได้
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบที่หรือกินที่ ซึ่งจะมีรูปร่าง เช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของอีกวัตถุหนึ่ง โดดแก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาว่า เป็นซ้าย ขวา ของกันและกันอย่างไร

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลาก็คือ หาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปเป็นเวลา 10 วัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. วาดรูปมิติ จากรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
2. วาดรูป 3 มิติ จากรูป 2 มิติ ที่กำหนดให้ได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้
4. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายและขวาของกันและกันอย่างไร
5. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางของอีกวัตถุหนึ่ง
6. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึง การหาจำนวนที่ได้จากการ สังเกต การวัด และ

การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

ความสามารถที่บอกว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยจากตัวเลขที่มีอยู่แล้วในข้อมูลได้

6. การ จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการ สังเกตการวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหา ความถี่ การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ เลือกรูปแบบของการ เสนอข้อมูล ได้เหมาะสม

การสื่อความหมายข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอหรือ แสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นก็ขึ้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถเขียนตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย ฯลฯ

7. การลงความึกเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการ สังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ อธิบาย หรือสรุปเกินข้อมูลที่ ได้จากการ สังเกตโดยตรง โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบาย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคาดบ่งหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัย ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ใช้ข้อสรุปจากการทดลองที่ได้ทำมาแล้ว คาดคะเนคำตอบ ในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้ทดลอง

2. ใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่ได้ทำการ ทดลอง เป็นที่ยอมรับแล้วคาดคะเนคำตอบอื่น ๆ ในเรื่องนั้นยังไม่ได้ทดลอง

9. การกึ่งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปจากตัวอย่างหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็น กฎ หลักการ ฯลฯ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. สรุปจากตัวอย่างหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม

2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

10. การนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมาย และขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่ยังไม่ต้องการศึกษา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. บ่งชี้ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

2. กำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่ จักกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ออกแบบการทดลองโดยกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม

2. เลือกเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้เหมาะสม

3. ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้

4. ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง ใ้ได้อย่างถูกต้อง
5. สังเกตผลการทดลอง โดยละเอียด โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไปลงความกึกเห็นส่วนตัว
6. จัดกระทำกับข้อมูลที่สังเกตได้ และ เลือกวิธีการที่เหมาะสมในการเสนอข้อมูล
7. บรรยายลักษณะและสมบัติ และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ใ้ถูกต้องและสรุปความถูกต้องของสมมติฐานได้

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

1. บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ (ได้จากการทดลอง)
2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ (ได้จากการทดลอง)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วผู้วิจัยมุ่งที่จะศึกษาทักษะที่จำเป็นในชั้นการสรุปผลการทดลอง คือ ทักษะการพยากรณ์, การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปโดยผู้วิจัยให้นิยามศัพท์เฉพาะตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดังนี้

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปจากตัวอย่างหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพบว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาทดลองกับชั้นการลงข้อสรุป ผลการทดลองน้อยมาก จะมีที่ใกล้เคียงกันดังนี้ คือ

สมชัย โกมล (สมชัย โกมล 2513 : 50 - 51) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การสอนเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" แบบสืบเสาะกับแบบบรรยายในชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการสอนเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนคารากาม สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ประจำปีการศึกษา 2515 จำนวน 377 คน นำนักเรียนมาจับคู่กันโดยใช้ เพศ อายุ และคะแนนระดับความสามารถทางปัญญาเป็นเกณฑ์ ในการจับคู่ได้ทั้งหมด 30 คู่ แยกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน สอนแบบสืบเสาะ และกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน สอนแบบบรรยาย

ผลการวิจัย พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ .05 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมยอดเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย และสัมฤทธิ์ผลการเรียนในแต่ละบทเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้พบว่าระดับความสามารถทางปัญญากับสัมฤทธิ์ผลการเรียนเรื่องแม่เหล็กและไฟฟ้า ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กันแต่ค่า คือ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .377

สัญญา ทิพย์เสนา (สัญญา ทิพย์เสนา 2517 : 55 - 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐานกับการสอนแบบเดิม โดยการทดลองสอนกับนักเรียนทุกระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม จำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่า

กลุ่มควบคุมมีระดับนัยสำคัญ .05

อุทัย ชีวะธนรักษ์ (อุทัย ชีวะธนรักษ์ 2517 : 40 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาปริญญาตรี วิทยาลัยนวมินทราชินูทิศ วิชาการศึกษาระดับปริญญาปีที่ 1 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้พบว่า ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงภายหลังจากการสอนสูงกว่าก่อนทำการทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519 : รายงานฉบับที่ 10) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ปี พ.ศ. 2503 กับนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ปี พ.ศ. 2518 ที่สร้างโดยสถาบัน และเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบของ IEA (The Internal Association for the Valuation of Education Achievement) นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ปี พ.ศ. 2518 มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ปี พ.ศ. 2503 และจากการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อทดสอบแล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรปี พ.ศ. 2518 มีความสามารถในการคิด การทดลอง การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาได้ดี

บังอร ศิลนะชัย (บังอร ศิลนะชัย 2523 : 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้พลังงานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะกับวิธีสอนแบบบอกให้รู้ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 โรงเรียนบุญวัฒนา อำเภอหนองบัวลำภู จำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 45 คน ให้เรียนโดยวิธีสืบเสาะ กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 45 คน

ใช้วิธีแบบบอกให้รู้ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสืบเสาะ กับวิธีบอกให้รู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนันต์ จันทร์ทวี (อนันต์ จันทร์ทวี 2523 : 113) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้จ่ายตามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในส่วนกลาง ปีการศึกษา 2522 จำนวน 1,237 คน ผลการวิจัยพบว่า ก่อนสอนและหลังสอนในเรื่อง ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูล และการสังขุดสรุป ไม่แตกต่างกัน แต่ผลการเรียน ในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกทักษะ) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านความเข้าใจและการนำไปใช้ พบว่าหลังสอนสูงกว่า ก่อนสอน

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการเรียนในด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

เชาวณี อชะวงค์ (เชาวณี อชะวงค์ 2525 : 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โยโย้แบบเรียงสาเร็จรูปวงนิกสื่อผสม และ ครูผู้ฝึก ซึ่งมีแผนการฝึก ลำดับขั้นตอนของการฝึกที่เหมือนกัน โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยา โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จำนวน 60 คน จับสลากเป็นห้องทดลอง โดยใช้การฝึกด้วยสื่อผสม 30 คน ห้องที่ครูเป็นผู้ฝึกเป็นห้องทดลอง 30 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียง สาเร็จรูปวงนิกสื่อผสม กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกจากครูผู้ฝึกมีผลสัมฤทธิ์ แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่าง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เป็นรายทักษะปีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แต่ประสิทธิภาพของแบบเรียนที่วิเคราะห์แล้ว มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กึ่งไว้เล็กน้อย คือ 91.67/84.57

สำหรับทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป กลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.46 และความแปรปรวน 1.00 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.26 และความแปรปรวน 1.08 เพื่อทดสอบทางสถิติ พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการแปลความหมายของข้อมูล และลงข้อสรุปไม่แตกต่างกัน

เนลสัน (Nelson. 1970 : 2262 - A) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยได้ครู 2 คน ใช้วิธีสอน 2 แบบ กับนักเรียนเกรด 6 2 ชั้น ชั้นแรกสอนวิธีไม่กระตุ้นให้คิด โดยใช้คำถามระดับต่ำเกี่ยวกับความรู้ความจำ ส่วนอีกชั้นใช้วิธีสอนกระตุ้นให้คิด โดยใช้คำถามเกี่ยวกับการสรุปอ้างอิงการพิสูจน์ สอนสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทั้งสองชั้นใช้การนำเข้าสู่การทดลอง และการทดลองด้วยวิธีเหมือนกันแต่จะต่างกันตรงตอนอภิปรายหลังการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มที่ไม่กระตุ้นให้คิดมีความรู้ทางหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ต่ำกว่ากลุ่มกระตุ้นให้คิด
2. กลุ่มที่กระตุ้นให้คิดมีการเพิ่มปริมาณและคุณภาพงานการสังเกต และการสรุปลงความเห็น มากกว่ากลุ่มไม่กระตุ้นให้คิด
3. กลุ่มที่กระตุ้นให้คิดมีการเพิ่มงานการสรุปลงความเห็น (ทั้งปริมาณและคุณภาพ) มากกว่ากลุ่มไม่กระตุ้นให้คิด

ปี พ.ศ. 1972 วิดเดน (Widdon. 1973 : 186 - A) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ (SAPA Science A Process Approach) โดยทดลองศึกษาชั้นครู 26 คน กับนักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 2 พวก คือ กลุ่มทดลอง ครูจะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมครูจะสอนตามหลักสูตรเดิม และครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์คะแนนนักเรียนก่อนทำการสอน และหลังทำการสอนในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม พบว่า หลักสูตร SAPA มีผลต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม และทักษะเหล่านี้จะมีผลต่อนักเรียนที่เรียนอ่อนมากกว่านักเรียนที่เรียนดี แต่ไม่มีผลต่อความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่อย่างใด จะพบว่าครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการที่ดีขึ้น

เกเบิ้ล และ รันบ่า (Gable and Rubba, 1977 : 503 - 511) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนและประสบการณ์การฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาแก่นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอินเดียนา (Indiana University) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ปีการศึกษา 1975 จำนวน 58 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู ซึ่งปรับปรุงโดย AAS จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า นักศึกษาคณะที่ได้รับ การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าครูสามารถจะฝึกให้มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เหล่านี้ได้ ถ้าได้รับการแนะนำทางทักษะในวิชาวิทยาศาสตร์

สรุปเอกสารอ้างอิงและผลการวิจัย

จากเอกสารและงานวิจัยทำให้พบว่า วิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง หรือที่เรียกว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry) จะทำให้ผู้เรียนได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ดี แต่วิธีบรรยายก็ยังมีความจำเป็น และมีประโยชน์สำหรับเนื้อหาวิทยาศาสตร์บางอย่าง และจากรายงานการวิจัยของ เนลสัน (Nelson) ซึ่งดำเนินการทดลองกับนักเรียนเกรด 6 ในชั้นการอภิปรายหลังการทดลองที่แตกต่างกันได้พบว่า การสอนในชั้นอภิปรายหลังการทดลอง โดยไร้คำถามเกี่ยวกับการสรุปอ้างอิงการพิสูจน์ จะทำให้ผู้เรียน

มีการเพิ่มทั้งด้านปริมาณ และคุณภาพด้านการสังเกต และการลงความคิดเห็นก็ถือว่า การใช้
 เวลาในระดับต่ำ แต่กลุ่มที่ใช้คำถามระดับต่ำมีความรู้ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่า
 กลุ่มที่ใช้คำถามเกี่ยวกับการสรุปอ้างอิง การพิสูจน์ ซึ่งทำให้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย
 ในครั้งนี้

สมมติฐานการวิจัย

1. สักส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการ
 ทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลองมีความแตกต่างกัน
2. สักส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตามทักษะการพยากรณ์ ระหว่างกลุ่มที่
 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียน
 กับครูช่วยกันสรุปผลการทดลองมีความแตกต่างกัน
3. สักส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตามทักษะการตีความหมายข้อมูล
 และการลงข้อสรุปประหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการ
 ทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลองมีความแตกต่างกัน

วิธีการในการทดลอง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมัธยม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 ซึ่งมี 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 114 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมัธยม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 จำนวน 90 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มทดลอง เพื่อเรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองต่างกัน คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 30 คน นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 30 คน ครูสรุปผลการทดลองให้

กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. ใช้วิธีสุ่มจากประชากร แบบ Simple Random Sampling โดยการจับสลาก เพื่อนามาเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 90 คน
2. ใช้วิธีสุ่มนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่าง แบบ Simple Random Sampling โดยการจับสลาก เพื่อเป็นตัวแทนในการทดลองด้วยการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองสามแบบคือ

- กลุ่มทดลองที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง
 กลุ่มทดลองที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้
 กลุ่มควบคุม นักเรียนกับครู ช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ใช้เวลาในการทดลอง เท่ากันโดยใช้เวลากลุ่มละสาม สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบการเรียนละ 60 นาที รวมเวลาในการทดลอง 12 คาบ และเวลาสอบอีก 2 คาบ เท่ากับ 14 คาบต่อหนึ่งกลุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างสื่อการสอนโดยยึดเนื้อหา และจุดประสงค์การสอนตามแบบเรียน และคู่มือครูวิทยาศาสตร์ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) แบ่งเนื้อหาที่ใช้ในการทบทวนวิจัยเป็นห้าตอน คือ

- ตอนที่ 1 วิศวกรรมการของการขนส่ง
- ตอนที่ 2 ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ
- ตอนที่ 3 หลักการของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะ
- ตอนที่ 4 แรงลอยตัวของยานพาหนะทางน้ำและทางอากาศ
- ตอนที่ 5 เครื่องมือสื่อสารที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร ซึ่งแบ่งออกเป็นสามแบบ คือ

- แบบที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง
- แบบที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้
- แบบที่ 3 นักเรียนกับครู ช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ผู้วิจัยสร้างแผนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

- 1.1 ศึกษาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และศึกษาข้อช่วยเนื้อหาวิชาจากคู่มือครูและหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 บทที่ 17 เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร
- 1.2 วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมสำหรับเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเพื่อจัดทำแผนการสอน
- 1.3 วางแผนการสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองที่ต่างกันดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองต่างกัน

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลอง	กลุ่มที่ 2 ครูสรุปผลการทดลอง	กลุ่มที่ 3 นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง
<p><u>ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง</u></p> <p>ครูใช้คำถามเพื่อเร้าให้นักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ระลึกถึงความรู้เดิม 2. ทบทวนความรู้พื้นฐาน 3. นำเข้าสู่ปัญหาและวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหา 4. ตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหา 5. ออกแบบการทดลองเลือกใช้อุปกรณ์บังคับตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และการควบคุมตัวแปร 	<p><u>ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง</u></p> <p>ครูใช้คำถามเพื่อเร้าให้นักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ระลึกถึงความรู้เดิม 2. ทบทวนความรู้พื้นฐาน 3. นำเข้าสู่ปัญหาและวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหา 4. ตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหา 5. ออกแบบการทดลองเลือกใช้อุปกรณ์บังคับตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และการควบคุมตัวแปร 	<p><u>ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง</u></p> <p>ครูใช้คำถามเพื่อเร้าให้นักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ระลึกถึงความรู้เดิม 2. ทบทวนความรู้พื้นฐาน 3. นำเข้าสู่ปัญหาและวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหา 4. ตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหา 5. ออกแบบการทดลองเลือกใช้อุปกรณ์บังคับตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และการควบคุมตัวแปร

ตาราง 1 (ต่อ)

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลอง	กลุ่มที่ 2 ครูสรุปผลการทดลอง	กลุ่มที่ 3 นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง
<p>6. ระวังความปลอดภัยและขอควรงัดเกดในการทดลอง</p> <p><u>ขั้นทดลอง</u></p> <p>1. นักเรียนดำเนินการทดลองโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาให้ขอแนะนำ</p> <p>2. นักเรียนบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง</p> <p><u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u></p> <p>นักเรียนตอบคำถามเอง ตามแนวค่อไปนี้</p> <p>1. ที่ ความหมายข้อมูล</p> <p>2. สรุปผลการทดลอง</p> <p>3. นาดลจากการทดลองไปใช้แก้ปัญหา</p>	<p>6. ระวังความปลอดภัยและขอควรงัดเกดในการทดลอง</p> <p><u>ขั้นทดลอง</u></p> <p>1. นักเรียนดำเนินการทดลองโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาให้ขอแนะนำ</p> <p>2. นักเรียนบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง</p> <p><u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u></p> <p>ครูนำผลที่ได้จากการทดลองมาอธิบายให้นักเรียนตามแนวค่อไปนี้</p> <p>1. ที่ ความหมายข้อมูล</p> <p>2. สรุปผลการทดลอง</p> <p>3. นาดลจากการทดลองไปใช้แก้ปัญหา</p>	<p>6. ระวังความปลอดภัยและขอควรงัดเกดในการทดลอง</p> <p><u>ขั้นทดลอง</u></p> <p>1. นักเรียนดำเนินการทดลองโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาให้ขอแนะนำ</p> <p>2. นักเรียนบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง</p> <p><u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u></p> <p>ครูใช้คำถามเพื่ออภิปรายร่วมกับนักเรียน ตามแนวค่อไปนี้</p> <p>1. ที่ ความหมายข้อมูล</p> <p>2. สรุปผลการทดลอง</p> <p>3. นาดลจากการทดลองไปใช้แก้ปัญหา</p>

2. สื่อการสอน ซึ่งผู้วิจัยสร้างโดยยึดจุดมุ่งหมายการ เรียนการสอนและเนื้อหาความ หลักศูตรวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร เพื่อประกอบการสอนแบบ สืบเสาะที่มีชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ชั้นปฏิบัติการทดลองเหมือนกันแต่จะต่างกันในการ อภิปรายผลการทดลอง โดยแบ่งเป็น 3 ลักษณะสำหรับแต่ละกลุ่มทดลอง คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

กลุ่มทดลองที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้

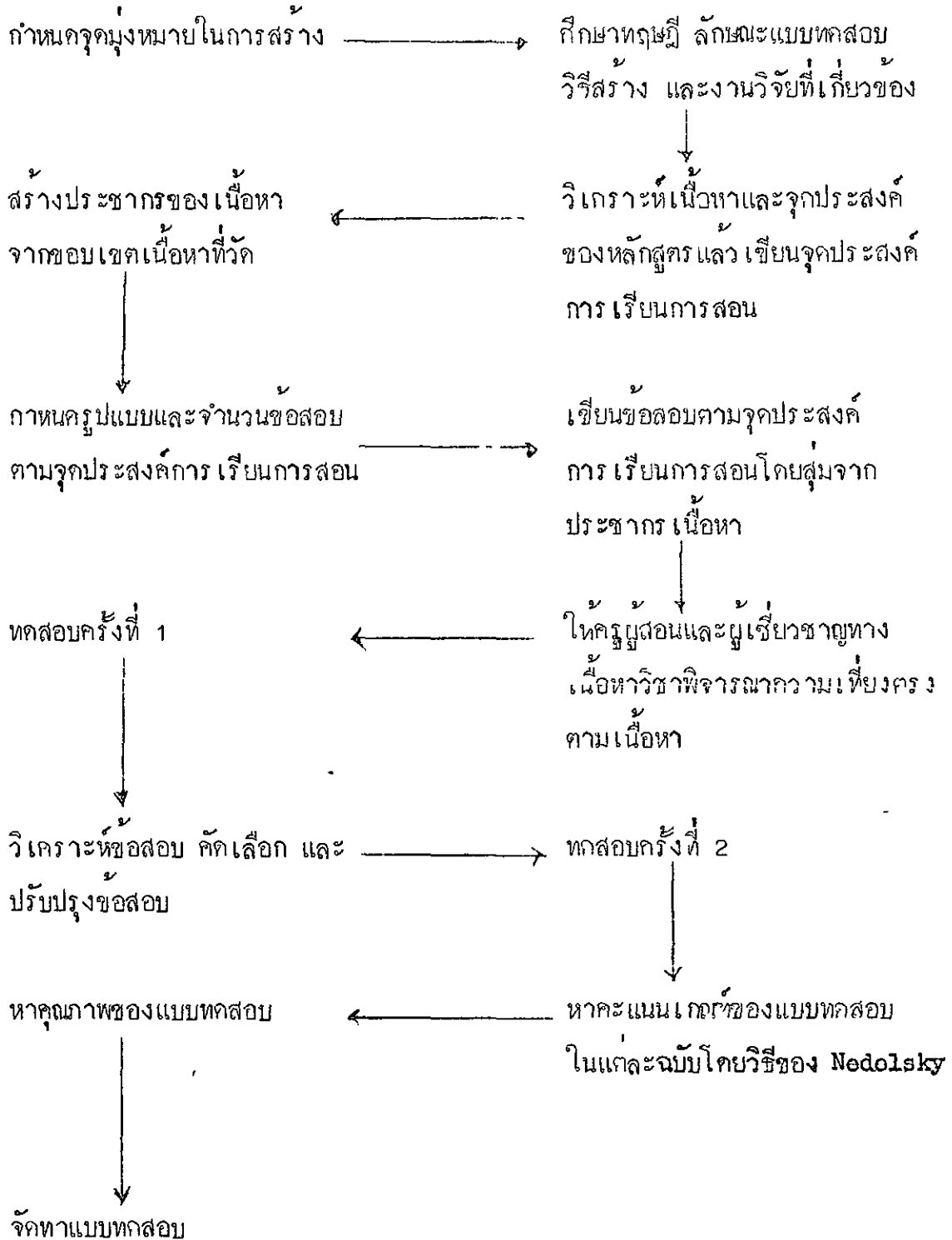
กลุ่มควบคุม นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างโดยยึด จุดมุ่งหมายการ เรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร จำนวน 74 ข้อ

4. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการพยากรณ์ จำนวน 8 ข้อ

5. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตีความหมายข้อมูลและ การลงข้อสรุปจำนวน 14 ข้อ

ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์



การประเมินผลข้อสอบ

1. ประเมินโดยใช้กลยุทธ์พินิจของผู้เชี่ยวชาญทางหลักสูตร 2 ท่าน และครูผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ (ว.306) 5 ท่าน เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องตามจุดประสงค์โดยใช้เกณฑ์ 80 เปอร์เซ็นต์
2. นำแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ในข้อ 1 ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหิดลวิทยานุสรณ์ จำนวน 83 คน ก็คัดเลือกข้อสอบโดยใช้สูตรวัดค่าความรอบรู้ และหาความน่าจะเป็นของข้อสอบเป็นรายข้อโดยใช้สูตร MB-Indcx (Modify Brennan Indcx) เพื่อเลือกข้อสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นตั้งแต่ .20 ขึ้นไป นำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ไปให้ครูผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.306) ที่วารณาตัวเลือกของข้อสอบแต่ละข้อเพื่อหาเกณฑ์ขั้นต่ำสุดของข้อสอบตามวิธีของ นีเดิลสกี (Nedelsky)

แผนดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัย คือ แบบ Experimental Group-Control Group Randomized Subjects (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ 2524 : 95)

ตาราง 2 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	การทดลอง	สอบหลัง
E_{R_1}	X_1	T
E_{R_2}	X_2	T
C_{R_3}	X_3	T

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนการวิจัย

X_1, X_2, X_3	แทน	การจัดกระทำแต่ละชนิด
E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
T	แทน	การสอบหลังการทดลอง
R_1, R_2, R_3	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม

วิธีการในการทดลอง

1. สุ่มนักเรียนจากประชากรทั้งหมด 114 คน โดยการจับสลากเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง 90 คน และสุ่มนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก
2. ดำเนินการสอนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองตามแผนการสอนกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองต่างกัน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้ง 3 กลุ่มด้วยตนเอง ในระหว่างวันที่ 9 มกราคม ถึงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2527

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการพยากรณ์ ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปโดยใช้สถิติ K -Sample Binomial Test for Equal Proportions (The Chi-square Test for k -Proportions) ของ คาร์ล เพียร์สัน (ทวี รื่นจินดา 2524 : 30)
2. ถ้าสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในข้อ 1 มีความแตกต่างกันจะเปรียบเทียบสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทีละคู่โดยใช้สถิติการเปรียบเทียบพหุคูณหลังการทดลองในสัดส่วนตัวอย่าง (Post Hoc Multiple Comparisons in Sample Proportions) (ทวี รื่นจินดา 2524 : 30 - 34)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ K-Sample Binomial Test for Equal Proportions (The Chi-square Test for K-Proportions) ของ การ์ด เพียร์สัน (ทวี รื่นจินดา 2524 : 30)

$$\text{สูตร } \chi^2 = \frac{1}{pq} \sum n_j (P_j - P)^2$$

เมื่อ P แทน สัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง
กับจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในกลุ่มตัวอย่าง

q แทน $1 - p$

n_j แทน จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มทดลอง

P_j แทน สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละกลุ่มการทดลอง กับจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มการทดลอง

การเปิดตาราง $\chi^2_{\alpha} (k - 1)$

เมื่อ k แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

α แทน ระดับนัยสำคัญ 0.5

2. สถิติทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์แต่ละคู่ (Post Hoc Multiple Comparisons in Sample Proportions) (ทวี รื่นจินดา 2524 : 30 - 34)

$$\text{สูตร } \psi = (P_i - P_j) \pm \sqrt{\chi^2_{\alpha} (k-1) \left(\frac{p_i q_i}{n_i} + \frac{p_j q_j}{n_j} \right)}$$

เมื่อ $\mu = \pi_i - \pi_j (i < j)$

P_i แทน สัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในกลุ่มทดลอง (1)
กับจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง (1)

P_j	แทน	สัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในกลุ่มทดลอง (j) กับจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง (j)
q_1	แทน	$1 - p_1$
q_j	แทน	$1 - p_j$
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง (1)
n_j	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง (j)

3. การหาคุนภาพของแบบทดสอบอิง เกณฑ์

3.1 หาจุดกั้ความรอบรู้ จากหลักของความกลาดเคลื่อนของการ เคา กังสูตร (บุญเชิด วิทยุโณนันตพงษ์ 2526 : 109)

$$\text{จุดกั้} = \frac{K}{2} \cdot (1/A) \left[K(A - 1) \right]^{1/2}$$

เมื่อ K แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ

A แทน จำนวนตัวเลือก

3.2 หาอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของเบรนแนน ซึ่งเรียกว่า คั้ค่าอำนาจจำแนกปีปรับปรุง (Discrimination Index - MB)

(บุญเชิด วิทยุโณนันตพงษ์ 2526 : 108)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B แทน คั้ค่าอำนาจจำแนกแต่ละข้อของข้อทดสอบชนิดอิง เกณฑ์

U แทน จำนวนนักเรียนที่รอบรู้คอบัญก

L แทน จำนวนนักเรียนที่ไม่รอบรู้คอบัญก

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มรอบรู้

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้

3.3 หาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบตามวิธีของนิตลชกั (บุญเช็ก
 ฎญฎอนันตพงษ์ 2526 : 165)

$$D = M_{FD} + \frac{KS}{FD}$$

เมื่อ D แทน คะแนนสอบผ่านขั้นต่ำ
 M_{FD} แทน ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นของการตอบถูก
 K แทน ค่าคงที่ กำหนดเท่ากับ 0.5 - 1.5
 S_{FD} แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการตอบถูก

3.4 หาสัมประสิทธิ์ของความสอคคลงแบบแบ่งครั้งฉบั ความวิธีของ
 บุญเช็ก ฎญฎอนันตพงษ์ (บุญเช็ก ฎญฎอนันตพงษ์ 2526 : 223)

$$B(P_o) = \frac{2P_o}{1 + P_o}$$

$$\text{เมื่อ } P_o = \sum P_{11}$$

P_o แทน คณัความสอคคลงที่ได้จาก Threshold
 Loss Function

P_{11} แทน สัคส่วนของความสอคคลงในการจาแนกความ
 รอบรู้-ไม่รอบรู้โกฎกคอง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการแปลความหมายของข้อมูล ดังนี้

เมื่อ	A	แทน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ
	N_j	แทน	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มทดลอง
	P	แทน	สัดส่วนของจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง กับจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในกลุ่มตัวอย่าง
	q	แทน	$1 - P$
	p_1, p_j	แทน	สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละกลุ่มการทดลองกับจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มการทดลอง
	q_1, q_j	แทน	$1 - p_1, 1 - p_j$

การวิเคราะห์ข้อมูล เสนอตามลำดับดังนี้

1. การเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง (กลุ่มทดลองที่ 1) กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ (กลุ่มทดลองที่ 2) และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง (กลุ่มควบคุม)

2. การเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านัดกันะการพยากรณ์ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง (กลุ่มทดลองที่ 1) กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ (กลุ่มทดลองที่ 2) และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง (กลุ่มควบคุม)

3. การเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านัดกันะการที่ความหมายขอมูล และการลงข้อสรุประหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง (กลุ่มทดลองที่ 1) กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ (กลุ่มทดลองที่ 2) และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง (กลุ่มควบคุม)

1. การเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านัดกันะการทางการเรียนนิตยาศาลตร์ ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง (กลุ่มทดลองที่ 1) กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ (กลุ่มทดลองที่ 2) และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง (กลุ่มควบคุม)

ตาราง 3 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านัดกันะการทางการเรียนนิตยาศาลตร์ของวิทยาลัยของวิทยาลัยของวิทยาลัย และวิทยาลัยของวิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่าง	N_j	A	P_j	p	q	χ^2
กลุ่มทดลองที่ 1	30	27	27/30	84/90	6/90	1.0672
กลุ่มทดลองที่ 2	30	29	29/30			
กลุ่มควบคุม	30	28	28/30			

$$df = 2, \alpha = .05, \chi^2 = 5.99$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 ปรากฏว่า สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุป ผลการทดลองที่แตกต่างกัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2. การเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านทักษะการพยากรณ์ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง (กลุ่มทดลองที่ 1) กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ (กลุ่มทดลองที่ 2) และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง (กลุ่มควบคุม)

ตาราง 4 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านทักษะการพยากรณ์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N_j	A	P_j	p	q	χ^2
กลุ่มทดลองที่ 1	30	29	29/30			
กลุ่มทดลองที่ 2	30	25	25/30	84/90	6/90	2.104
กลุ่มควบคุม	30	30	30/30			

$$df = 2, \alpha = .05, \chi^2 = 5.99$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 ปรากฏว่า สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านทักษะการพยากรณ์ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองที่แตกต่างกัน ส่งผลให้

นักเรียนเกิดทักษะการพยากรณ์ไม่แตกต่างกัน

3. การวิเคราะห์ที่เปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุประหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง (กลุ่มทดลองที่ 1) กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ (กลุ่มทดลองที่ 2) และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง (กลุ่มควบคุม)

ตาราง 5 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N_j	A	P_j	p	q	χ^2
กลุ่มทดลองที่ 1	30	28	28/30			
กลุ่มทดลองที่ 2	30	20	20/30	71/90	19/90	6.530
กลุ่มควบคุม	30	23	23/30			

$$df = 2, \alpha = .05, \chi^2 = 5.99$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 ปรากฏว่า สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองที่แตกต่างกัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ขั้นต่อไป ผู้วิจัยใช้วิธีการทางสถิติทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปของกลุ่มทดลองแต่ละคู่ (Post Hoc Multiple Comparisons in Sample Proportions) ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ก้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงสรุปของกลุ่มทดลองแต่ละคู่

กลุ่มตัวอย่าง	ψ_1 และ ψ_2
กลุ่มทดลองที่ 1 - กลุ่มทดลองที่ 2 ($\pi_1 - \pi_2$)	.050 และ .030
กลุ่มทดลองที่ 2 - กลุ่มควบคุม ($\pi_1 - \pi_3$)	.038 และ -.182
กลุ่มทดลองที่ 1 - กลุ่มควบคุม ($\pi_1 - \pi_3$)	.038 และ -.050

เกณฑ์การพิจารณาข้อมูลการผ่าน 0

ผลจากการวิเคราะห์ตามตาราง 6 ปรากฏว่า สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ก้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม มีสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุม ซึ่งมีสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะที่ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเองจะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปสูงกว่าการที่ครูสรุปผลการทดลองให้ แต่วิธีสอนแบบสืบเสาะที่ครูสรุปผลการทดลองให้ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปไม่แตกต่างกับวิธีสอนแบบสืบเสาะที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง เช่นเดียวกันกับวิธีสอนแบบสืบเสาะที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง จะส่งผลต่อทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปไปแตกต่างกับวิธีสอนแบบสืบเสาะที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง
2. เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการพยากรณ์ และด้านการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

สมมติฐานในการค้นคว้าวิจัย

1. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลองมีความแตกต่างกัน
2. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการพยากรณ์ ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง มีความแตกต่างกัน
3. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุประหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุป

ผลการทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียน กับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง มีความแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนสาธิตมัธยม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 90 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 45 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 45 คน กลุ่มละ 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.1 สื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการขนส่ง และการสื่อสาร ซึ่งผู้วิจัยสร้างโดยยึดจุดประสงค์การเรียนรู้ การสอน และเนื้อหาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 ของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อประกอบการสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นตอนอภิปรายก่อนการทดลอง ชั้นปฏิบัติการทดลองเหมือนกัน แต่จะต่างกันในการอภิปรายผลการทดลอง โดยแบ่งเป็น 3 ลักษณะสำหรับแต่ละกลุ่มการทดลองคือ

กลุ่มทดลองที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

กลุ่มทดลองที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้

กลุ่มควบคุม นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 74 ข้อ เป็นข้อสอบชนิดปรนัย 5 ตัวเลือก มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .2 ขึ้นไป ค่าความเชื่อมั่น .75 และมีคะแนนจุดตัด 42.78 คะแนน

2.3 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นชนิดเป็นข้อสอบชนิดปรนัย 5 ตัวเลือก มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .2 ขึ้นไป จำนวน 2 ทักษะ คือ

2.3.1 ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 8 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .88 และคะแนนจุดตัด 4.22 คะแนน

2.3.2 ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป จำนวน 14 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .59 และคะแนนจุดตัด 6.61 คะแนน

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 ผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเองกลุ่มละ 12 หน่วย หน่วยละ 1 คาบ คาบละ 60 นาที โดยให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มควบคุม เรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

รวมเวลาทดลองทั้งสิ้น 36 คาบ

3.2 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปสอบกับนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้เวลา กลุ่มละ 2 คาบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล กระทำตามลำดับขั้นดังนี้

1. เปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง (กลุ่มทดลองที่ 1) กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ (กลุ่มทดลองที่ 2) และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง (กลุ่มควบคุม) โดยใช้ χ^2 - test แบบ K - Sample Binomial Test for Equal proportions

2. เปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตามทักษะการพยากรณ์

ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง (กลุ่มทดลองที่ 1) กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ (กลุ่มทดลองที่ 2) และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง (กลุ่มควบคุม) โดยใช้ χ^2 -test แบบ K - Sample Binomial test for Equal proportions

3. เปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่าน้ำหนักการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุประหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง (กลุ่มทดลองที่ 1) กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ (กลุ่มทดลองที่ 2) และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง (กลุ่มควบคุม) โดยใช้ χ^2 -test แบบ K - Sample Binomial test for Equal proportions

4. เปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ของกลุ่มทดลองแต่ละคู่ ด้วยสถิติ Post Hoc Multiple Comparisons in Sample Proportions

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับสมมติฐานดังนี้

1. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่าน้ำหนักผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองที่แตกต่างกัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โยแตกต่างกัน

2. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่าน้ำหนักการพยากรณ์ ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แสดงว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองที่แตกต่างกัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการพยากรณ์ไม่แตกต่างกัน

3. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุประหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองที่แตกต่างกัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมาย ข้อมูล และการลงข้อสรุปแตกต่างกัน

และปรากฏว่า สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปของกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กับกลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สำหรับกลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง มีสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง มีสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองที่แตกต่างกัน จะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปแตกต่างกัน

ทั้งนี้ปรากฏว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง จะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปสูงกว่าการสอนแบบสืบเสาะที่ครูสรุปผลการทดลองให้ แต่วิธีสอนแบบสืบเสาะที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูล

และการลงข้อสรุปไม่แตกต่างกันกับวิธีสอนแบบสืบเสาะที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง เช่นเดียวกับวิธีสอนแบบสืบเสาะที่ครูสรุปผลการทดลองให้ที่ส่งผลทำให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปไม่แตกต่างกันกับวิธีสอนแบบสืบเสาะที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

อภิปรายผล

1. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์

จากการทดสอบสมมติฐานในข้อ 1 พบว่า สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ใกล้เคียงกัน และผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับที่ บังอร กิลนะชัย (บังอร กิลนะชัย 2523 : 41) ทว่าการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนโดยวิธีสืบเสาะกับวิธีบอกให้รู้ พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การที่สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อาจเกิดจากสาเหตุดังนี้

1.1 วิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง และขั้นปฏิบัติการทดลองเป็นแบบสืบเสาะด้วยการอภิปรายร่วมกัน ระหว่างนักเรียนกับครู ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้ในขั้นสรุปผลการทดลองของนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

1.2 นักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผลการเรียนการสอนแบบสืบเสาะด้วยการอภิปรายร่วมกันระหว่างนักเรียนกับครู ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการมาตั้งแต่ชั้นประถมและมัธยมศึกษา ทำให้คุ้นเคยกับการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ แม้ว่าผู้วิจัยจะควบคุมวิธีสอนในชั้นสรุปผลการทดลอง ก็ไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

1.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างไม่มากพอจะทำให้สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

2. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านทักษะการพยากรณ์

จากการทดสอบสมมติฐานในข้อ 2 พบว่า สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านทักษะการพยากรณ์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีชั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน ส่งผลต่อทักษะการพยากรณ์ใกล้เคียงกัน

การที่สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ค่านทักษะการพยากรณ์ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่อไปนี้

2.1 วิธีสอนแบบสืบเสาะในชั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง และชั้นการปฏิบัติการทดลอง ส่งผลต่อชั้นสรุปผลการทดลอง จึงทำให้ทักษะการพยากรณ์ไม่แตกต่างกัน แม้ว่าชั้นสรุปผลการทดลองจะแตกต่างกัน

2.2 นักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างได้รับการสอนแบบสืบเสาะด้วยการอภิปรายร่วมกัน ระหว่างนักเรียนกับครูตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการมาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษา และเกิดทักษะการพยากรณ์อยู่แล้ว ฉะนั้นการทดลองที่ใช้ชั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกันจึงไม่มีผลต่อทักษะการพยากรณ์

2.3 ระยะเวลาที่ใช้การทดลองกับกลุ่มตัวอย่างไม่มากพอที่จะทำให้ทักษะการพยากรณ์ต่างกัน

3. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

จากการทดสอบสมมติฐานในข้อ 3 ปรากฏว่า สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และจากผลการวิจัยนี้คล้ายกับงานวิจัยของ เนลสัน (Nelson, 1970 : 2262 - A) ที่พบว่า การสอนแบบกระตุ้นให้คิด มีการเพิ่มปริมาณและคุณภาพงานการสรุปลงความเห็นมากกว่าการสอนแบบไม่กระตุ้นให้คิด ทั้งนี้การวิจัยครั้งนี้พบว่า กลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเองมีสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะ การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปสูงกว่ากลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มทดลองคู่อื่น ๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การที่สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปของกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองเอง สูงกว่ากลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุว่า กลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง นักเรียนต้องใช้ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปในการสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ทำให้เกิดทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปสูงกว่ากลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ เพราะกลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ ไม่ได้ให้โอกาสนักเรียนฝึกทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

สำหรับสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปของกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กับกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนแบบสืบเสาะที่เน้นให้นักเรียนมีบทบาทในการสรุปผลการทดลองมาก นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้จึงมีสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่แตกต่างกัน ส่วนกลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ กับกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลองมีสัดส่วนของ

จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องจากลักษณะวิธีสอนของกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลองเป็นวิธีกลาง ๆ ระหว่างกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กับกลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้ จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมาย ข้อมูล และการลงข้อสรุปไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำไปทำการวิจัยต่อไป

1. ถึงแม้ว่าการวิจัยครั้งนี้จะพบว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีชั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน ทำให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะการพยากรณ์ไม่แตกต่างกันก็ตาม แต่ชั้นสรุปผลการทดลองก็มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนอย่างมาก เพราะเป็นการสรุปใจความสำคัญของการเรียนการสอน แม้ว่านักเรียนจะได้มีการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง แต่ถ้ามองโอกาสฝึกการสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนขาดการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะส่งผลต่อทักษะกระบวนการอื่น ๆ ได้ เช่น ผลจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า การสอนแบบสืบเสาะที่ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมาย ข้อมูล และการลงข้อสรุปสูงกว่าการสอนแบบสืบเสาะที่ครูสรุปผลการทดลองให้ จึงควรหาวิธีสอนในชั้นสรุปผลการทดลอง เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอนต่อไป

2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่นักเรียน

สรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ครูสรุปผลการทดลองให้ และกลุ่มที่นักเรียนกับครู
ช่วยกันสรุปผลการทดลอง รวมทั้งควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ก่อนทำการทดลองสอน กับหลังการทดลองสอน เพื่อพัฒนาการที่
เกิดจากการทดลองแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองที่แตกต่างกัน

3. ควรศึกษากับนักเรียนในระดัข้ันอื่น ๆ เช่น ระดับที่ต่ำกว่าชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 3 เพื่อจะไ้กลุ่มตัวอย่างที่ยังไม่คุ้นเคยต่อวิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีการอภิปราย
ร่วมกันระหว่างนักเรียนกับครู ตลอดจนควรศึกษากับนักเรียนในโรงเรียนที่สังกัด
กรมสามัญศึกษา หรือสังกัดหน่วยงานอื่น ๆ ที่ไม่ใช่กับนักเรียนโรงเรียนสาธิต ทั้งนี้
เพราะนักเรียนในโรงเรียนสาธิตอาจจะมีลักษณะต่างจากนักเรียนในโรงเรียนที่
สังกัดหน่วยงานอื่น ๆ

4. ควรเลือกเนื้อหาที่จะศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบสืบเสาะที่มี
ขั้นสรุปผลการทดลองที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะเนื้อเรื่องที่ใช้ทดลองสอนอาจจะมีผล
ต่อวิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองที่แตกต่างกัน

5. ควรไปมาตัวแปรอื่น ๆ ม้าง เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้านการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และอื่น ๆ
รวมถึงศึกษาค้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาการเรียนรู และความกงทนใน
การเรียนรู ว่าจะแตกต่างกันหรือไม่เมื่อสอนแบบสืบเสาะนี้มีขั้นสรุปผลการทดลอง
แตกต่างกัน

6. ควรวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนจะห้
การทดลอง เพื่อตรวจสอบความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ที่มีอยู่ในตัวนักเรียนก่อนทำการทดลองสอน

7. ควรวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนขั้นสรุปผลการทดลอง
เพื่อจะได้ทราบว่า การสอนในขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง และขั้นปฏิบัติการทดลอง
ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากน้อยระดับใด และขั้นสรุปผลการทดลอง
ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากน้อยระดับใด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิ่งฟ้า ลินธุวงษ์ "จิตวิทยาการเรียนการสอน" เอกสารวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2525,
305 หน้า
- กิ่งฟ้า ลินธุวงษ์ และ ละออ แสนศักดิ์ หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2524, 397 หน้า
- ชูชาติ เจริญลาภ การสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา กรุงเทพฯ รุ่งวัฒนา
2521, 181 หน้า
- เขาวนีย์ อายะวงศ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ปรินิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 250 หน้า อิศำเนา
ทวี นีนจินดา สถิติไรพารามิเตอร์ ภาควิชาสถิติและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2524, 319 หน้า
- ธีรชัย ปุณฺโชติ "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่" วารสารสามัญศึกษา 10 : 34
มิถุนายน 2516
- _____ "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่" วารสารสามัญศึกษา 28 : 46
สิงหาคม 2517
- นิตา ละเพียรชัย "ปรัชญาและความมุ่งหมายการสอนวิทยาศาสตร์" ข่าวสาร
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉ.4 : 1 - 7 กรกฎาคม 2520
- บุญเชิด ภูญโญอนันตพงษ์ การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ แนวคิด และวิธีการ 2526,
285 หน้า
- _____ การวัดและประเมินผลการศึกษา ทฤษฎี และการประยุกต์ 2521,
367 หน้า
- บุญธรรม กิจปรีกาบริสุทธิ์ ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์ การพิมพ์พระนคร
2524, 336 หน้า

- บังอร ศีลนะชัย การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไหลพลังงานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะกับวิธีสอนแบบบอกใหญ่ วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 147 หน้า
อัคราเนา
- ประยูร อาษานาม คณิตศาสตร์สำหรับชั้นประถม เอกสารของศูนย์คณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2520 (เอกสารโรเนียว)
- ประวิตร ชูศิลป์ หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ เอกสารการนิเทศ การศึกษา ฉบับที่ 233 ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 2524, 104 หน้า
- ปรีชา วงศ์ศิริ "ความหมายและองค์ประกอบของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์" เอกสาร ชุควิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 6 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช 2525, 335 หน้า
- ปรีชา วัจนะฮาด การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตรส่วนโดยวิธีสอนแบบค้นพบและบรรยายสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคาซะฮิวิทยาคม จังหวัดนครพนม ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์ 2524, 74 หน้า อัคราเนา
- พจน์ สะเพียรชัย "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" พัฒนาการวิจัย 10
โรงพิมพ์เจริญทัศน์ กรุงเทพฯ 2517
- พรรณี ชูทัย จิตวิทยาการเรียนการสอน วรรณการพิมพ์ กรุงเทพฯ 2522,
266 หน้า
- พรรณทิพย์ ม้ามณี การสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ ระดับมัธยมศึกษา สาระศึกษา
การพิมพ์ กรุงเทพฯ 2520, 107 หน้า
- มังกร ทองสุกดี การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เอกสารการนิเทศ
การศึกษา ฉบับที่ 229 ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์
กรมการฝึกหัดครู โรงพิมพ์สามเจริญพานิช กรุงเทพฯ 2523, 115 หน้า

- วิชัย ทิสสระ และคนอื่น ๆ การฝึกสอนแบบจุลภาค มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร 2519, 87 หน้า
- วิชาการ, กรม แบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 พิมพ์ครั้งที่ 5 โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
 2524, 165 หน้า
- วิบุตธ วิเชียรโชติ จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน อำนวยการพิมพ์
 กรุงเทพมหานคร 2521, 165 หน้า
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ม.ป.ท., 24 หน้า เอกสารอักษราเนา
- _____ หน่วยวิจัยและประเมินผล เอกสารอันดับที่ 8/2523
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป การสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ ม.ป.ท. สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 5 หน้า เอกสารอักษราเนา
- สมชัย โกลมล การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การสอนเรื่องแม่เหล็กไฟฟ้าแบบสืบเสาะกับ
แบบบรรยายในชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 2513, 121 หน้า
- สัญญา ทิพยเลนา การศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอน
แบบเดิม ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยานิพนธ์
 กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 99 หน้า อักษราเนา
- สุมิตร คุณานุกร หลักสูตรและการสอน โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพฯ 2523, 259 หน้า
 ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
 โรงพิมพ์คุรุสภา 2520, 252 หน้า
- อนันต์ จันทร์ทวี ผลการใช้ความของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 วิทยานิพนธ์ กศ.ท.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 226 หน้า อักษราเนา
- อธิปัทย์ ศุภสุนทร แบบจำลองการสอนแบบจุลภาค เรื่องการสรุปทบทวน วิทยานิพนธ์
 ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 114 หน้า อักษราเนา

อุทัย ชีวะธนรักษ์ การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนแบบเกม
ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับ ป.กศ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 98 หน้า อักษรย่อ

Gaber, Dorothy L. and Peter A. Bubba. "The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics Achievement, Attitude Towards science and Science Teaching, and Process Skill Proficiency," Science Education. 61 : 503 - 511, October - December, 1977.

Kornbau, Harrison Charles. "The Practical Implications of on Informal Conceptual Analysis of the Words Inquiry and Discovery as Used in Contemporary Science Education," Dissertation Abstracts International. 37(12) : 7662 - A.

Nelson, Miles A. "The Effects on Two post-Laboratory Discussion Strategies on Urban and Suburban Skills and Science Principles," Dissertation Abstracts. 31 : 2262 - A, November, 1970.

The American Association the Advancement of Science. Science a Process Approach, Commentary for Teacher. Washington D.C., AAAS, 1970. 683 p.

Widdon, Marrun Frank. "A Product Evaluation of Science a Process Approach," Dissertation Abstracts. 32 : 2585, January, 1972.

ภาคผนวก

ตาราง 1 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC)
 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ (B) และค่าเฉลี่ยผลการพิจารณาความ
 น่าจะเป็นในการเดาตอบถูกจากครู (\bar{X}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์

	ข้อ	IOC	B	\bar{X}		ข้อ	IOC	B	\bar{X}
ตอนที่ 1	1	1	.32	.50		19	1	.42	.21
	2	1	.27	.83		20	1	.22	.41
	3	.80	.24	.41		21	1	.47	.50
	4	.80	.20	.20		22	1	.52	.50
	5	1	.24	.50		23	.80	.50	.20
	6	1	.22	.50		24	.80	.45	1
	7	1	.54	.20		25	1	.24	.23
	8	.80	.31	1		26	.80	.32	.23
	9	1	.32	.20		27	.80	.25	.27
	10	.80	.49	.50		28	1	.21	1
	11	1	.57	.20		29	1	.34	.20
	12	1	.55	.83		30	1	.49	.33
	13	1	.25	.20		31	.80	.24	.50
	14	1	.36	.83		32	1	.42	.50
	15	1	.27	1		33	1	.22	1
	16	1	.28	.50		34	.80	.29	1
ตอนที่ 2	17	.80	.42	.20		35	1	.24	.20
	18	.80	.51	.20		36	1	.22	.44

ตาราง 1 (ต่อ)

	✓ ข้อ	IOC	B	\bar{X}		✓ ข้อ	IOC	B	\bar{X}	
ตอนที่ 3	37	1	.20	.44		57	1	.87	.36	
	38	1	.64	.55		58	1	.39	1	
	39	1	.45	.61		59	1	.37	.44	
	40	1	.25	1		60	1	.55	.50	
	41	1	.23	1		61	.80	.72	.36	
	42	1	.69	.38		62	.80	.46	.21	
	43	1	.47	1		63	1	.78	.33	
	44	1	.25	.50		64	1	.27	.50	
	45	1	.20	1		65	1	.58	.75	
	46	.80	.30	.83		66	1	.22	1	
ตอนที่ 4	47	1	.51	.33	ตอนที่ 5	67	1	.6	1	
	48	1	.20	1		68	.80	.8	.61	
	49	1	.32	.53		69	1	1	.38	
	50	.80	.56	.41		70	1	.70	1	
	51	1	.58	.83		71	1	.90	1	
	52	.80	.54	.77		72	1	.20	.33	
	53	.80	.32	.33		73	.80	.55	.38	
	54	.80	.55	.50		74	.80	.60	1	
	55	1	.61	1						
	56	1	.65	1						

ตาราง 2 ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ (B) และค่าเฉลี่ยผลการพิจารณาความน่าจะเป็นในการเดาตอบถูกจากครู (\bar{X}) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการพยากรณ์

ข้อ	IOC	B	\bar{X}
1	1	.48	.83
2	1	.42	.83
3	1	.34	.2
4	.80	.60	.83
5	1	.28	.20
6	.80	.45	.33
7	1	.44	.20
8	1	.35	.50

ตาราง 3 ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ (B) และค่าเฉลี่ยผลการพิจารณาความน่าจะเป็นในการเดาตอบถูกจากครู (\bar{X}) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

ข้อ	IOC	B	\bar{X}
1	1	.45	.44
2	1	.41	.83
3	.80	.41	.25
4	1	.50	.21
5	.80	.82	.20
6	1	.45	.66
7	1	.72	.25
8	1	.55	1
9	.80	.60	.33
10	.80	.54	.83
11	.80	.38	.58
12	1	.53	.33
13	1	.44	.23
14	1	.75	.20

ตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบถูกหาจากผลรวมความน่าจะเป็นในการตอบ ถูก (M_{FD}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบถูก (S_{FD}) ค่าคงที่ของตัวเลือก (K) คะแนนเต็มของแบบทดสอบ (Q) ค่าคะแนนสอบผ่านขั้นต่ำ (D) และค่าความเชื่อมั่น $B(Po)$ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการพยากรณ์และด้านการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

แบบทดสอบ	M_{FD}	S_{FD}	K	Q	D	$B(Po)$
1. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์						
ตอนที่ 1	8.40	0.29	1	16	8.69	.80
ตอนที่ 2	9.12	0.30	1	20	9.42	.91
ตอนที่ 3	7.64	0.27	1	11	7.91	.75
ตอนที่ 4	11.62	0.28	1	19	11.90	.75
ตอนที่ 5	5.70	0.31	1	8	6.01	.77
ฉบับรวม	42.48	.30	1	74	42.78	.75
2. ทักษะการพยากรณ์	3.92	.29	1	8	4.21	.88
3. ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป	6.34	.27	1	14	6.61	.59
4. รวมทักษะในข้อ 2,3	10.26	0.27	1	22	10.53	.76

ตาราง 5 แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้การสอนของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ กับข้อสอบแต่ละข้อ

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน	ข้อสอบข้อที่
ตอนที่ 1 วิวัฒนาการของการขนส่ง	
หน่วยที่ 1 แรงเสียดทานและลukumยานพาหนะ	
1. บอกได้ว่าแรงเสียดทานคือแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุซึ่งพยายามต่อต้านการเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้าม	1
2. สรุปได้ว่าการใช้ลukumช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างตัวรถและถนน ทำให้ออกแรงในการเคลื่อนที่น้อยลง	2, 3
3. บอกวิธีการลดแรงเสียดทานระหว่างล้อและเพลาได้	4
4. นึกภาพรูปร่างของ ลukum ช่วยลดแรงเสียดทานไปใช้แก้ปัญหาได้	5
หน่วยที่ 2 สิ่งที่มีผลต่อแรงเสียดทาน	
5. อธิบายความหมายของสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานของวัตถุได้	6, 7
6. บอกได้ว่าแรงเสียดทานเกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ทั้งในของแข็งของเหลว และก๊าซ	8,9,10
7. บอกได้ว่าแรงเสียดทานไม่ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส	11
8. สรุปได้ว่าแรงเสียดทานจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับแรงที่กดลงบนพื้น และชนิดของผิวสัมผัส	12
9. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานได้	13
10. บอกประโยชน์ของแรงเสียดทานที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	14
11. ออกแบบรูปร่างของพาหนะเพื่อให้เคลื่อนที่ได้เร็วและปลอดภัย	15,16

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน	ข้อสอบข้อที่
ตอนที่ 2 ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ	
หน่วยที่ 3 การชนกันของวัตถุ	
12. บอกได้ว่าวัตถุที่อยู่นิ่งจะเคลื่อนที่ไปใดถ้ามีวัตถุอื่นวิ่งเข้าชน จะเคลื่อนที่ใดเนื่องจากการถ่ายเทพลังงาน	17
13. สรุปได้ว่าโมเมนตัมเป็นสัดส่วน โดยตรงกับมวลและความเร็ว	18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
14. สรุปได้ว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะมีพลังงานมาก	25
15. อธิบายได้ว่า แรงตกกระทบเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม	26, 27
16. อธิบายได้ว่าความปลอดภัยในการขับรถและแรงที่รถยนต์ชนกัน จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักของรถและความเร็ว	28
หน่วยที่ 4 วัตถุที่มีความเฉื่อย	
17. อธิบายความหมายของความเฉื่อยได้	29, 30
18. สรุปการเคลื่อนที่ของวัตถุบนรถเมื่อออกรถอย่างรวดเร็ว หรือเมื่อหยุดรถอย่างกะทันหัน	31
19. นำเอาหลักการเกี่ยวกับความเฉื่อยไปใช้ในการบรรทุกของบนรถได้อย่างปลอดภัย	32

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์การ เรียบเรียงสอน	ข้อสอบข้อที่
หน่วยที่ 5 จุดศูนย์กลางของความคล้ายคล้ายกัน	
หน่วยที่ 5 จุดศูนย์กลางของความคล้ายคล้ายกัน	
20. บอกความหมายของจุดศูนย์กลางของความคล้ายคล้ายกัน	33
21. สรุปได้ว่าว่าจุดศูนย์กลางของความคล้ายคล้ายกันจะตรงตัวที่กว่าจุดศูนย์กลางสูง	34
22. สรุปได้ว่าว่าจุดจะล้ม เมื่อแนวตั้ง จากจุดศูนย์กลาง ออกนอกฐาน	35
23. สรุปความแปลกกึ่งเนื่องจากจุดศูนย์กลางในการ ออกแบบรถและการบรรทุกของไค	36
ตอนที่ 3 หลักการของ เครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะ	
หน่วยที่ 6 กลจักรไอน้ำทางานไคอย่างไร	
24. บอกความหมายของกลจักรไค	37
25. แบ่งประเภทของ กลจักร โดยอาศัยลักษณะคานไค	38, 39
26. บอกความหมายของกลจักรไค	40
27. สรุปได้ว่าไคมีแรงคั้น	41
หน่วยที่ 7 กลจักร ก๊าซโซลีน	
28. บอกความหมายของกลจักร ก๊าซโซลีนไค	42
29. บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟไค	43
30. บอกชนิดของหม้อแปลงไฟที่ใช้ตามบ้านไค	44, 45
31. สรุปได้ว่าประกายไฟฟ้ เกิดขึ้นระหว่างขั้วไฟฟ้ 2 ขั้ว ที่มี ความต่างศักย์ไฟฟ้สูง	46
32. สรุปได้ว่าประกายไฟฟ้เกิดเพลิงคาวประกายไฟฟ้ตองใช้หม้อแปลงขึ้น	47

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน	ข้อสอบข้อที่
ตอนที่ 4 แรงลอยตัวของยานพาหนะทางน้ำและทางอากาศ	
หน่วยที่ 8 น้ำหนักของวัตถุเพิ่มหรือลดเมื่อขังในน้ำ	
33. อธิบายความหมายของแรงลอยตัวได้	48
34. สรุปได้ว่าน้ำหนักวัตถุจะลดหรือเพิ่มเมื่อขังในน้ำ	49
35. อธิบายได้ว่าเมื่อขังวัตถุในน้ำจะเบากว่าเมื่อขังในอากาศ เนื่องจากแรงลอยตัวพุ่งไว้	50,51
36. สรุปได้ว่าเมื่อขังวัตถุในของเหลวต่างชนิดกันจะได้น้ำหนักไม่เท่ากัน ของเหลวที่มีความหนาแน่นมาก จะมีแรงพุ่งมากกว่าของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อย	52,53
37. สรุปหลักของอาร์คิมิดีส ใกว่าน้ำหนักของวัตถุที่หายไปของเหลวจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตร เท่ากับวัตถุนั้น	54
หน่วยที่ 9 ทาอย่างไรคินน้ำมันจึงลอบน้ำได้	
38. สรุปได้ว่าวัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าของเหลวจะลอยตัวในของเหลวนั้นได้ ถ้านามาทารูปร่างให้เหมาะสม	55
39. สรุปได้ว่าขณะที่วัตถุลอยตัวในของเหลว น้ำหนักของวัตถุที่ขังในของเหลวจะเป็นศูนย์เนื่องจากของเหลวพุ่งวัตถุไว้ตั้งก่อน	56
40. สรุปได้ว่าขณะที่วัตถุลอยตัวในของเหลวน้ำหนักของวัตถุที่ขังในอากาศจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตร เท่ากับวัตถุส่วนที่จม	57
41. อธิบายถึงการลอยตัวของเรือเหล็กได้	58
42. อธิบายถึงความสามารถในการบรรทุกของของเรือได้โดยปลอดภัย	59

ตาราง 5 ((กอ)

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน	ข้อสอบข้อที่
<p>หน่วยที่ 10 เครื่องบินลอยอยู่ในอากาศได้เพราะเหตุใด</p> <p>43. สรุปได้ว่าเมื่อความเร็วอากาศเพิ่มขึ้น ความดันจะลดลง ซึ่งเป็นหลักของเบอร์นูลลี</p> <p>44. สรุปได้ว่าเมื่อวัตถุมีลักษณะโค้งทางด้านบนและเรียบทางด้านล่าง เคลื่อนที่ในอากาศ ความดันอากาศข้างบนจะน้อยกว่าความดันด้านล่าง ทำให้เกิดแรงยกวัตถุ</p> <p>45. นาหลักของเบอร์นูลลีไม่ออกแบบลักษณะของปีกเครื่องบินได้</p> <p>46. อธิบายถึงการที่เครื่องบินลอยในอากาศและการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้</p> <p>47. อธิบายถึงการลอยตัวและการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของเครื่องบินไอพ่นได้</p>	<p>60, 61</p> <p>62, 63</p> <p>64</p> <p>65</p> <p>66</p>
<p>ตอนที่ 5 เครื่องมือสื่อสารที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า</p> <p>หน่วยที่ 11 แรงแม่เหล็กเพิ่มขึ้นได้อย่างไร</p> <p>48. บอกความหมายของสารแม่เหล็กได้</p> <p>49. สรุปได้ว่าแรงแม่เหล็กเพิ่มขึ้น เมื่อใช้แกนที่ทำด้วยสารแม่เหล็ก และเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด</p> <p>50. อธิบายความหมายของสนามแม่เหล็กได้</p>	<p>67</p> <p>68, 69, 70</p> <p>71</p>

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน	ข้อสอบข้อที่
หน่วยที่ 12 หลักของ เครื่องรับและส่งโทร เลข	
51. ทดลองและสรุปหลักของ เครื่องรับและส่งโทร เลขได้	72
52. อธิบายหลักการรับและส่งโทร เลขได้	72
53. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทางานของ เครื่องรับและ ส่งโทร เลขได้	73
54. อธิบายหลักการส่งโทรพิมพ์ได้	74

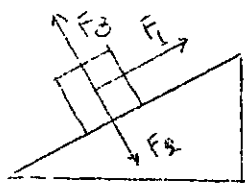
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบทักษะการพยากรณ์
- แบบทดสอบการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร

คำสั่ง จงขีดเครื่องหมาย + หน้าข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดเป็นความหมายของแรงเสียดทาน
 - ก. แรงต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ
 - ข. แรงที่พยายามทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปข้างหน้า
 - ค. แรงที่เกิดจากการเสียดสีกันของวัตถุ
 - ง. แรงที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุซึ่งพยายามต่อต้านการเคลื่อนที่
 - จ. แรงที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุที่กำลังจะเคลื่อนที่
2. ล้อรถยนต์มีประโยชน์ต่อรถยนต์อย่างไร
 - ก. เพิ่มความเร็วในการขับเคลื่อน
 - ข. รักษาระดับความเร็วของรถให้คงที่
 - ค. รักษาความปลอดภัยในการขับเคลื่อน
 - ง. รักษาความสมดุลของตัวรถที่วิ่งบนถนน
 - จ. ลดแรงเสียดทานระหว่างรถกับพื้นถนน
3. จากการทดลองเมื่อวางตุ้มน้ำหนักบนพื้นโต๊ะและบนรถอูมิเนียมของออกแรง 2.5 และ 2.3 กรัมตามลำดับ จึงทำให้ตุ้มน้ำหนักเคลื่อนที่ นักเรียนจะสรุปผลได้ว่าอย่างไร
 - ก. ต้องใช้แรงในการทำให้ตุ้มน้ำหนักเคลื่อนที่
 - ข. ล้อรถช่วยลดแรงเสียดทาน
 - ค. แรงที่ทำให้ตุ้มน้ำหนักเคลื่อนที่คือน้ำหนักของน้ำในกระป๋อง
 - ง. แรงที่ทำให้ตุ้มน้ำหนักบนรถเคลื่อนที่มีค่าน้อยกว่าแรงที่ทำให้ตุ้มน้ำหนักบนโต๊ะเคลื่อนที่
 - จ. แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของตุ้มน้ำหนักกับพื้นโต๊ะมากกว่าแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของตุ้มน้ำหนักกับรถอูมิเนียม

4. ก้าวพิศมไม่หมุนแต่เช็คแล้วพบว่ามิไ้เข้า
เข้ามอเตอร์ นักเรียนควรตรวจเช็คตัว
พิศมที่จุดใดเพิ่มเติมอีกบ้าง
- ลูปืน บุษ แกนหมุน
 - ใบัก บุษ แกนหมุน
 - ใบัก แกนขบย ลูปืน
 - ลูปืน บุษ น้ำมันหุดลัน
 - ใบัก บุษ น้ำมันหุดลัน
5. ในการเดินทางที่มีของนาคิดตัวไปด้วย
มากมาย ควรเลือกกระเป๋าแบบใดจึงจะ
สะดวกและออกแรงน้อยที่สุดในการ
เดินทาง
- ใบเล็กผดด้ว้ไ้หลาย ๆ ใบ
 - ใบใหญ่หนึ่งใบและรถเข็นหนึ่งคัน
 - ใบใหญ่ที่มีล้ออยู่ขางกลาง
 - ใบใหญ่ที่มีสายสะพาย
 - ใบใหญ่ที่เบาและพับเก็บได้
6. จากรูปออกแรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่ไป
ด้วยแรง F_1 สัมประสิทธิ์ของแรง
เสียดทานเป็นเท่าไร
- F_1/F_2
 - F_1/F_3
 - F_3/F_1
 - F_3/F_2
 - F_2/F_1



7. สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานระหว่างผิว
สัมผัสจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร
- ชนิดและขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัส
 - ชนิดและแรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่
 - แรงที่ดึงให้วัตถุเคลื่อนที่กับแรงที่กด
ลงบนผิวสัมผัส
 - แรงที่ดึงให้วัตถุเคลื่อนที่กับขนาดของ
พื้นที่ผิวสัมผัส
 - ขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัสและแรงที่กด
ลงบนสัมผัส
8. ข้อใดต่อไปนี้มีแรงเสียดทานเกิดขึ้น
- วางหนังสือไว้บนโต๊ะ
 - วางหนังสือไว้บนโต๊ะที่ชักจนเป็นเงา
 - เอาก้อนหินทับบนหนังสือที่อยู่บนโต๊ะ
 - ผลักหนังสือที่อยู่บนโต๊ะให้เลื่อนหล่น
 - ผูกหนังสือไว้บนกิ่งไม้ให้ห้อยลงมาถึง
พื้นดิน
9. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้
- ขณะที่รถยนต์เคลื่อนที่มีแรงเสียดทาน
ภายนอกที่กระทำกับรถยนต์คือแรง
เสียดทานจากถนนและอากาศ
 - ขณะที่เครื่องบินเคลื่อนที่มีแรง
เสียดทานภายนอกที่กระทำกับเครื่องบิน
คือแรงเสียดทานจากอากาศ

3. ขณะที่เครื่องบินเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง จะมีแรงเสียดทานภายนอกที่กระทำระหว่างพื้นรันเวย์กับเครื่องบิน และแรงเสียดทานที่เกิดจากแรงต้านของอากาศ

4. ขณะที่เรียวยนต์เคลื่อนที่จะมีแรงเสียดทานภายนอกที่กระทำระหว่างน้ำกับเรียวยนต์และแรงเสียดทานที่กระทำระหว่างอากาศกับเรียวยนต์

จากข้อความข้างต้นจะสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. แรงเสียดทานเกิดขึ้นขณะวัตถุเคลื่อนที่
- ข. แรงเสียดทานเป็นแรงเกิดขึ้นระหว่างพื้นผิวสัมผัสของวัตถุ
- ค. ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ไปบนของแข็งของเหลว และก๊าซ จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้น
- ง. ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ไปบนของแข็งของเหลวและก๊าซ แรงเสียดทานจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ
- จ. แรงเสียดทานเนื่องจากวัตถุทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

10. ถ้า F คือแรงพยายามดึงให้วัตถุเคลื่อนที่ A คือแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส วัตถุจะเริ่มเคลื่อนที่ได้ในกรณีใด

ก. $F > A$

ข. $F = A$

ค. $F \leq A$

ง. $F < A$

จ. $F \gg A$

11. ข้อใดต่อไปนี้มีผลต่อแรงเสียดทาน

ก. แรงกดบนผิวสัมผัส

ข. ชนิดของผิวสัมผัส

ค. ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส

ง. สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน

จ. แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุ

12. ขนาดของแรงเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด

ก. ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัสและแรงกดลงบนผิวสัมผัส

ข. ลักษณะของผิวสัมผัสและขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส

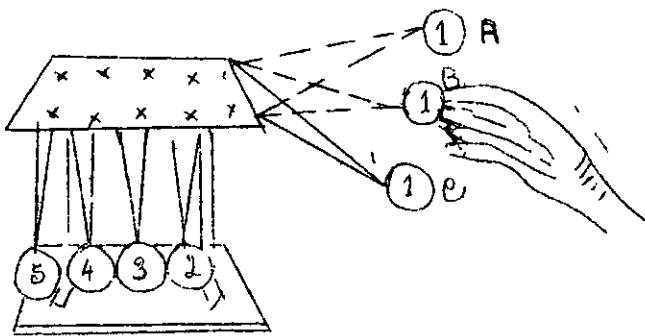
ค. แรงกดลงบนผิวสัมผัสและแรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่

ง. ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัสและแรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่

จ. ลักษณะของผิวสัมผัสและแรงที่กดลงบนผิวสัมผัส

13. นายค่าออกแรงดึงท่อนไม้ที่มีมวล 1 กิโลกรัม ซึ่งวางอยู่บนโต๊ะควายแรง 2 นิวตัน ท่อนไม้จึงเคลื่อนที่สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานระหว่างท่อนไม้กับพื้นโต๊ะมีค่าเท่าไร
- 0.1
 - 0.2
 - 0.3
 - 0.4
 - 0.5
14. ข้อใดต่อไปนี้ไม่น่าประโยชน์จากแรงเสียดทานไปใช้
- การขับรถขึ้นเขา
 - การพายเรือทวนน้ำ
 - การสวมรองเท้าที่มีดอกยาง
 - การใช้เชือกผูกครอกเพื่อยกของ
 - การไว้คานค้ำคานงัดยกของที่มีขนาดใหญ่
15. การออกแบบเรือเพื่อใช้ในการแข่งความเร็วควรให้เรือมีลักษณะอย่างไร
- กว้างใหญ่แต่เบา
 - ทาค้วยโหละที่แข็งแรงและหนา
 - เล็ก เรียว ยาว เปรี้ยวลม
 - ฐานท้องเรือแบนราบ
 - ฐานท้องเรือมีล้อเหมือนรถ
16. การใช้รถในข้อใดปลอดภัยที่สุด
- ใช้รถที่มีน้ำหนักเบาแต่ความเร็วสูง
 - ใช้รถที่บรรทุกรถตุหนักรมาก เพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน
 - ใช้รถที่ล้อเรียบเพื่อลดความเสียดทาน
 - ใช้รถที่มีหลังคาโค้ง และล้อรถมีขนาดเล็ก เพื่อลดแรงเสียดทาน
 - ใช้รถที่ล้อมีดอกยางเพื่อให้เกิดแรงเสียดทานเวลาเบรก

พิจารณารูปแล้วให้ตอบคำถามในข้อ 17 - 19



17. จากรูปเมื่อยกลูกตุ้มลูกที่ 1 ขึ้นด้วย ความสูงระดับ A, B, C ตามลำดับ แล้วปล่อยให้ตกลงมาลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่ขึ้นสูงเท่าใด

- ก. เมื่ออยู่ที่ A ลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่ขึ้นสูงระดับ A
- ข. เมื่ออยู่ที่ B ลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่ขึ้นสูงกวาระดับ B
- ค. เมื่ออยู่ที่ A ลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่ขึ้นสูงกว่า เมื่ออยู่ระดับ B และ C ตามลำดับ
- ง. เมื่ออยู่ที่ C ลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่ขึ้นสูงกว่าเมื่ออยู่ระดับ A และ B ตามลำดับ

18. เมื่ออยู่ที่ A, B และ C ลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่ขึ้นสูงเท่ากัน

18. จากรูปถ้าลูกตุ้มลูกที่ 1 สามารถเปลี่ยนน้ำหนักได้เป็นลูกตุ้ม A, B และ C ซึ่งหนัก 7, 8, 9 กรัม ตามลำดับ เมื่อยกให้สูงเท่าระดับคานทุกครั้ง ลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่แตกต่างกันอย่างไร
 - ก. เมื่อยกลูกตุ้ม A ลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่เท่าระดับคาน
 - ข. เมื่อยกลูกตุ้ม A ลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่ต่ำกว่าระดับคาน
 - ค. เมื่อยกลูกตุ้ม B ลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่ขึ้นต่ำกว่าเมื่อยกลูกตุ้ม A และ C
 - ง. เมื่อยกลูกตุ้ม C ลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่ขึ้นสูงกว่าเมื่อยกลูกตุ้มลูก A และ B
 - จ. เมื่อยกลูกตุ้ม A ลูกตุ้มลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่ขึ้นสูงกว่าเมื่อยกลูกตุ้มลูก B และ C

19. จากข้อ 17, 18 นักเรียนจะสรุปข้อมูล
ได้ว่อย่างไร

- ก. ความสูงมากขึ้นทำให้ความเร็ว
มากขึ้น
- ข. ความเร็วมากขึ้นทำให้โมเมนตัม
มากขึ้น
- ค. เมื่อมวลมากกว่าความเร็ว น้อยโมเมน
ตัมจะมากขึ้น
- ง. เมื่อมวลมากกว่าความเร็วมากโมเมน
ตัมจะมากขึ้น
- จ. เมื่อมวลมากกว่าความเร็วมากโมเมน
ตัมจะน้อยลง

20. ปริมาณที่เกิดจากผลคูณระหว่างมวล
กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ
เรียกว่าอะไร

- ก. โมเมนตัม
- ข. ความเร็ว
- ค. ความเร่ง
- ง. โมเมนตัม
- จ. พลังงานกล

21. จากตารางแสดงผลการทดลองต่อไปนี้
นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้ว่
อย่างไร

มวล (กิโลกรัม)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	โมเมนตัม (กิโลกรัม. เมตร วินาที)
1.5	4	6.0
1.5	5	7.5
2.0	5	10.0
2.0	6	12.0

- ก. โมเมนตัมเป็นสัดส่วนผกผันกับมวลและ
ความเร็ว
- ข. โมเมนตัมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวล
และความเร็ว
- ค. โมเมนตัมมาก เมื่อมวลน้อยแต่ความ
เร็วมาก
- ง. โมเมนตัมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ
มวลของวัตถุเท่านั้น
- จ. โมเมนตัมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ
ความเร็วของวัตถุเท่านั้น

22. ถ้าวัตถุ 2 ชนิด มีมวลเท่ากัน แต่ความเร็ว
เป็น v_1 และ v_2 ค่าโมเมนตัมจะ
ต่างกั้อย่างไร (ถ้า P_1, P_2 คือ
โมเมนตัม)

- ก. ถ้า $v_1 > v_2$ $P_1 > P_2$
- ข. ถ้า $v_1 < v_2$ $P_1 = P_2$
- ค. ถ้า $v_1 < v_2$ $P_1 > P_2$
- ง. ถ้า $v_1 < v_2$ $P_1 = P_2$
- จ. ถ้า $v_1 > v_2$ $P_1 > P_2$

23. วัตถุในข้อใดมีโมเมนตัมมากที่สุด

	มวล (กิโลกรัม)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)
ก	1	1
ข	2	1
ค	3	3
ง	4	2
จ	7	1

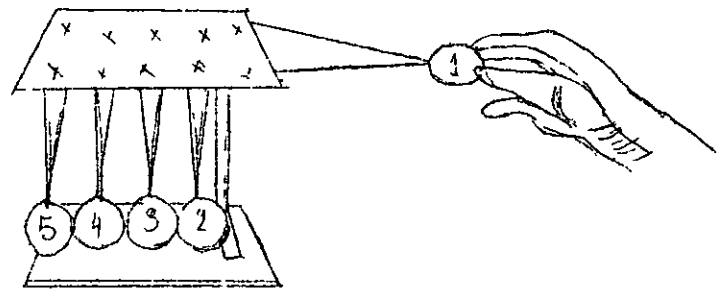
24. วัตถุมีมวล 50 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที วัตถุจะมีโมเมนตัมกี่กิโลกรัม เมตร/วินาที

- ก 5
- ข 50
- ค. 60
- ง. 55
- จ. 500

25. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด

- ก. โมเมนตัมคือพลังงาน ศักย์ รูปหนึ่ง
- ข. โมเมนตัมจะทำงานได้เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่
- ค โมเมนตัมแปรผกผันกับพลังงานของวัตถุ
- ง วัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะมีพลังงานจลนมากด้วย
- จ. วัตถุจะมีพลังงานมากหรือน้อยไม่ขึ้นกับโมเมนตัมของวัตถุ

จงพิจารณารูปแล้วตอบคำถามในข้อ 26 - 28



26. จากรูปเมื่อยกลูกตุ้มลูกที่ 1 แล้วปล่อยให้ตกลงลูกตุ้มจะเคลื่อนที่ที่มีระดับความสูงตามตารางนักเรียนจะตี ความหมายข้อมูลได้ว่อย่างไร

ความสูงของลูกตุ้มลูกที่ 1	ความสูงของลูกตุ้มลูกที่ 5
ระดับปาน	ต่ำกว่าระดับปาน
สูงกว่าระดับปาน 1 ซม	ระดับปาน
สูงกว่าระดับปาน 2 ซม.	สูงกว่าระดับปาน 1 ซม

- ก. วัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะมีพลังงานมาก
- ข ความสูงของลูกตุ้มลูกที่ 1 มากทำให้เกิดโมเมนตัมน้อย
- ก. ความสูงของลูกตุ้มลูกที่ 1 มากทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานน้อยลง
- ง. ระดับความสูงของลูกตุ้มลูกที่ 5 แปรผกผันกับความสูงของลูกตุ้มลูกที่ 1
- จ. แรงตกกระทบบของลูกตุ้มลูกที่ 1 ทำให้ลูกตุ้มลูกที่ 5 เคลื่อนที่ แตระดับความสูงน้อยกว่าลูกตุ้มลูกที่ 1

- 27 จากข้อ 26 ข้อสรุปใดถูกต้องที่สุด
- แรงตกกระทบของวัตถุเป็นสัดส่วนผกผันกับความสูง
 - ระดับความสูงเป็นสัดส่วนผกผันกับการสูญเสียพลังงาน
 - แรงตกกระทบของวัตถุเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความสูง
 - ระดับความสูงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการสูญเสียพลังงาน
 - แรงตกกระทบของวัตถุเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม
- 28 วัตถุเคลื่อนที่ลงบนทางลาดที่มีความรุนแรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง
- น้ำหนักของรถทั้ง 2 ฝ่าย
 - ความเร็วของรถทั้ง 2 ฝ่าย
 - น้ำหนักของรถคันหนึ่งมากกว่าอีกคันน้อย
 - ความเร็วของรถคันหนึ่งมากกว่าอีกคันน้อย
 - น้ำหนักและความเร็วของรถทั้ง 2 ฝ่าย

29. ความเฉื่อยหมายถึงอะไร
- แรงที่กระทำให้วัตถุหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่
 - แรงที่วัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ ประทะสิ่งกีดขวาง
 - วัตถุเปลี่ยนความเร็ว เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ
 - วัตถุเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและข้างหลัง เมื่อมีแรงมากระทำ
 - การรักษา สภาพหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ของวัตถุ
30. ปรากฏการณ์ใดเป็นผลมาจากความเฉื่อย
- ลมพัดคนไม่ลู่ตามลม
 - รถแล่นแล้วเบรคให้หยุด
 - คนข่วงก่อนขึ้นไปในอากาศ
 - การที่วัตถุตกจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำ
 - คนถือจักรยานเมื่อเบรคแล้วยังไถลต่อไป

31. เมื่อนักเรียนนั่งเรือหางยาวและไม่ได้จับขอบเรือให้แน่น ถ้าเรือเกิดเบรคทันทีจะเกิดอะไรขึ้นกับตัวนักเรียน

- ก. เอนไปข้างหลัง
- ข. เอนไปข้างหน้า
- ค. ทรุดคอนขึ้นที่สูง
- ง. โยกไปโยกมา
- จ. นั่งอยู่สภาพเดิม

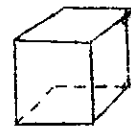
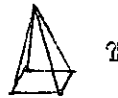
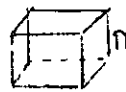
32. การบรรทุกของบนรถในข้อใดที่ปลอดภัยที่สุด

- ก. ของที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักน้อย
- ข. ของที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักมาก
- ค. ของที่มีขนาดเท่ารถ น้ำหนักพอสมควร
- ง. ของที่มีขนาดพอสมควร และผูกมัด ของให้ติดกับรถ
- จ. ของที่มีขนาดพอสมควร และผูกมัดของให้เป็นชิ้นเดียวกัน

33. จุดที่เป็แนวน้ำหนักรวมของวัตถุผ่านลงในแนวตั้งไม่ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ในลักษณะใด เรียกว่าอะไร

- ก. จุดสัมผัส
- ข. จุดศูนย์กลาง
- ค. จุดสมจุด
- ง. จุดสมมูล
- จ. จุดศูนย์กลาง

34. เมื่อกองแรงผลักดันวัตถุรูปทรงต่าง ๆ ต่อไปนี้ วัตถุรูปทรงใดจะล้มไถ่ง่ายที่สุด



35. จากข้อ 34 วัตถุจะล้มเนื่องจากอะไร

- ก. มวลของวัตถุมาก
- ข. วัตถุเกิดแรงเฉื่อย
- ค. แนวจุดศูนย์กลางตกภายในฐาน
- ง. แนวจุดศูนย์กลางตกออกนอกฐาน
- จ. แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุ

36. รถต่อไปนี้ รถชนิดใดเมื่อขับบนท้องถนนมีโอกาสพลิกคว่ำได้ง่ายที่สุด

- ก. รถไฟ
- ข. รถยนต์
- ค. รถราง
- ง. รถบรรทุก 6 ล้อ
- จ. รถยนต์โดยสาร 2 ชั้น

37. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นความหมายของกลจักร

- ก. เครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะ
- ข. เครื่องยนต์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกล
- ค. เครื่องยนต์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานความร้อน
- ง. เครื่องยนต์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานเคมี
- จ. เครื่องยนต์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานความร้อน

38. การแบ่งกลจักรออกเป็นกลจักรสันดาป

- ก. ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้
- ข. ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้
- ค. วิธีการที่ทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้

ง. สถานที่ที่ทำให้เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิง

จ. ระยะเวลาในการเผาไหม้เชื้อเพลิง

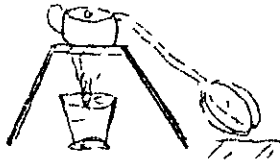
39. กลจักรชนิดใดเป็นกลจักรสันดาปภายนอก

- ก. ดีเซล
- ค. ก๊าซโซลีน
- ข. ไอน้ำ
- ง. ดีเซลและไอน้ำ
- จ. ดีเซลและก๊าซโซลีน

40. ข้อใดต่อไปนี้ หมายถึง กลจักร ไอน้ำ

- ก. ระบายที่ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง
- ข. รถยนต์ที่ทำงานโดยอาศัยแรงดันของไอน้ำ
- ค. เครื่องยนต์ที่ทำงานโดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง
- ง. เครื่องยนต์ที่ทำงานโดยอาศัยแรงดันของไอน้ำ
- จ. เครื่องยนต์ที่ทำงานโดยอาศัยแรงดันก๊าซธรรมชาติ

- 41 จากการทดลอง ต้มน้ำ และคอต้อย่าง
จากปากของกาน้ำไปที่ลูกโป่งพองขึ้น
นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้ว่า
อย่างไร



- ก. ไอน้ำมีแรงดัน
ข. ความร้อนทำให้น้ำเดือด
ค. เชื้อเพลิงทำให้เกิดความร้อน
ง. ไอน้ำทำให้ลูกโป่งพองตัว
จ. ความร้อนทำให้ลูกโป่งพองตัว
- 42 ข้อ ไปนี้ข้อใดเป็นความหมายของกลจักร
ก๊าซโซลีน
- ก. เครื่องยนต์ที่ทำงานด้วยเครื่องจักร
ข. เครื่องยนต์ที่ทำงานด้วยพลังงาน
เคมี
ค. เครื่องยนต์ที่ทำงานด้วยพลังงาน
ไอน้ำ
ง. เครื่องยนต์ที่ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง
จ. เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็น
เชื้อเพลิง

- 43 หม้อแปลงไฟฟ้าทำอะไร
- ก. เปลี่ยนความต่างศักย์ไฟฟ้าให้สูงขึ้น
หรือต่ำลง
ข. เปลี่ยนกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลง
ค. เปลี่ยนกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้นเท่านั้น
ง. เปลี่ยนกำลังไฟฟ้าให้ต่ำลงเท่านั้น
จ. เปลี่ยนความต่างศักย์ไฟฟ้าให้สูงขึ้น
เท่านั้น

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามในข้อ 44-45

- ก. หม้อแปลงขึ้น
ข. หม้อแปลงลง
ค. หม้อแปลงขึ้นและหม้อแปลงลง
ง. หม้อแปลงระบบอัตโนมัติ
จ. หม้อแปลงระบบสมดุล
- 44 หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้แปลงไฟจากสายไฟ
แรงสูง เข้าบ้านเป็นหม้อแปลงชนิดใด
45. กระดิ่งไฟฟ้าตามบ้านต้องใช้กับไฟฟ้ากระแส
สลับ 6 โวลต์ ฉะนั้นต้องใช้กับหม้อแปลงไฟ
ชนิดใด

46. จากการทดลองแสดงการจุดเชื้อเพลิง
 47. จากการทดลองจุดระเบิดด้วยประกายไฟฟ้า
- ประกายประกายไฟฟ้า เมื่อต่อสายไฟ
 ทองใจหมอแปลงชนิดใด เพราะเหตุใด
- ครบวงจร จะไม่มีประกายไฟฟ้า
 ก. หมอแปลงขึ้น เพื่อเพิ่มความต่างศักย์
 เกิดขึ้น แต่เมื่อไขปลายสายไฟเชื่อม
 ไฟฟ้า
 ข. หมอแปลงขึ้น เพื่อลดความต่างศักย์
 ที่ขั้วแบตเตอรี่ จึงเกิดประกายไฟฟ้า
 ไฟฟ้า
 ขึ้น นักเรียนจะสรุปผลการทดลอง
 ค. หมอแปลงลง เพื่อเพิ่มความต่างศักย์
 ไคว่างอย่างไร
 ง. หมอแปลงลง เพื่อลดความต่างศักย์
 ก. การเชื่อมสายไฟทำให้ขั้วไฟฟ้า
 ไฟฟ้า
 ทั้ง 2 ขั้วมีศักย์ไฟฟ้าเท่าจึงเกิด
 จ. หมอแปลงขึ้นหรือหมอแปลงลงก็ได้
 การลัดวงจรไฟฟ้าทำให้เกิด
 เพราะต่างก็สามารถปรับความต่าง
 ประกายไฟฟ้า
 กักเก็บไฟฟ้าได้
48. แรงที่ของเหลวพุ่งวักกู่ เมื่อวัตถุนั้นอยู่
 ในของเหลว เรียกว่าแรงอะไร
- ก. แรงลอยตัว
 ข. แรงกด
 ค. แรงยก
 ง. แรงขับ
 จ. แรงกัน
- ก. การต่อสายไฟครบวงจรทำให้
 ขั้วไฟฟ้าทั้ง 2 ขั้ว มีศักย์ไฟฟ้า
 ข. การเชื่อมสายไฟทำให้ขั้วไฟฟ้าทั้ง
 2 ขั้ว มีศักย์ไฟฟ้าสูงจึงเกิด
 การลัดวงจรไฟฟ้าทำให้เกิด
 ประกายไฟฟ้า
- ค. การต่อสายไฟครบวงจรทำให้
 ขั้วไฟฟ้าทั้ง 2 ขั้ว มีศักย์ไฟฟ้า
 สูง จึงเกิดการลัดวงจรไฟฟ้า
 ทำให้ไม่มีประกายไฟฟ้าเกิดขึ้น
- ง. การต่อสายไฟครบวงจรหรือการ
 เชื่อมสายไฟจะทำให้ขั้วไฟฟ้า
 ทั้ง 2 ขั้วมีศักย์ไฟฟ้าสูงจึงเกิด
 การลัดวงจรไฟฟ้า ทำให้เกิด

49. คู่มือนี้เป็นตารางแสดงผลของการชั่งน้ำหนักของวัตถุ ก, ข และ ค ในอากาศและในน้ำ

วัตถุ	น้ำหนักในอากาศ(กรัม)	น้ำหนักในน้ำ(กรัม)
ก	50	45
ข	30	18
ค	80	70

จากตารางนี้นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

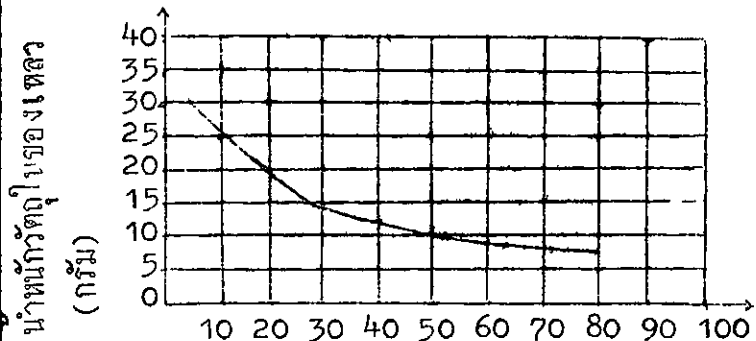
- ก. วัตถุ ข. มีน้ำหนักน้อยที่สุดเมื่อชั่งในน้ำ
- ข. วัตถุ ก. มีน้ำหนักมากที่สุดเมื่อชั่งในอากาศ
- ค. เมื่อชั่งวัตถุ ก. ในน้ำ น้ำหนักจะลดลง 5 กรัม
- ง. เมื่อชั่งวัตถุในน้ำ น้ำหนักของวัตถุจะน้อยกว่าเมื่อชั่งในอากาศ
- จ. น้ำหนักของวัตถุชนิดเดียวกันจะหนักไม่เท่ากันเมื่อชั่งในอากาศและในน้ำ
50. จากการทดลองเมื่อชั่งดินน้ำมันทรงตันในอากาศหนัก 30 กรัม แต่เมื่อนำไปชั่งในน้ำหนัก 20 กรัม นักเรียนจะตีความหมายข้อมูลที่ได้ว่าอย่างไร
- ก. น้ำมีแรงพยุง

- ข. น้ำมีแรงพยุงมากกว่าอากาศ
- ค. น้ำมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ
- ง. น้ำหนักของดินน้ำมันลดลงเมื่อชั่งในน้ำ
- จ. วัตถุที่ชั่งในสภาวะแวดล้อมต่างกันน้ำหนักย่อมต่างกันด้วย

51. จากข้อ 50 นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- ก. น้ำมีแรงพยุง
- ข. น้ำหนักของดินน้ำมันลดลงเมื่อชั่งในน้ำ
- ค. ดินน้ำมันมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ
- ง. น้ำมีแรงพยุงมากกว่าดินน้ำมัน
- จ. น้ำหนักดินน้ำมันลดลง 10 กรัมเมื่อชั่งในน้ำ

52. จากการทดลองชั่งวัตถุชนิดเดียวกันในของเหลวที่มีความหนาแน่นต่างกันได้ผลดังกราฟ



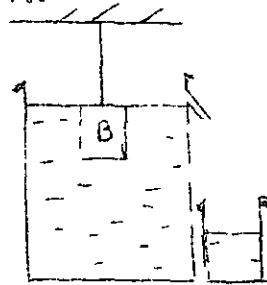
ความหนาแน่นของของเหลว (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

จากกราฟนักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- ก. วัตถุที่มีความหนาแน่นมากจะมีน้ำหนักน้อย
- ข. ชั่งวัตถุในของเหลวต่างชนิดกันจะได้ น้ำหนักไม่เท่ากัน

- ข. ชั่งวัตถุในของเหลวต่างชนิดกันจะได้น้ำหนักไม่เท่ากัน
- ค. น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะมีน้ำหนักมากกว่า
- ง. น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในของเหลวที่มีความหนาแน่นยิ่งมากจะมีน้ำหนักยิ่งน้อย
- จ. น้ำหนักของวัตถุจะมากขึ้นเมื่อของเหลวมีแรงพยุงมากขึ้น
๒๖. เมื่อยังกินน้ำมัน ชีวหนัก 70 กรัมในน้ำจะหนัก 53 กรัม เมื่อนำไปชั่งในน้ำทะเลหนัก 49 กรัม นักเรียนจะสรุปได้ว่าอย่างไร
- ก. น้ำทะเลมีแรงพยุงน้อยกว่าน้ำ
- ข. น้ำหนักของกินน้ำมันหายไป 21 กรัมทุกครั้งเมื่อชั่งในน้ำทะเล
- ค. เมื่อชั่งกินน้ำมันในน้ำทะเลได้น้ำหนักน้อยกว่าเมื่อชั่งกินน้ำมันในน้ำ
- ง. น้ำหนักของวัตถุเมื่อชั่งในน้ำจะลดลงน้อยกว่าเมื่อวัตถุนั้นชั่งในน้ำทะเล
- จ. น้ำหนักของวัตถุจะลดเมื่อชั่งในของเหลวที่มีความหนาแน่นต่างกัน

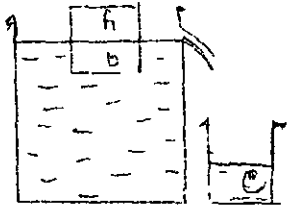
54. จากรูปต่อไปนี้ เมื่อชั่งวัตถุ B ในอากาศได้ 150 กรัม ชั่งในน้ำจะหนักประมาณเท่าไร



(น้ำ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร)

- ก. 30 กรัม ข. 60 กรัม
- ก. 120 กรัม ง. 150 กรัม
- จ. 180 กรัม
55. ถ้าต้องการให้วัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าลอยในของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าควรทำอย่างไร
- ก. เพิ่มมวลและเพิ่มปริมาตร
- ข. เข็มมวลแต่ลดปริมาตร
- ค. เพิ่มปริมาตรแก่มวลคงที่
- ง. เพิ่มมวลแต่ปริมาตรคงที่
- จ. ลดมวลและลดปริมาตร
56. เมื่อชั่งกินน้ำมันขณะลอยในของเหลวที่มีความหนาแน่นมาก จะมีน้ำหนักเท่าใด
- ก. เท่ากับศูนย์
- ข. เท่ากับน้ำหนักในอากาศ
- ค. น้อยกว่าเมื่อชั่งในอากาศ
- ง. มากกว่าเมื่อชั่งในอากาศ
- จ. เท่ากับปริมาตรของกินน้ำมัน

57. เมื่อนำวัตถุหนัก 150 กรัมไปลอยในน้ำพบว่ามีส่วนจมน้ำดังรูป



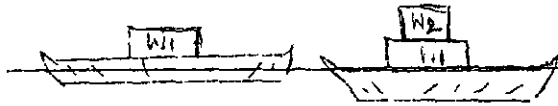
น้ำหนักของน้ำในถ้วย C จะหนักเท่าไร

- ก. หนักเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วน B
- ข. หนักเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วน A
- ค. หนักเท่ากับน้ำหนักของวัตถุเมื่อชั่งในน้ำ
- ง. หนักเท่ากับน้ำหนักของวัตถุเมื่อชั่งในอากาศ
- จ. หนักเท่ากับศูนย์เพราะวัตถุลอยอยู่ในช่องเหลว

58. เพราะเหตุใดเรือเหล็กจึงสามารถลอยน้ำได้

- ก. น้ำช่วยให้เกิดแรงลอยตัว
- ข. เหล็กมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ
- ค. น้ำหนักของเรือเหล็กน้อยกว่าน้ำหนักของน้ำ
- ง. เรือเหล็กมีปริมาตรมากจนมีความหนาแน่นน้อย
- จ. เรือเหล็กมีปริมาตรมากจนมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ

59. จากรูป การบรรทุกของบนเรือในข้อใดปลอดภัยที่สุด



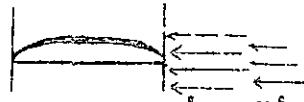
- ก. ของที่มีน้ำหนักเท่ากับ w_1
 - ข. ของที่มีน้ำหนักเท่ากับ $w_1 + w_2$
 - ค. ของที่มีน้ำหนักมากกว่า $w_1 + w_2$
 - ง. ของที่มีปริมาตรเท่ากับ w_1
 - จ. ของที่มีปริมาตรเท่ากับ $w_1 + w_2$
60. ข้อความต่อไปในข้อใดเป็นหลักของแก๊สเบียร์ นู ลี ที่ใช้ในการสร้างเครื่องบิน
- ก. เมื่อของไหลมีความเร็วคงที่ ความดันของของไหลจะเพิ่มขึ้น
 - ข. เมื่อของไหลมีความเร็วลดลง ความดันของไหลจะลดลง
 - ค. เมื่อของไหลมีความเร็วสูงขึ้นความดันของของไหลจะลดลง
 - ง. เมื่อของไหลมีความเร็วสูงขึ้น ความดันของของไหลจะเพิ่มขึ้น
 - จ. เมื่อของไหลมีความเร็วลดลง ความดันของของไหลจะเท่าเดิม

61. ถ้านักเรียนไปยืนอยู่ริมทางเท้า และมีรถแล่นเฉี่ยวมาอย่างรวดเร็วตามหลักของเบอร์นูลลี จะเกิดอะไรขึ้น
- ก. ตัวนักเรียนจะลอยสูงขึ้น
- ข. ตัวนักเรียนจะเอนเข้าหารถ
- ค. ตัวนักเรียนจะเอนออกจากรถ
- ง. ตัวนักเรียนจะเคลื่อนที่ไปทางเดียวกับรถ
- จ. ตัวนักเรียนจะเคลื่อนที่ไปคนละทางกับรถ

62. จากการทดลองเมื่อเป่าลมผ่านแผ่นกระดาษที่พับให้คานบนโค้งคานล่างเรียบ กระดาษจะลอยอยู่ในอากาศได้ เพราะเหตุใด
- ก. ความดันอากาศคานบนมากกว่าความดันอากาศคานล่าง จึงเกิดแรงลอยตัว
- ข. ความดันอากาศคานบนน้อยกว่าความดันอากาศคานล่าง จึงเกิดแรงลอยตัว
- ค. ความดันอากาศคานบนและคานล่างเพิ่มขึ้นจากเดิมจึงเกิดแรงลอยตัว
- ง. ความดันอากาศคานบนและความดันอากาศคานล่างลดลง จึงเกิดแรงลอยตัว

- จ. ความดันอากาศคานบนและคานล่างเท่ากัน จึงเกิดแรงลอยตัว

63. เมื่อมีอากาศพัดผ่านกระดาษซึ่งคานบนโค้งคานล่างเรียบ ดังรูป



จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าข้อใดถูก

- ก. ความเร็วอากาศคานบนเพิ่มขึ้น ความดันอากาศลดลง ทำให้เกิดแรงยกตัว
- ข. ความเร็วอากาศคานล่างเพิ่มขึ้น ความดันอากาศลดลง ทำให้เกิดแรงยกตัว
- ค. ความเร็วอากาศคานบนลดลง ความดันอากาศเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดแรงยกตัว
- ง. ความเร็วอากาศคานบนและคานล่างลดลง ความดันอากาศเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดแรงยกตัว
- จ. ความเร็วอากาศคานบนเท่าเดิม แต่ความดันอากาศเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดแรงยกตัว
64. จากหลักของเบอร์นูลลี ควรสร้างปีกเครื่องบินมีลักษณะอย่างไร
- ก. โกงทั้งคานบนและคานล่าง
- ข. โกงคานบน เรียบคานล่าง
- ค. โกงคานล่าง เรียบคานบน
- ง. โกงคานบน เว้าคานล่าง
- จ. โกงคานล่าง เว้าคานบน

65. เครื่องบินที่ขับเคลื่อนด้วยใบพัดเคลื่อนที่

ไปข้างหน้าได้เพราะอะไร

- ก. ใบพัดทำให้ความดันอากาศด้านหน้าน้อยกว่าด้านหลังจึงเคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- ข. ใบพัดทำให้ความดันอากาศด้านหน้ามากกว่าด้านหลังจึงเคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- ค. ใบพัดทำให้ความดันอากาศด้านหน้าและด้านหลังเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- ง. ใบพัดทำให้ความดันอากาศด้านหน้าและด้านหลังลดลงจึงเคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- จ. ใบพัดทำให้ความดันอากาศด้านหน้าและด้านหลังเท่ากันจึงเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

66. เครื่องบินไอพ่นเคลื่อนไปข้างหน้าได้

เนื่องจากท่อไอพ่นพ่นอากาศออกไปทางด้านใดของเครื่อง

- ก. ด้านหลัง
- ข. ด้านหน้า
- ค. ด้านบน
- ง. ด้านหลังและด้านบน
- จ. ด้านหน้าและด้านบน
- ฉ. ทุกทิศทุกทาง

67. สารแม่เหล็กหมายถึงอะไร

- ก. โลหะที่สามารถทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก
- ข. อโลหะที่สามารถใช้เพิ่มแรงแม่เหล็ก
- ค. โลหะและอโลหะที่สามารถใช้เพิ่มแรงแม่เหล็ก
- ง. สารเคมีที่สามารถใช้เพิ่มแรงแม่เหล็ก
- จ. วัตถุที่สามารถเพิ่มแรงแม่เหล็ก

68. เมื่อขดลวดกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวดแรงแม่เหล็ก เหล่านี้จะไปเหนี่ยวนำให้แกนเหล็กกลายเป็นแม่เหล็ก ข้อความนี้อธิบายการเกิดอะไร

- ก. ไฟฟ้าสถิต
- ข. กลิ่นแม่เหล็ก
- ค. กระแสไฟฟ้า
- ง. แม่เหล็กไฟฟ้า
- จ. เส้นแรงแม่เหล็ก

69. จากการทดลองใช้ขดลวดมีเนียมเป็นแกนพัน

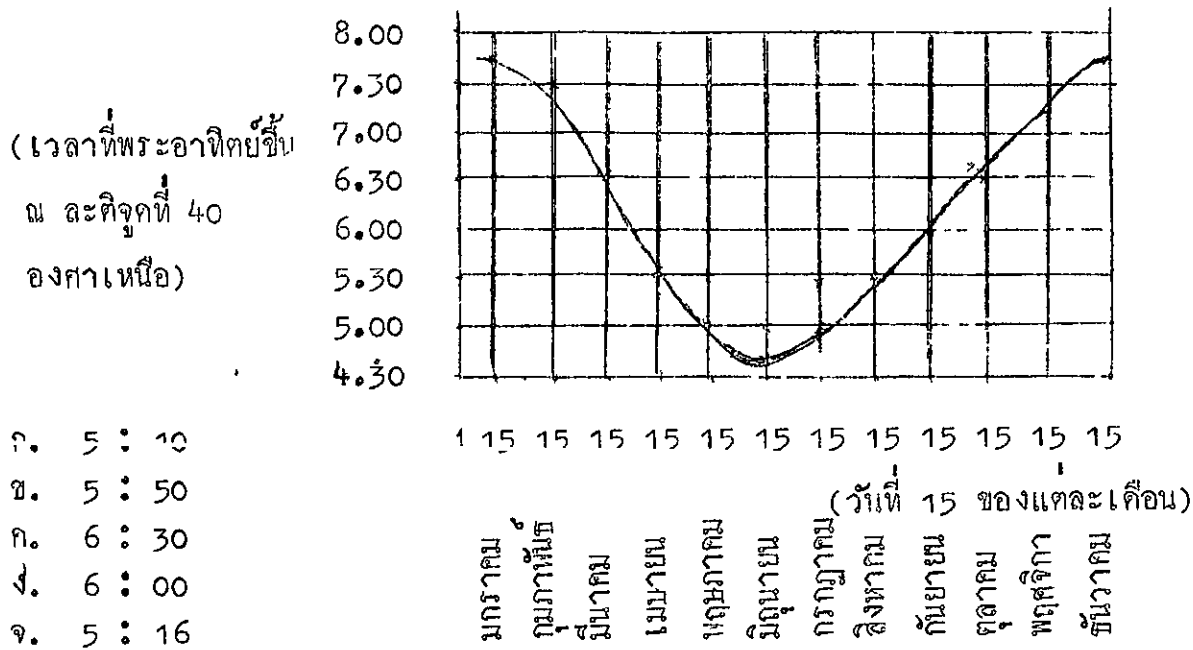
ลวดทองแดง 50 รอบ และต่อปลายของลวดทองแดงไปยังแอมมิเตอร์ เมื่อนำตะปูแขวนเชือกเข้าไปใกล้พบว่าเกิดแรงดูดตะปุน้อยกว่า เมื่อพันลวดทองแดง 100 รอบ นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

- ก. แกนขดลวดมีเนียมทำให้แรงดึงดูดต่างกัน
- ข. แรงแม่เหล็กจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงดึงดูด

- ค. แรงแม่เหล็กเมื่อพันลวด 100 รอบเท่ากับ 50 รอบแต่แรงดึงดูดคางกัน
- ง. การเพิ่มจำนวนรอบของลวดทองแดง ทำให้เพิ่มแรงแม่เหล็ก
- จ. การเพิ่มจำนวนรอบของลวดทองแดงเป็น 2 เท่า ทำให้เพิ่มแรงแม่เหล็กเป็น 2 เท่าด้วย
- 70 ข้อใดไม่ให้เกิดการเพิ่มแรงแม่เหล็ก
- ก. เพิ่มจำนวนรอบของขลวด
- ข. เพิ่มกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขลวด
- ค. เพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขลวด
- ง. ชนิดของโลหะที่นำมาใช้ทำเป็นแกนในขลวด
- จ. ลดความยาวของเส้นลวดที่ไม่ได้พันแกน
- 71 ข้อใดหมายถึงสนามแม่เหล็ก
- ก. บริเวณที่มีเหล็ก
- ข. บริเวณที่มีสารแม่เหล็ก
- ค. บริเวณที่มีแรงแม่เหล็ก
- ง. บริเวณที่โลหะกลายเป็นแม่เหล็ก
- จ. บริเวณที่ขั้วเหนือและขั้วใต้ของแท่งเหล็กพบกัน

72. จงลำดับหลักการทำงานของเครื่องส่งและเครื่องรับโทร เลขต่อไปนี้
1. กระแสไฟฟ้าทำให้ขลวดในเครื่องรับบิดานาจแม่เหล็กถูกแผ่นเหล็กให้กระทบแม่เหล็ก
 2. กดกันเกาะของเครื่องส่งวงจรปิด
 3. เกิดมีเสียงจิ้งหะเกี่ยวข้องกับคานเกาะเป็นสัญญาณโทร เลข
 4. แปลสัญญาณโทร เลข เป็นข้อความ
- ก. 1, 2, 3, 4 ข. 2, 1, 3, 4
- ก. 1, 2, 4, 3 ง. 3, 4, 2, 1
- จ. 4, 2, 1, 3
73. เมื่อต่อวงจรเครื่องรับและเครื่องส่งโทร เลขครบแล้วจะเกิดอะไรขึ้น
- ก. เกิดรหัสที่เครื่องส่ง
- ข. เกิดรหัสที่เครื่องรับ
- ค. เกิดเสียงที่คันเคาะของเครื่องส่ง
- ง. เกิดเสียงที่คันเคาะของเครื่องรับ
- จ. เกิดเสียงที่คันเคาะของเครื่องรับและเครื่องส่ง
74. หลักการของเครื่องรับและเครื่องส่งโทร เลขมีการโทรพิมพ์ก่อนใด
- ก. ตอนส่งสัญญาณที่เครื่องส่ง
- ข. ตอนส่งสัญญาณที่เครื่องรับ
- ค. ตอนรับสัญญาณที่เครื่องรับ
- ง. หลังจากเครื่องรับเคาะสัญญาณแล้ว
- จ. หลังจากเครื่องรับแปลรหัสแล้ว

4. จากกราฟแสดงข้อมูลของเวลาที่พระอาทิตย์ขึ้น ณ ละติจูดที่ 40 องศาเหนือในวันที่ 15 ของทุกเดือน อยากทราบว่าในวันที่ 1 เมษายน ปีเดียวกัน พระอาทิตย์จะขึ้นเวลาใด



5. ในการวัดจำนวนครั้งของการแกว่งของลูกตุ้ม โดยให้ความยาวของเชือกที่ผูกลูกตุ้มยาวต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตาราง ถ้าความยาวของเชือกเป็น 34 เซนติเมตร จำนวนรอบในการแกว่ง 1 นาที จะเป็นเท่าไร

ความยาวของเชือก (เซนติเมตร)	จำนวนรอบใน 1 นาที
20	65
25	60
30	55
40	45

- ก. 40 รอบ ข. 45 รอบ ค. 50 รอบ
 ง. 51 รอบ จ. 55 รอบ

24. จากตารางจุดบันทึกของนักเรียนคนหนึ่ง ซึ่งวัดความยาวของเงาเสาธงในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2526 ช่วงเวลาดังแต่ 12.00 นาฬิกา ถึง 16.00 นาฬิกา ได้ข้อมูลดังตาราง

เวลา (นาฬิกา)	ความยาวของเงาเสาธง (เมตร)
12.00	0.3
12.30	0.8
13.00	1.3
14.00	2.3
15.00	3.3
16.00	4.3

จากข้อมูล เวลา 14.30 นาฬิกาเงาของเสาธงจะยาวกี่เมตร

ก. 2.2

ข. 2.5

ค. 2.8

ง. 3.1

จ. 3.25

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ... ..

ชั้น.....

คำสั่ง จงขีดเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวในกระดาษคำตอบ

1. ในการทดลองซึ่งวัตถุชนิดหนึ่งด้วยเครื่องซึ่งมาตรฐานหลายครั้ง โดยเปลี่ยนอุณหภูมิของวัตถุ นั้นทุกครั้ง จาก 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าน้ำหนักของวัตถุเท่ากันทุกครั้ง จะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร
 - ก. วัตถุนี้น้ำหนักที่แม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนไป
 - ข. วัตถุทุกชนิดมีน้ำหนักที่แม้อุณหภูมิเปลี่ยนไป
 - ค. วัตถุชนิดนี้มีน้ำหนักที่เมื่ออยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส
 - ง. วัตถุนี้น้ำหนักเปลี่ยนไปเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส
 - จ. วัตถุทุกชนิดมีน้ำหนักที่เมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส
2. ในการทดลองใช้สปริงแขวนวัตถุที่มีมวลต่าง ๆ กันวัดระยะที่สปริงยืดออกได้ดังตาราง

น้ำหนักที่แขวน (กรัม)	ส่วนยืตัวของสปริง (เซนติเมตร)
0	0
1	1.6
2	3.2
3	4.8
4	6.0

จากตารางนักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- ก. ถ้าน้ำหนักที่แขวนมากส่วนยี่ของสปริงจะมากด้วย
- ข. น้ำหนักที่แขวนแปรผกผันกับส่วนยี่ของสปริง
- ค. สปริงจะยืมากที่สุดเมื่อแขวนน้ำหนัก 4 กรัม
- ง. เมื่อแขวนน้ำหนัก 2 กรัม ส่วนยี่ของสปริงเท่ากับ 3.2 เซนติเมตร
- จ. น้ำหนักที่แขวนเพิ่มขึ้น 1 กรัม ส่วนยี่ของสปริงเพิ่มขึ้น 1.6 เซนติเมตร
3. จากตารางแสดงความสามารถในการละลายของสารที่ 25°C จะตีความหมายข้อมูล
ได้อย่างไร

สาร	ความสามารถในการละลาย (กรัม/น้ำ 100 กรัม)
มักเนเซียมซัลเฟต	36.3
โซเดียมคลอไรด์	36.0
โซเดียมคาร์บอเนต	29.4
คอปเปอร์ซัลเฟต	22.0
สารส้ม	7.8
คัลเซียมซัลเฟต	0.21

- ก. มักเนเซียมซัลเฟตละลายได้มากที่สุดใต้น้ำ 100 กรัม
- ข. มักเนเซียมซัลเฟตกับโซเดียมคลอไรด์ละลายได้ใกล้เคียงกัน
- ค. ความสามารถในการละลายของสารทั้ง 6 ชนิดขึ้นกับอุณหภูมิ
- ง. สารส้ม 100 กรัม จะละลายได้ 7.8 กรัม ที่อุณหภูมิคงที่
- จ. ที่อุณหภูมิของสารละลาย 25°C มักเนเซียมซัลเฟต 36.3 กรัม สามารถละลายได้
ในน้ำที่ละลาย 100 กรัม

4. จากการสังเกตและจับบันทึกเวลาน้ำขึ้นสูงสุด ในแต่ละวันปรากฏผลดังนี้

วันที่	เวลาที่น้ำขึ้นสูงสุด (นาฬิกา)
4	5.00
6	6.40
7	7.30
8	10.00

นักเรียนจะสรุปได้ว่อย่างไร

- เวลาที่น้ำขึ้นสูงสุดในแต่ละวันไม่เท่ากัน
 - วันที่ 8 น้ำขึ้นสูงสุดเวลา 10.00 นาฬิกา
 - วันที่ 6 น้ำขึ้นสูงสุดช้ากว่าวันที่ 4 100 นาที
 - ระดัมน้ำที่ขึ้นสูงสุดในแต่ละวันไม่เท่ากัน
 - วันที่ 4 ของทุก ๆ เดือนน้ำจะขึ้นเวลา 5.00 นาฬิกา
5. ในการวัดความหนาแน่นของการแกว่งลูกตุ้ม โดยให้ความยาวของเชือกที่ผูกลูกตุ้มยาวต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตารางนักเรียนจะสรุปผลจากข้อมูลได้อย่างไร

ความยาวของเชือก (เซนติเมตร)	จำนวนรอบใน 1 นาที (รอบ)
20	65
25	60
30	55
35	50
40	45

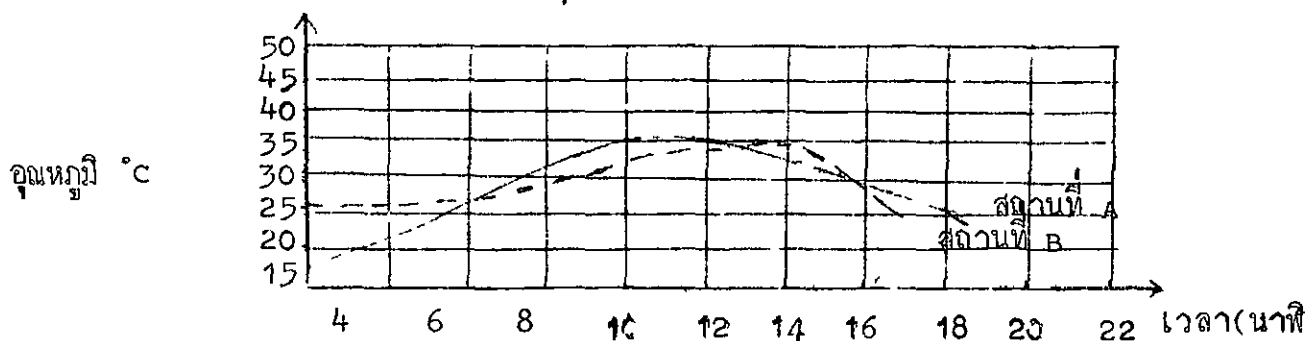
- ก. ความยาวของเชือกมากขึ้น ทำให้การแกว่งของลูกตุ้มช้าลง
- ข. จำนวนรอบการแกว่งของลูกตุ้มมากที่สุดเมื่อเชือกยาว 20 เซนติเมตร
- ค. ในช่วงเวลาเท่ากัน จำนวนรอบการแกว่งของลูกตุ้มแปรผันตรงกับความยาวของเชือก
- ง. เชือกยาว 40 เซนติเมตร จำนวนรอบการแกว่งของลูกตุ้มมากกว่าเชือกยาว 30 เซนติเมตร 10 รอบ
- จ. ในช่วงเวลา 1 นาที เชือกยาวเพิ่มขึ้น 5 เซนติเมตร จำนวนรอบการแกว่งของลูกตุ้มจะลดลง 5 รอบ

จงพิจารณาแผนภูมิที่ใ้จากกรศึกษาสำรวจแล้วตอบคำถามในข้อ 6

<u>ชนิดสัตว์</u>	<u>อาหารที่กิน</u>
ช้าง	พืช
ม้า	พืช
วัว	พืช
เสือ	สัตว์
สุนัข	พืชและสัตว์
แมว	สัตว์
ไก่	พืชและสัตว์
นกกระเจอก	สัตว์

6. ข้อใดต่อไปนี้เป็นกรสรุปผลข้อมูลข้างต้นได้กัที่สุด
- ก. ช้าง ม้า วัว เป็นสัตว์ใหญ่จึงกินพืชเป็นอาหาร
- ข. สุนัขและไก้อาจจะกินแก่สัตว์ก็อยู่ได้
- ค. สัตว์แบ่งได้เป็น 3 พวก คือ กินพืช กินสัตว์ และกินทั้งพืชและสัตว์
- ง. พืชเป็นผูผลิตสัตว์เป็นผูบริโภค
- จ. การดำรงชีวิตของอาศัยพืชและสัตว์เป็นอาหาร

7. จากกราฟต่อไปนี้ นักเรียนจะลงข้อสรุปได้ว่อย่างไร



- ก. ใน ช่วงอุณหภูมิสูงที่สุดอยู่ระหว่าง 30°C ถึง 35°C
 ข. สถานที่ A มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมากกว่าสถานที่ B
 ค. เมื่อเวลา 8 นาฬิกา สถานที่ทั้งสองมีอุณหภูมิแตกต่างกันน้อยที่สุด
 ง. เมื่อเวลา 12 นาฬิกา สถานที่ทั้งสองแห่งมีอุณหภูมิต่างกันมากที่สุด
 จ. เมื่อเวลา 12 นาฬิกา สถานที่ทั้งสองแห่งมีอุณหภูมิสูงที่สุด
8. จากตารางบันทึกผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของคัลเซียมคลอไรด์และอุณหภูมิที่ใช้ในการละลายคัลเซียมคลอไรด์ ต่อไปนี้ข้อใดเป็นการสรุปผลการทดลองที่ถูกต้อง

ทดลองที่	ปริมาตรของคัลเซียมคลอไรด์ (cm^3)	อุณหภูมิขณะละลาย $^{\circ}\text{C}$
1	2	34
2	4	36
3	6	39

- ก. ปริมาณคัลเซียมคลอไรด์ 6 cm^3 อุณหภูมิขณะละลาย 39°C
 ข. ปริมาณของสารละลายลดลง อุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น
 ค. ปริมาณของสารละลายเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของสารละลายลดลง
 ง. ปริมาตรของคัลเซียมคลอไรด์ แปรผกผันกับอุณหภูมิของการละลายคัลเซียมคลอไรด์
 จ. ปริมาตรของคัลเซียมคลอไรด์ แปรผันตรงกับอุณหภูมิของการละลายคัลเซียมคลอไรด์

9. ภายใต้สภาวะเดียวกัน นักเรียนจะสรุปผลจากตารางข้างล่างนี้ได้ว่าอย่างไร

ชนิดสาร	มวล(กรัม)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	มวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
เหล็กแท่งที่ 1	78	10	7.8
เหล็กแท่งที่ 2	55	7	7.8
เหล็กแท่งที่ 3	39	5	7.8
ทองแดงแท่งที่ 1	179	20	8.9
ทองแดงแท่งที่ 2	89	10	8.9
ทองแดงแท่งที่ 3	26.7	3	8.9

- ก. ความวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรคือค่าความหนาแน่นของสาร
 ข. ความวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของเหล็กมีค่ามากที่สุด
 ค. ความวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของทองแดงมีค่าคงที่
 ง. สารชนิดเดียวกันมีความวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรคงที่
 จ. ค่าความหนาแน่นของทองแดงทั้ง 3 แท่งมีค่าเท่ากัน

10. จากตารางแสดงการหดตัวของดินค้ำบล A, B, C จากระดับที่เริ่มศึกษาในช่วงเวลา 6 เดือน นักเรียนจะสรุปข้อมูลได้ว่าอย่างไร

ระยะหดตัวจากระดับที่เริ่มศึกษา (มิลลิเมตร)

คาบดิน	เดือนที่					
	1	2	3	4	5	6
A	0.2	0.5	1.2	1.9	2.2	2.3
B	0.3	0.6	1.3	2.1	2.4	2.5
C	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2

- ก. เค็อนทอไปคินในคอบล c จะไม่ทรุกคัว
- ข. ในเค็อนทอไปคินในคอบล A และ B กวรจะทรุกคัวลงอื่กประมาณ 1 มิลลิเมตร
- ค. อัครากการทรุกคัวของคินในคอบล c น้อยกว่้อัครากการทรุกคัวของคินในคอบล A และ B
- ง. ปริมาณน้ำในคินของคอบล c มีน้อยกว่้อปริมาณน้ำในคินของคอบล A และ B มาก
- จ. คอบล c มีความเหมาะสมที่จะสร้างอากการบาคห้สุด เนื่องวากคินทรุกคัวไม่มากน้ก และสภากพงคินไม่แข็งวนเกินไป
11. ในการทคคองห้าความสัมพันธ์ ระหว่่างความคั้นและปริมาตรของก๊ากชแอมโมเน็ยและกรกเกลือที่อุณหภูมิ 80 °C ใค้ข้อมูลดังห้บ่ต่อไปนี้

ก๊ากช	P. ความคั้น (นิวตัน/การางเมตร)	V. ปริมาตร (ลูกบาคก์เมตร)	P X V (นิวตัน/เมตร)
แอมโมเน็ย	0.100	421.0	42.1
	0.500	84.2	42.1
	1.000	42.1	42.1
กรกเกลือ	0.100	196.0	19.6
	0.500	39.2	19.6
	1.000	19.6	19.6

จากตารางข้างบนน้ก เร็ยน้กความหมายข้อมูลว่อย่างไรร

- ก. ผลคูนของคววมคั้นกับปริมาตรของสสารมีค่าคงที่
- ข. ให้อุณหภูมิเท่ากันผลคูนของคววมคั้นกับปริมาตรของสสารมีค่าเท่ากัน
- ค. ให้อุณหภูมิคงที่ผลคูนของคววมคั้นกับปริมาตรของสสารมีค่าคงที่
- ง. ให้อุณหภูมิ 80 °C ผลคูนของคววมคั้นกับปริมาตรของแอมโมเน็ยมีค่าคงที่
- จ. ให้อุณหภูมิ 80 °C ผลคูนของคววมคั้นกับปริมาตรของก๊ากชแอมโมเน็ยและกรกเกลือมีค่าเท่ากับ 42.1 และ 19.6 ตามล้าคับ

12. จากการทดลองเพื่อใส่สารชนิดต่าง ๆ ในหลอกหกลอง หลอกละ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมเมล็ดสับดูลงไปหลอกละ 5 กรัม เมื่อเขย่าพบว่าเกิดฟองสบู่สูง ระดับต่าง ๆ กัน ดังตาราง นักเรียนจะตีความหมายจากข้อมูลมาไว้อย่างไร

หลอกที่	ชนิดของสารในหลอก	ความสูงของฟองสบู่ที่เกิดขึ้น (เซนติเมตร)
1	น้ำประปา	3.0
2	น้ำอ	2.5
3	น้ำกลั่น	5.0
4	น้ำฝน	4.8
5	น้ำกลั่นและแท่งเชื่อมฟิตอโรก	1.6
6	น้ำกลั่นและเม็ดเชื่อมไฮโครเจนคาร์บอเนต	1.8

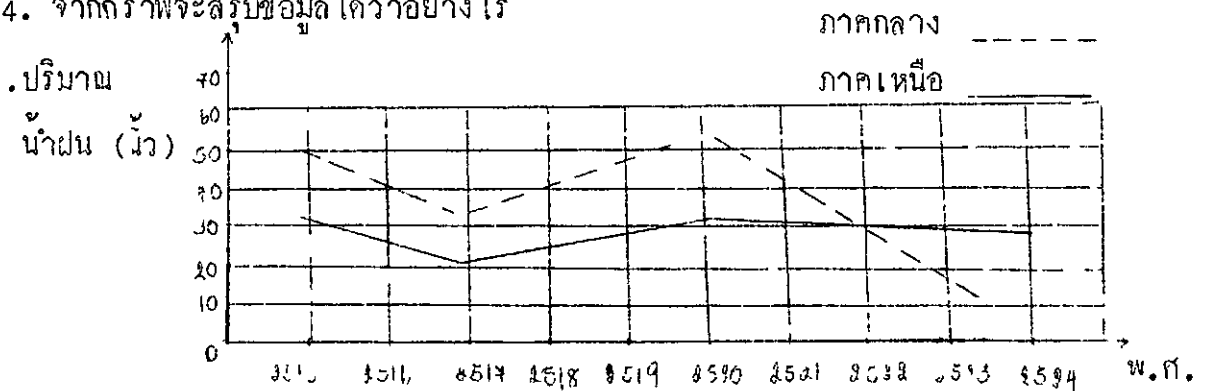
- ก. หลอกที่ 5 เป็นน้ำกระด้างถาวร
 ข. หลอกที่ 6 เป็นน้ำกระด้างน้อยกว่าหลอกที่ 5
 ค. น้ำที่เป็นน้ำกระด้างมากจะมีฟองสบู่ลดลง
 ง. น้ำแต่ละชนิดหาฟองกับสับดูได้ไม่เหมือนกัน
 จ. น้ำประปา 20 ลูกบาศก์เซนติเมตรละลายกับสับดู 5 กรัม เกิดฟองสบู่สูง 3 เซนติเมตร
13. จากการบันทึกอุณหภูมิเฉลี่ย ณ สถานที่ต่าง ๆ ในเวลาเดียวกันของ นักทดลองท่านหนึ่งได้ข้อมูล ดังตารางข้างล่าง

สถานที่	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)
ชายหาดบางแสน	30
สนามหลวง	31
คอบขี้เตน	21
ประเทศธิเบต	5
เทือกเขาคิมาลัย	-21

จากตารางนักเรียนจะสรุปข้อมูลได้อย่างไร

- ก. สนามหลวงร้อนกว่าประเทศิเบต 26°
- ข. บนเทือกเขานิมาลัยน้ำจะเป็นน้ำแข็งหมก
- ค. ประเทศิเบตหนาวกว่าประเทศไทย
- ง. บริเวณที่สูงจากระดับน้ำทะเลมากขึ้น อุณหภูมิจะลดลง
- จ. เทือกเขานิมาลัยสูงกว่าประเทศิเบต

14. จากกราฟจะสรุปข้อมูลได้อย่างไร



- ก. ปี 2517 มีฝนตกใน 2 ภาค แตกต่างกันน้อยที่สุด
- ข. ปี 2520 ทั้ง 2 ภาค มีความชุ่มชื้นสูงที่สุด
- ค. ภาคกลางจะฝนตกโดยเฉลี่ยมากกว่าภาคเหนือ
- ง. โดยเฉลี่ยแล้วภาคกลางมีความชุ่มชื้นน้อยกว่าภาคเหนือ
- จ. ปี 2520 ภาคกลางมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าภาคเหนือประมาณ 20 นิ้ว

คู่มือประกอบการสอนแบบสืบเสาะที่ขึ้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน

กฎระเบียบประกอบการสอนแบบสืบเสาะที่ป็นต้นสรุปผลการทดลองต่างกัน

เรื่อง การขนส่งและสื่อสาร

รายการส่วน เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ตอน คือ

ตอนที่ 1. วัตุนาการขนส่ง

หน่วยที่ 1. แรงเสียดทาน, ล้อกับยานพาหนะ

หน่วยที่ 2. สิ่งที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

ตอนที่ 2. ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ

หน่วยที่ 3. การชนกับดวงวัตถุ

หน่วยที่ 4. วัตถุที่มีความเฉื่อย

หน่วยที่ 5. จุดศูนย์ถ่วงมีความสำคัญต่อยานพาหนะอย่างไร

ตอนที่ 3. หลักการของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะ

หน่วยที่ 6. กลจักรไอน้ำทำงานได้อย่างไร

หน่วยที่ 7. กลจักรกลโค-ดิส

ตอนที่ 4. แรงลอยตัวของยานพาหนะทางน้ำและทางอากาศ

หน่วยที่ 8. น้าหนักของวัตถุเพิ่มหรือลดเมื่อขังใต้น้ำ

หน่วยที่ 9. ทาอย่างไรคินน้ำแข็งลอยน้ำได้

หน่วยที่ 10. เครื่องบินลอยอยู่ในอากาศได้เพราะเหตุใด

ตอนที่ 5. เครื่องมือสื่อสารที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า

หน่วยที่ 11. แรงแม่เหล็กเพิ่มขึ้นได้อย่างไร

หน่วยที่ 12. หลักของเครื่องรับและส่งโทรเลข

คู่มือกร
วอนที่ 1.

วิวัฒนาการของการขนส่ง

ภาพที่ 1. แรงเสียดทาน, จอกับยานพาหนะ

ภาพเกิด 2. ยอด

1. ยานพาหนะในสมัยปัจจุบันสะดวกและใช้พลังงานน้อยกว่ายานพาหนะในสมัยโบราณ เนื่องจากยานพาหนะในสมัยใหม่มีแรงเสียดทานมากกว่า
2. แรงเสียดทาน คือ แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุซึ่งพยายามต่อต้านการเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้าม
3. คือ รอยลวดแรงเสียดทานระหว่างตัวรถและถนน

ภาพที่ 3. องค์ประกอบพฤติกรรม

1. บอกได้ว่าแรงเสียดทาน คือ แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุซึ่งพยายามต่อต้านการเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้าม
2. สรุปได้ว่ารอยลวดแรงเสียดทานระหว่างตัวรถ และถนนทำให้ลดแรงในการเคลื่อนที่น้อยลง
3. บอกวิธีการลดแรงเสียดทานระหว่างล้อและ "ลาโล"
4. บอกความรู้เรื่องรอยลวดแรงเสียดทานไปแก้ปัญหาได้

อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 1. ก้อนทรายขนาด 500 กรัม | 5. รอก |
| 2. ทราย หวด | 6. กระป๋องนม |
| 3. เชือกยาว 1 เมตร | 7. ไม้กอล์ฟขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 4. ขาดังพร้อมที่จับหกดกดหลอด | 8. รอกคู่มือไทม์ 1 คัน |

กิจกรรมการเรียนรู้รวมแบบสืบเสาะ

ขั้นอภิปราย (ใช้เวลา 10 นาที)

ครูใช้คำถามประกอบกับแบบเรียนตอนที่ 1 เรื่อง จีระนาการขนส่งเพื่อทบทวน
การปฏิบัติงานของนักเรียนและพาเข้าสู่เนื้อเรื่องดังนี้

1. การขนส่งและการสื่อสารมีความจำเป็นและมีประโยชน์อย่างไร
2. ขาพาหนะในสมัยโบราณกับปัจจุบันแตกต่างกันอย่างไร อย่างไรก็ดีพลังงานมากกว่ากัน เพราะอะไร
3. ทำไมรถยนต์จึงต้องมีล้อ ถ้าไม่มีล้ออะไรจะเกิดขึ้น
4. ใครตั้งสมมติฐานว่า ถ้ารถยนต์ไม่มีล้อจะเป็นอย่างไร
5. ออกแบบการทดลองเพื่านำให้ทราบว่าล้อมีประโยชน์ต่อการเคลื่อนที่ของรถยนต์
6. ระบุว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่คงควบคุมในการทดลองที่ออกแบบไว้
7. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองโดยครูชี้แจงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่

ขั้นทดลอง (ใช้เวลา 15 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและชี้คำแนะนำ
3. บันทึกผลการทดลอง

ห้กร่างผลการทดลอง

วิธีทำ	ปริมาตรน้ำ (cm ³)	น้ำหนักน้ำ (gm)
1. วางตุ้มน้ำบนพื้นโต๊ะ	150	150
2. วางตุ้มน้ำบนรถล้อนิเขยบ	0	0

ข้อเขียน รายงานหลังการทดลอง แบ่งเป็น 3 แบบ สำหรับแต่ละกลุ่มการทดลอง (ใช้เวลา 25 นาที)

กลุ่มที่ 1. นักเขียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

คำถามให้นักเรียนตอบเองตามแนวข้อไปนี้ (ครูเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์และ
ให้ความแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น)

1. น้ำหนึ่งลูบาศก์ เติมน้ำจะหนักเท่าไร
2. การทดลองน้ำในกระป๋องครึ่งโหลมีค่ามากกว่ากัน
3. การวางตุ้มน้ำบนรถล้อมีน้ำหนักวางบนพื้นโต๊ะ เมื่อทำน้ำร้อนที่
มีทางไหลออกแรงดันมากกว่ากัน นักเรียนจะอธิบายได้ว่าอย่างไร
4. เครื่องมีประโยชน์อย่างไร
5. แรงเสียดทานหมายถึงอะไร ทิศทางของแรงเสียดทานเป็นอย่างไร

กลุ่มที่ 2. ครูสรุปผลการทดลอง

ครูใช้คำถามเหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1 ประกอบกับนำผลการทดลอง มาอธิบาย
ตามแนวข้อไปนี้

1. ปริมาตรของน้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะหนักประมาณ 1 กรัม
2. น้ำหนักของน้ำที่ใช้นในการทดลองเปรียบเทียบกับแรงที่กระทำให้ตุ้มน้ำ
เคลื่อนที่
3. การที่น้ำซึ่งใช้ในการทดลองทั้งสองครั้งไม่เท่ากันเนื่องจากแรงเสียดทาน
ตุ้มน้ำที่อยู่บนรถที่แรงเสียดทานน้อยกว่า เบื้องวางอยู่บนพื้นโต๊ะ
4. แรงเสียดทาน คือ แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ซึ่งพยายามต่อต้าน
การเคลื่อนที่ของวัตถุ มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ
5. ล้อช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับตัวรถ ทำให้แรงที่ใช้ในการขับเคลื่อน
น้อยลง

กฎที่ 5. นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง
จากคำอธิบายการอภิปรายร่วมกับนักเรียน เหมือนกับคำอธิบายของกลุ่มที่ 1

หน่วยที่ 2. สิ่งที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

ความคิดรวบยอด

1. ความเสียดทานจะเกิดได้เมื่อวัตถุเคลื่อนที่
2. ลักษณะพื้นผิวและแรงกดบีบวัตถุต่อแรงเสียดทานแตกต่างกันของพื้นผิวสัมผัสไปมีผลต่อแรงเสียดทาน
3. สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานคือ อัตราส่วนระหว่างแรงที่ดึงวัตถุให้เคลื่อนที่กับแรงกดลงบนผิวสัมผัส

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานของวัตถุได้
2. สรุปได้ว่าความเสียดทานจะเกิดขึ้นต่อเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปทั้งในของแข็งของเหลวและก๊าซ
3. สรุปได้ว่าแรงเสียดทานไม่ได้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัส
4. สรุปได้ว่าแรงเสียดทานจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับแรงที่กดลงบนพื้นและชนิดของผิวสัมผัส
5. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานได้
6. ระบุประโยชน์ของแรงเสียดทานไปในชีวิตประจำวันได้
7. ออกแบบรูปร่างของพาหนะเพื่อให้เคลื่อนที่ได้เร็ว และปลอดภัย

อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | |
|-----------------------|---------|
| 1. ถุงทรายขนาด 500 gm | 2. ดึง |
| 2. คายหลอด | 1. หลอด |
| 3. ขาตั้งหลอดทดลอง | 1. อัน |
| 4. รอก | 1. ตัว |
| 5. กระจ่างเงา | 1. ใบ |

6. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm^3	1 ใบ
7. ตาตั้ง	1 เครื่อง
8. รถลูมีเนียม	1 คัน
9. แผ่นไม้สัก	1 ชุด
10. โฟมขนาด $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$	1 แผ่น
11. กระดาษแข็งขนาด $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$	1 แผ่น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะ

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

ครูชี้คำถามดังต่อไปนี้

1. ทบทวนวิธีหาปริมาตรของน้ำในกระป๋อง และกำหนดน้ำหนัก และมวลของน้ำ โดยให้ความหนาแน่นน้ำเป็น 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
2. สำนัทธิวิธีคิดลูกกรอกกับขาตั้งหลอดทดลองและแสดงการพาดเชิงซ้อนลูกกรอก
3. ทบทวนความรู้เดิมว่าแรงเสียดทานคืออะไร
4. ให้ตั้งสมมุติฐานว่าแรงเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นกับอะไรบ้าง
5. ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้
6. ระบุว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ, ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ในแบบการทดลองที่ออกไว้
7. ให้เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองโดยครูชี้แจงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่

ขั้นทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนปฏิบัติกรทดลองโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ
3. บันทึกผลการทดลอง

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตอนที่ 1.

พื้นที่ผิวสัมผัส (cm ²)	จำนวนถุงทราย (ถุง)	น้ำหนักของน้ำ (gm)
1. 20 cm x 10 cm	2	200
2. 20 cm x 10 cm	1	140
3. 10 cm x 10 cm	1	138
4. 5 cm x 10 cm	1	142

ตอนที่ 2.

ชนิดผิวสัมผัส	น้ำหนักของน้ำ (gm)
1. ไข่อัดหนา 20 cm x 10 cm	140
2. ไข่ขนาด 20 cm x 10 cm	200
3. กระดาษแข็งขนาด 20 cm x 10 cm	110

อภิปรายหลังการทดลอง แบ่งเป็น 3 แบบสำหรับแต่ละกลุ่มการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

ตอนที่ 1. นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

ครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันตามแนวต่อไปนี้ (ครูเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์ และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น)

ตอนที่ 1

1. เมื่อไอซ์ดุงทราย 1 ดุง และ 2 ดุง วางทับบนแผ่นไม้อย่างไหนจะต้องใช้น้ำหนักของน้ำมากกว่ากัน
2. เมื่อไอซ์ดุงทราย 1 ดุง วางทับบนแผ่นไม้ ซึ่งมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับพื้นขนาดต่างๆ กัน น้ำหนักของน้ำที่ดึงให้ดุงทรายเคลื่อนที่มีค่าแตกต่างกันอย่างไร
3. นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส ได้ อย่างไร

ตอนที่ 2

1. น้ำหนักของน้ำในกระป๋องทั้ง 3 ครั้ง มีค่าเท่ากันหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานและชนิดของผิวสัมผัส ได้ อย่างไร
3. เมื่ออ่านประสิทธิภาพของความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างแรงที่หาไว้วัดตุ้มน้ำหนักเคลื่อนที่กับแรงที่กดลงบนผิวสัมผัส

จากการทดลอง ถ้าน้ำหนักไม้อัด โฟม และกระดาษแข็งรวมกันเท่ากับ 0.25 กิโลกรัม ∴ สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างพื้นโต๊ะกับผิวโฟม มีค่าเท่าไร สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างพื้นโต๊ะกับผิวกระดาษแข็ง มีค่าเท่าไร และค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างผิวโฟมกับพื้นโต๊ะกับสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างผิวกระดาษแข็งกับพื้นโต๊ะมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะอะไร

4. จากการทดลองผิวสัมผัสชนิดใดที่มีแรงเสียดทานมากที่สุด เพราะอะไร

กลุ่มที่ 2. กรูสรูปผลการทดลองให้

ครูใช้คำถามเหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1 ประกอบกับนำผลการทดลองมาอธิบายตามแนวข้อต่อไปนี้

จากการทดลองตอนที่ 1 นักเรียนจะสังเกตเห็นว่าการเพิ่มจำนวนตุ้มน้ำที่วางทับบนแผ่นไม้ คือ การเพิ่มแรงกดลงบนพื้นที่ผิวสัมผัสกับพื้นโต๊ะ จะทำให้แรงเสียดทานเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากการใช้น้ำหนักของน้ำมากขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังพบอีกว่าแรงเสียดทานไม่ได้ขึ้นกับขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัส

ตอนที่ 2.

นักเรียนจะพบว่าชนิดของผิวสัมผัสที่เป็นวัสดุต่างกันจะทำให้เกิดแรงเสียดทานต่างกันนั้น คือแรงเสียดทานจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของผิวสัมผัสซึ่งหมายถึงว่า ผิวสัมผัสนั้นหาค้นวัสดุอะไร และมีลักษณะผิวเป็นอย่างไร

สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานของผิวสัมผัส หมายถึงอัตราส่วนระหว่างแรงที่ดึงให้วัตถุเคลื่อนที่กับแรงที่กดลงบนผิวสัมผัส

ถ้าน้ำหนักไม้อัด, โฟม และกระดาษแข็งรวมกัน 0.25 กิโลกรัมจากการทดลองตอนที่ 2 เมื่อวางไม้อัดอยู่ข้างจะต้องออกแรงดึงเท่ากับน้ำหนัก 150 กรัม ขวบน้ำหนักกระป๋อง

ถ้านักเรียนชั่งน้ำหนักกระป๋องได้ประมาณ 48.5 กรัม

ฉะนั้น สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างพื้นโต๊ะและไม้อัดมีค่า $= \frac{140 + \text{น้ำหนักกระป๋อง}}{0.25 \times 1,000}$

0.754

ฉะนั้น สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างพื้นโต๊ะกับโฟมมีค่า $= \frac{200 + \text{น้ำหนักกระป๋อง}}{0.25 \times 1,000}$

0.994

ฉะนั้น สัมประสิทธิ์ของความเสียหายระหว่างพื้นที่โตะกับกระด้างแข็ง = $\frac{100 + \text{น้ำหนักกระป๋อง}}{0.25 \times 1,000}$

o 594

จะเห็นว่าสัมประสิทธิ์ของความเสียหายระหว่างพื้นที่โตะกับโพรมีค่ามากที่สุดระหว่างพื้นที่โตะกับกระด้างแข็งมีค่าน้อยที่สุด นั่นคือ สัมประสิทธิ์ของความเสียหายจะจากวิธี เบ็ดเตล็ดสับสนหลายมาก

กลุ่มที่ 3 นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ครูใช้คำถามในการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1

ตอนที่ 2

ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ

หน่วยที่ 3. การชนกันของวัตถุ

ความกิริวขออก

1. วัตถุจะเคลื่อนที่เมื่อมีแรงกระทำ
2. โมเมนตัมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลและความเร็ว
3. วัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะมีพลังงานมาก
4. แรงตกกระทบเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม
5. แรงในการชนกันของรถจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักของรถและความเร็ว

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ
1. บอกได้ว่าวัตถุที่อยู่นิ่งจะเคลื่อนที่ไปได้ ถ้ามีวัตถุอื่นวิ่งเข้าชน เนื่องจาก การถ่ายเทของพลังงาน
 2. สรุปได้ว่าโมเมนตัมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลและความเร็ว
 3. คำนวณหาค่าโมเมนตัมของวัตถุได้
 4. สรุปได้ว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะมีพลังงานมาก
 5. อธิบายได้ว่าแรงตกกระทบเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม
 6. อธิบายได้ว่าความปลอดภัยในการขับรถ และแรงที่รถยนต์ชนกันจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของรถและความเร็ว

อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | | |
|-------------------------------------|---|-----|
| 1. ชุคลูกตุ้ม | 1 | ชุค |
| 2. คินน้ำมันขนาด 2 cm x 2 cm x 2 cm | 1 | กอน |
| 3. ไบรร์ทัด | 1 | อัน |

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะ

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที) ครูใช้คำถามต่อไปนี้

1. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนนมีสาเหตุมาจากอะไรบ้าง พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ หมายความว่าอย่างไรและแตกต่างกันอย่างไร
2. ถ้าจะให้อันตรายลดลงควรปฏิบัติและมีข้อตกลงในการใช้รถใช้ถนนอย่างไร
3. แรงจากการชนกันของวัตถุจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร
4. ลองตั้งสมมุติฐานว่าวัตถุจะชนกันด้วยแรงมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร
5. ออกแบบการทดลองตามที่ตั้งสมมุติฐานไว้
6. ระบุว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่คงคาบคุม ในแบบการทดลองที่ออกแบบไว้
7. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยครูชี้แจงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่

ขั้นทดลอง (ใช้เวลา 15 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลองโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ
3. บันทึกผลการทดลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง แบ่งเป็น 3 แบบ สำหรับแต่ละกลุ่มการทดลอง(ใช้เวลา 20 นาที)

ครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม (ครูเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์ และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น)

1. เมื่อกยกลูกตุ้มหมายเลข 1 แล้ว ปล่อยให้ตกลงมาทำให้ลูกตุ้มลูกใดเคลื่อนที่ระดับความสูงเท่ากับระดับความสูง เมื่อกยกลูกตุ้มลูกที่ 1 หรือไม่ เพราะอะไร
2. ขณะยกลูกตุ้มหมายเลข 1 ให้อยู่ในระดับจุดแขวนปีพลังงานหรือไม่ และขณะที่ตกมีพลังงานอะไร พลังงานนี้จะถ่ายเทให้กับลูกตุ้มอื่น ๆ ทั้งหมดหรือไม่ ทรานส์ได้อย่างไร

3. เมื่อปล่อยลูกตุ้มที่มีคิณน้ำมันติดอยู่แล้วให้ตกลงมา ลูกตุ้มลูกใดมีการเคลื่อนที่และระดับความสูงที่เคลื่อนที่มากที่สุดหรือน้อยกว่าเมื่อปล่อยลูกตุ้มที่ไม่มีคิณน้ำมันติดอยู่ และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

โมเมนตัมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลและความเร็ว - วัตถุที่มีมวลเท่ากันแต่มีความเร็วไม่เท่ากัน วัตถุที่มีความเร็วสูงจะมีโมเมนตัมมากกว่า

วัตถุที่มีความเร็วเท่ากัน แต่มีมวลต่างกันวัตถุที่มีมวลมากจะมีโมเมนตัมมากกว่า

4. ถ้าวัตถุมีมวล 10 กิโลกรัม มีความเร็ว 2 เมตร ต่อวินาที จะมีโมเมนตัมเท่าไร

5. การชนรถที่ปลอดภัย การมีมวล และความเร็วอย่างไร เพราะอะไร

กลุ่มที่ 2. ครุสรูปผลการทดลองให้

กรูชาคำถามเหมือนคำถามของกลุ่มที่ 1 ประกอบกับนำผลการทดลองมาอธิบายตามแนวต่อไปนี้

1. เมื่อปล่อยให้ลูกตุ้มลูกที่ 1 ตกกระทบกันจะเกิดการถ่ายทอดพลังงานเกิดขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มลูกที่ 5

2. พลังงานที่ ตกกระทบไม่ได้ถ่ายทอดไปทั้งหมด แต่มีการสูญเสียไปบ้างสังเกตได้จากความสูงของลูกตุ้มหมายเลข 5 เคลื่อนที่ออกไปต่ำกว่าความสูงของลูกตุ้มหมายเลข 1 ที่ยกขึ้น

3. วัตถุที่มีมวลเบาจะมีแรงกระทบมากกว่า สังเกตจากเมื่อตีคิณน้ำมันที่ลูกตุ้มหมายเลข 1 แล้วปล่อยให้ตกลงไป ความสูงของลูกตุ้มหมายเลข 5 จะเคลื่อนที่สูงขึ้นกว่าครั้งแรก

4. วัตถุที่อยู่สูงจะมีพลังงานศักย์มาก เมื่อปล่อยให้ตกลงมาจึงมีความเร็วมากกว่าวัตถุที่อยู่ต่ำ ทำให้เกิดแรงตกกระทบมากกว่า

5. โมเมนตัมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลและความเร็ว

6. วัตถุที่มีมวลเท่ากันแต่มีความเร็วไม่เท่ากัน วัตถุที่มีความเร็วสูงกว่าจะมีโมเมนตัมมากกว่า

7. วัตถุที่มีความเร็วเท่ากัน แต่มีมวลไม่เท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากสูงกว่าจะมีโมเมนตัมมากกว่า

๘. เมื่อวัตถุที่มีมวล 10 กิโลกรัมมีความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที จะมีโมเมนตัมเท่ากับ $10 \times 2 = 20$ กิโลกรัม . เมตร ต่อวินาที
การขยับทำให้ปลดปล่อยควมมีมวลและความเร็ว น้อย ๆ เพื่อให้โมเมนตัมหรือแรงตกกระทบน้อย

กลุ่มที่ 5. นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ครูใช้คำถามในการอภิปรายร่วมกับนักเรียน เหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1

หน่วยที่ 4. วัตถุที่มีความเฉื่อย

ความคิดรวบยอด

1. ความเฉื่อยหมายถึงความพยายามรักษาสภาพเดิมหรือสภาพสมดุขงวัตถุไว้
2. เมื่อออกกรดอย่างรวดเร็วกะทันหัน จะทำให้ของที่บรรทุกเคลื่อนที่ไปข้างหลัง เมื่อหยุดกรดอย่างกระทันหัน จะทำให้ของที่บรรทุกเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เนื่องจากของที่มันทุกนั้นมีความเฉื่อย
3. การบรรทุกของอย่างปลอดภัยจะต้องผูกติดอย่างแน่นหนา เนื่องจากของที่บรรทุกนั้นมีความเฉื่อย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของความเฉื่อยได้
2. สรุปถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีการออกกรดอย่างรวดเร็ว หรือเปื้อหยุดกรดกระทันหัน
3. นำเอาหลักการเกี่ยวกับความเฉื่อยไปใช้ในการบรรทุกของบนรถได้อย่างปลอดภัย

อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | | |
|----------------------------------|---|-----|
| 1. รถดลูมิเนียม | 1 | คืบ |
| 2. ทอนไม้ขนาด 8 cm x 3 cm x 5 cm | 2 | ทอน |
| 3. ไม้บรรทัด | 1 | อัน |

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

ครูใช้คำถามตามแนวทางต่อไปนี้

1. รถบรรทุกของสูง ๆ วิ่งอยู่ตามท้องถนน เมื่อออกกรดอย่างกระทันหัน หรือต้องเบรกรถกระทันหัน จะเกิดอะไรขึ้น ทำไมเป็นเช่นนั้น

2. ทิศทางการเคลื่อนที่ (การตกลง) ของวัตถุที่บรรจุจะไปทางใด
3. ให้ตั้งสมมุติฐานการตกลงของวัตถุเมื่อออกจากรถกระแทก และเมื่อเบรกรถกระแทก
4. ออกแบบการทดลองตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้
5. ระบุว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่คงควบคุมในการทดลอง
6. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยครูชี้แจงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่

ขั้นทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลองโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ
3. บันทึกผลการทดลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง แบ่งเป็น 3 แบบ สำหรับแต่ละกลุ่มการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

ครูชี้คำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันตามแนวข้อต่อไปนี้ (ครูเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น)

1. การผลักดันให้เคลื่อนที่ช้า ๆ ไม้ที่อยู่บนรถจะเคลื่อนที่หรือไม่อย่างไรกับผลึกอย่างแรงไม้ที่อยู่บนรถจะเคลื่อนที่ต่างกันอย่างไร
2. การทำให้รถหยุดกระทันหัน และการทำให้รถหยุดช้า ๆ มีผลต่อการเคลื่อนที่ของท่อนไม้ต่างกันอย่างไร
3. จากข้อ 1, 2 อะไรเป็นสาเหตุให้เป็นอย่างนั้น
4. เมื่อนักเรียนยืนอยู่บนรถประจำทาง ขณะรถออกหรือเบรคทันที ตัวนักเรียนจะเคลื่อนที่ต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
5. เมื่อรถคันหนึ่งเสียต้องไชรถอีกคันมาลากจูง เพราะเหตุใดจึงต้องมีคนขับในรถคันที่เสีย

กลุ่มที่ 2 (ครูสรุปผลการทดลองให้)

ครูใช้คำถามเหมือนคำถามของกลุ่มที่ 1 ประกอบกับนำผลการทดลองมาอธิบายตามแนวต่อไปนี้

จากการทดลอง เมื่อรถแล่นให้เคลื่อนที่ช้า ๆ ท่อนไม้ที่บรรจุอยู่บนรถจะติดไปกับรถได้ แต่ถ้าวิ่งรถให้เคลื่อนที่เร็วขึ้น ท่อนไม้จะหล่นจากท้ายรถ หรือถ้าหยุดรถกะทันหันท่อนไม้จะพุ่งไปข้างหน้า ทั้งนี้ก็เพราะว่าท่อนไม้พยายามรักษาสภาพเดิมไว้ หรืออาจกล่าวได้ว่าท่อนไม้มีความเฉื่อย

ทำนองเดียวกันเมื่ออยู่บนรถประจำทาง ขณะรถออกตัวนักเรียนจะเอนมาข้างหลัง แต่เมื่อรถเบรก นักเรียนจะชมาไปข้างหน้า ทั้งนี้เพราะตัวนักเรียนมีความเฉื่อยนั่นเอง

รถที่บรรจุสิ่งของไว้เต็มรถ ถ้าออกรถกระชากอย่างรวดเร็วหรือหยุดรถกะทันหันจะทำให้ของที่บรรจุอยู่หล่นตกจากรถเกิดความเสียหายได้ จึงต้องผูกมัดให้ติดกับตัวรถอย่างแน่นหนา เพื่อป้องกันอันตราย

กลุ่มที่ 3. นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ครูใช้คำถามในการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1

หน่วยที่ 5. จุดศูนย์กลางมีความสำคัญต่อยานพาหนะอย่างไร

ความคิดรวบยอด

1. จุดศูนย์กลางของวัตถุหมายถึงจุดที่แนวน้ำหนักรวมของวัตถุผ่านลงในแนวตั้งไม่ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ในลักษณะใด
2. วัตถุจะล้มเมื่อแนวตั้งจากจุดศูนย์กลางออกนอกฐาน
3. วัตถุที่มีจุดศูนย์กลางต่ำจะทรงตัวได้ดีกว่าวัตถุที่มีจุดศูนย์กลางสูง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของจุดศูนย์กลางของวัตถุได้
2. สรุปได้ว่าวัตถุที่มีจุดศูนย์กลางต่ำจะทรงตัวดีกว่าวัตถุที่มีจุดศูนย์กลางสูง
3. สรุปได้ว่าวัตถุจะล้มเมื่อแนวตั้งจากจุดศูนย์กลางออกนอกฐาน
4. สรุปความปลอดภัยเนื่องจากจุดศูนย์กลางในการออกแบบรถและการบรรทุกของได้

อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | |
|-------------------------------------|--------|
| 1. ดินน้ำมันขนาด 7 cm x 5 cm x 1 cm | 1 ก้อน |
| 2. กระดาษแข็งสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า | 1 แผ่น |
| 3. ค่ายเย็บผ้า | 1 หลอด |
| 4. ท่อนไม้ขนาด 8 cm x 5 cm x 3 cm | 1 ท่อน |
| 5. เข็มหมุดขนาด 3 5 cm | 2 ตัว |

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะ

ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

ครูใช้คำถามประกอบกับแบบเรียนหน่วยที่ 5 เรื่องจุดศูนย์กลางมีความสำคัญต่อยานพาหนะอย่างไร เพื่อให้ความรู้พื้นฐานของนักเรียนและนำเข้าสู่เนื้อเรื่องดังนี้

1. วัตถุที่มีรูปทรงสูงและต่ำอย่างไหนจะล้มง่ายกว่ากัน ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
2. ให้นักเรียนตั้งสมมุติฐานว่าการล้มของวัตถุขึ้นกับอะไรบ้าง
3. ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้
4. ระบุว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุม
5. ให้เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองโดยครุชี้แจงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่

ขั้นตอนการ (ใช้เวลา 20 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลองโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ
3. บันทึกผลการทดลอง

ขั้นวิพากษ์ผลหลังการทดลอง แบ่งเป็น 3 แบบ สำหรับแต่ละกลุ่มการทดลอง (ใช้เวลา 30 นาที)

กลุ่มที่ 1. นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

ครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ความแนวต่อไปนี้เป็นเพียงผู้สังเกตการณ์และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น)

ตอนที่ 1.

1. แนวเส้นค้ำทั้ง 3 เส้น บนกระดาษแข็งตัดที่จุดใดตัวกันหรือไม่
2. จุดศูนย์กลางของกระดาษแข็งอยู่ที่ใด
3. จุดศูนย์กลางของวัตถุหมายถึงอะไร
4. จุดศูนย์กลางของกอนดินน้ำมันอยู่ที่ไหน อยู่ภายในหรือภายนอกกอนดินน้ำมัน
5. ถ้าจะหาจุดศูนย์กลางของท่อนไม้จะมีวิธีทำอย่างไร
6. จุดศูนย์กลางของลูกทรงกลมจะอยู่ที่ใด

ตอนที่ 2.

1. เมื่อเอียงท่อนไม้ แนวเส้นเชือกเปลี่ยนแปลงไปจากแนวเดิมหรือไม่ อย่างไร
2. แนวเส้นเชือกมีความสัมพันธ์กับจุดศูนย์กลางของท่อนไม้อย่างไร

3. ท่อนไม้จะล้มเมื่อแนวเส้นเชือกอยู่ในหรือนอกเส้นรอบฐาน
4. เหวี่ใช้คาน 5 เซนติเมตร \times 3 เซนติเมตร และ 8 เซนติเมตร \times 3 เซนติเมตร เป็นฐานอย่างไรจะมีจุดศูนย์กลางสูงกว่ากัน และจะมีผลต่อการทรงตัวของวัตถุหรือไม่ อย่างไร
5. รูปร่างวัตถุและขนาดของฐานมีผลต่อการทรงตัวหรือไม่ อย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

กลุ่มที่ 2. วัตถุประสงค์การทดลองให้

ครูใช้คำถามเหมือนคำถามของกลุ่มที่ 1 ประกอบกับนำผลการทดลองมาอธิบายตามแนวทางต่อไปนี้

ตอนที่ 1

1. แนวเส้นเชือกที่ใช้แขวนกระดาษจะตัดกันที่จุดหนึ่งเสมอไม่ว่าจะแขวนกระดาษที่ตำแหน่งใดก็ตาม จุดนี้เรียกว่าจุดศูนย์กลาง
2. จุดศูนย์กลางของกอนดินน้ำมันจะอยู่ในประมาณกึ่งกลางของกอนทำนองเดียวกัน ถ้าใช้ท่อนไม้แทนดินน้ำมันก็จะหาจุดศูนย์กลางของท่อนไม้ได้ว่าอยู่ในประมาณกึ่งกลาง สำหรับจุดศูนย์กลางของลูกทรงกลมจะอยู่ที่จุดศูนย์กลางภายในทรงกลมนั้น

ตอนที่ 2

แท่งไม้จะล้มเมื่อแนวค้ำที่ค้ำจากจุดศูนย์กลางออกนอกเส้นรอบฐาน วัตถุยังมีจุดศูนย์กลางสูงยิ่งล้มง่ายกว่าวัตถุที่มีจุดศูนย์กลางต่ำ

กลุ่มที่ 3 นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ครูใช้คำถามในการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1

ตอนที่ 3

หลักการของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะ

หน่วยที่ 6. กลจักรไอน้ำทำงานได้อย่างไรความรู้โดยรวมยอด

1. กลจักรหมายถึง เครื่องยนต์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานความร้อนหรือพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานกลและสามารถนำไปใช้งานได้
2. กลจักรแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ กลจักรสันดาปภายนอก และกลจักรสันดาปภายใน
3. กลจักรไอน้ำ หมายถึง เครื่องยนต์ที่ทำงานโดยอาศัยแรงดันของไอน้ำ
4. กลจักรไอน้ำมี 2 แบบ คือ กลจักรไอน้ำแบบลูกสูบ และกลจักรไอน้ำแบบกังหันหรือที่เรียกว่า สตีมเทอร์ไบน์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของกลจักรได้
2. แบ่งประเภทของกลจักรโดยอาศัยลักษณะการสันดาปได้
3. บอกความหมายของกลจักรไอน้ำได้
4. สรุปได้ว่าไอน้ำมีแรงดัน

อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | | | |
|---|--------|--------|--|
| 1. ขาดังและที่จับหลอดทดลอง | 1 ชุด | | |
| 2. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กันลม | 1 ชุด | | |
| 3. สายพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 35 cm | | 1 เส้น | |
| 4. หลอดฉีดยาขนาด 35 cm ³ | 1 หลอด | | |
| 5. ค่ายเย็บผ้า | 1 หลอด | | |
| 6. แบบจำลองกลจักรไอน้ำพร้อมลูกสูบ | 1 ชุด | | |
| 7. หลอดทดลองขนาดใหญ่ พร้อมจุกที่มีหลอดนำก๊าซเสียบอยู่ | 1 ชุด | | |

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะ

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐานดังนี้

1. ใอน้ำเคือคมีประโยชน์อย่างไรบ้าง
2. ถ้าใอน้ำเคือคมีแรงคั้นจงคั้งสมมุติฐานและออกแบบการทดลอง
3. ระบุว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่คองคอยควบคุมในการทดลองที่ออกแบบไว้
4. เลือคอุปกรณ์ที่ค้ใช้ในการทดลองโดยครูชี้แจงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่

ขั้นทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ
3. บันทึกผลการทดลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง แบ่งเป็น 3 แบบ สำหรับแต่ละกลุ่มการทดลอง

(ใช้เวลา 20 นาที)

กลุ่มที่ 1. นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

ครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ตามแนวต่อไปนี้ (ครูเป็นผู้ตั้งคำถามและให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น)

ตอนที่ 1

1. จากการทดลองเมื่อน้ำเคือคมีการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง และจะอธิบายได้ว่าอย่างไร
2. ในการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงรูปพลังงานหรือไม่อย่างไร

ตอนที่ 2

1. เมื่อสูบลมอากาศเข้าไปในเครื่อง ลูกสูบมีการเคลื่อนที่หรือไม่เพราะเหตุใด
2. ทำไมลูกสูบกำลังจึงหมุนได้
3. ถ้าปล่อยไอน้ำเข้าไปในท่อพักอากาศแทนการสูบลม ลูกสูบจะเคลื่อนที่หรือไม่เพราะเหตุใด

กลุ่มที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้

ครูชี้คำถามเหมือนคำถามของกลุ่มที่ 1 ประกอบกับนำผลการทดลองมาอธิบายตามแนวทางต่อไปนี้

ตอนที่ 1

1. ไอน้ำมีแรงดัน สังเกตได้จากกาที่ห่อคณิศยาค่อย ๆ เลื่อนจนหลุดออกจากหลอด
2. มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล

ตอนที่ 2

1. เมื่อสูบลมอากาศเข้าไปในท่อพักอากาศ ลูกสูบจะไม่มีการเคลื่อนที่ เพราะลิ้นปิด ทำให้ไม่มีแรงดันอากาศในกระบอกสูบ แต่เมื่อลิ้นเปิด อากาศจะเข้าไปในกระบอกสูบคณิศยาลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลงได้
2. การที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลง แควลวดคณิศยาลมมนไปได้ก็อาศัยแรงเหวี่ยงจากขอเหวี่ยงถ้าไม่มีขอเหวี่ยงลูกสูบกำลังจะไม่หมุน
3. ถ้าใช้ไอน้ำแทนลม ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ เนื่องจากไอน้ำมีแรงดัน

กลุ่มที่ 3 นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ครูชี้คำถามในการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1

หน่วยที่ 7. กลจักรก๊าซโซลีน

ความคิดรวบยอด

1. กลจักรก๊าซโซลีน หมายถึง เครื่องจักรกลที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง
2. หม้อแปลงไฟฟ้าทำหน้าที่แปลงความต่างศักย์ไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลง
3. หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้าน สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องตัดต่อวงจร เพราะกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าชวลลคปรุมภูมิเกิดจากกระแสไฟฟ้าสลับ ซึ่งมีผลก่อให้เกิดการเหนี่ยวนำในชวลลคทุกขุมภูมิ
4. ประกายไฟฟ้าจะเกิดขึ้นระหว่างขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าสูง
5. การจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้าต้องใช้หม้อแปลงขึ้น

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของกลจักรก๊าซโซลีนได้
2. บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าได้
3. บอกชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านได้
4. สรุปได้ว่าประกายไฟฟ้าเกิดขึ้นระหว่างขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าสูง
5. สรุปได้ว่าการจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้าต้องใช้หม้อแปลงขึ้น

อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | | |
|------------------------------------|---|----------------|
| 1. น้ำมันเบนซิน | 1 | ๓ ³ |
| 2. ชุดจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้า | 1 | ชุด |
| 3. กระดาษชำระขนาด 2 cm x 2 cm | 1 | แผ่น |
| 4. กระดาษทรายขนาด 1 cm x 1 cm | 1 | แผ่น |
| 5. สายไฟยาว 2.5 cm | 4 | เส้น |
| 6. แบตเตอรี่ | 1 | กล่อง |

- 5.1 หม้อแปลงที่ใช้ในการทดลอง เป็นหม้อแปลงขึ้น เพราะแปลงกระแสไฟฟ้าที่มีศักย์ต่ำให้เป็นศักย์สูง
- 5.2 เมื่อต่อไฟฟ้าครบวงจร จะไม่เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าในขดลวดทุติยภูมิ เพราะว่า กระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าขดลวดปฐมภูมิสม่ำเสมอ หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์
- 5.3 สำหรับหม้อแปลงขึ้นที่ขดสายพัน สามารถทำงานได้เลยโดยไม่ต้องตัดต่อวงจร ทั้งนี้ เพราะกระแสไฟฟ้าที่ผ่าน ขดลวดปฐมภูมิเกิดจากกระแสไฟฟ้าสลับ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา จึงมีผลก่อให้เกิดการเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิด้วย
- 5.4 เปรียบเทียบวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองกับวงจรไฟฟ้าที่ใช้กับหัวเทียนสำหรับจุดระเบิดในเครื่องยนต์ ให้เห็นว่าคอยล์ทำหน้าที่เป็นหม้อแปลงหัวเทียนทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรไฟแรงต่ำและวงจรไฟแรงสูงซึ่งเป็นระบบไฟในเครื่องยนต์
- 5.5 อธิบายหลักการทางานของกลจักรก๊าซโซลีนว่าจะต้องมีหัวเทียนในการจุดระเบิดน้ำมัน
- 5.6 การทำงานครบ 1 รอบ ของกลจักรก๊าซโซลีนจะต้องทำงาน 4 จังหวะ คือ จังหวะ คูด ถัด ระเบิด และภายใน 4 จังหวะนี้ลตุ้นกลังจะหมุนไป 2 รอบ
- 5.7 กลจักรไอน้ำมีหลักการต่างจากกลจักรก๊าซโซลีน หรือกลจักรไอน้ำมี 2 จังหวะ คือ จังหวะคูดและจังหวะกายเท่านั้น
- 5.8 กลจักรไอน้ำสามารถที่จะใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ เช่น ฟืน น้ำมัน และถ่านหิน เพื่อนำไปต้มน้ำ ส่วนกลจักรก๊าซโซลีน ใช้แต่น้ำมันเบนซินเท่านั้น

กลุ่มที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้

ครูใช้คำถามเหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1 ประกอบกับนำผลการทดลองมาอธิบายตามแนวต่อไปนี้

1. ปรากฏไฟฟ้าจะเกิดขึ้นเมื่อเสียบสายไฟเข้ากับขั้วแบตเตอรี่ ขณะที่เสียบสายไฟฟ้ากับขั้วแบตเตอรี่ จะมีการตัดต่อวงจรไฟฟ้าซึ่งก่อให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้นในหม้อแปลง ทำให้เกิดมีศักย์ไฟฟ้าสูงพอที่จะเกิดปรากฏไฟฟ้าได้
2. การที่กระดาษชุบน้ำมันเบนซินติดไฟเนื่องจากพลังงานความร้อนจากปรากฏไฟฟ้า
3. การทดลองนี้มีการเปลี่ยนรูปพลังงานต่าง ๆ โดยเริ่มจากแบตเตอรี่ไปเป็นขั้น ๆ ดังนี้
 1. พลังงาน เคมี → พลังงานกล → พลังงานไฟฟ้า
 2. พลังงานไฟฟ้า → พลังงานเคมี → พลังงานความร้อน
 3. พลังงานความร้อน → พลังงานแสง
4. อธิบายถึงหน้าที่และหลักการทางานของหม้อแปลงไฟเหมือนกลุ่มที่ 1 (5.1-5.8)

กลุ่มที่ 3 นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ครูใช้คำถามในการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1 เพื่อให้ความรู้เพิ่มเติมเหมือนกลุ่มที่ 1

ตอนที่ 4 แรงลอยตัวของยานพาหนะทางน้ำและทางอากาศ

หน่วยที่ 8 น้ำหนักของวัตถุเพิ่มหรือลดเมื่อขังในน้ำ

ความคิดรวบยอด

1. แรงลอยตัวหมายถึงแรงพุ่งจากน้ำ ที่ช่วยให้วัตถุลอยตัวอยู่ในน้ำได้
2. วัตถุที่ขังในน้ำจะเบากว่าเมื่อขังในอากาศ เนื่องจากน้ำมีแรงลอยตัวพุ่งวัตถุไว้
3. เมื่อขังวัตถุในของเหลวต่าง ๆ กันจะได้น้ำหนักไม่เท่ากัน ของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะมีแรงพุ่งมากกว่าของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อย
4. น้ำหนักของวัตถุที่หายไปของเหลวจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุนั้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของแรงลอยตัวได้
2. สรุปได้ว่าน้ำหนักวัตถุจะลดหรือเพิ่มเมื่อขังในน้ำ
3. อธิบายได้ว่าเมื่อขังวัตถุในน้ำจะเบากว่าเมื่อขังในอากาศเนื่องจากแรงลอยตัวพุ่งไว้
4. สรุปได้ว่าเมื่อขังวัตถุในของเหลวต่าง ๆ กัน จะได้น้ำหนักไม่เท่ากับของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะมีแรงพุ่งมากกว่าของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อย
5. สรุปหลักของอาร์คิมิดีสได้ว่าน้ำหนักของวัตถุ ที่หายไปของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุนั้น

อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | | |
|---|---|------|
| 1. ก้อนดินน้ำมันขนาด 3 cm x 3 cm x 3 cm | 1 | ก้อน |
| 2. ด้ายหลอด | 1 | หลอด |
| 3. คาร์ตังสีรุ้ง | 1 | อัน |
| 4. กลองพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง | 1 | ใบ |
| 5. ถ้วยยูเรก้า | 1 | ใบ |
| 6. ปีกเกอร์ขนาด 100 | 1 | ใบ |
| 7. หลอดฉีดยาขนาด 35 | 1 | หลอด |

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสลับเสาะขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

ครูชี้คำถามตามแนวต่อไปนี้

- ทำไมวัตถุบางชนิดจึงลอยน้ำได้
- เมื่อซึ่งวัตถุในน้ำ และช่วงขณะอยู่ในอากาศน้ำหนักจะแตกต่างกันหรือไม่
- ตั้งสมมุติฐานหาน้ำหนักของวัตถุเมื่อซึ่งในน้ำและซึ่งขณะอยู่ในอากาศ
- ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐาน
- ระบุว่าอะไรเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม
- เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยครูชี้แจงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่

ขั้นทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

- แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน
- นักเรียนปฏิบัติการทดลอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ
- บันทึกผลการทดลอง

ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง แบ่งเป็น 3 แบบ สำหรับแต่ละกลุ่มการทดลอง
(ใจเวลา 20 นาที)

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

ครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ตามแนวต่อไปนี้ (ครูเป็นผู้ตั้ง
สังเกตการณ์ และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น)

1. น้ำหนักของคินน้ำมันในอากาศและในน้ำต่างกันอย่างไร
2. น้ำหนักของคินน้ำมันเมื่อหย่อนให้จมทั้งก่อนและให้จมครึ่งก่อนมีน้ำหนักเท่ากันหรือไม่ต่างกันอย่างไร
3. จะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักน้ำที่ล้นกับน้ำหนักวัตถุที่หายไป เมื่อชั่งในน้ำทั้งก่อนได้อย่างไร
4. จะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักน้ำที่ล้นกับน้ำหนักวัตถุที่หายไป เมื่อชั่งในน้ำขณะให้จมน้ำเพียงครึ่งก่อนได้อย่างไร

กลุ่มที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้

ครูใช้คำถามเหมือนคำถามของกลุ่มที่ 1 ประกอบกับนำผลการทดลองมาอธิบายตามแนวต่อไปนี้

1. ก่อนคินน้ำมันที่ชั่งในน้ำจะเบากว่า เมื่อชั่งในอากาศ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมีแรงลอยตัวช่วยพยุงคินน้ำมันไว้
2. น้ำหนักก่อนคินน้ำมันก็หายไปเมื่อชั่งในน้ำ จะมีค่าเท่ากับน้ำหนักน้ำที่มีปริมาตร เท่ากับคินน้ำมันในส่วนที่จม
3. น้ำหนักของวัตถุที่หายไป เมื่อชั่งในของเหลวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตร เท่าวัตถุ ที่เป็นหลักของอาร์คิมิดีส
4. ของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะมีแรงลอยตัวมากกว่าของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อย

กลุ่มที่ 3 นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ครูชี้คำถามในการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1

หน่วยที่ 9 ท้าย่างไรคินน้ำมันจึงลอยน้ำได้

ความถี่ความยวค

1. วัตถุที่เป็ความหนาแน่นมากกว่าของเหลวจะลอยตัวในของเหลวนั้นได้
ตามมาหาารปรุงรังให้เหมาะสม
2. ขณะทีวัตถุลอยตัวในของเหลว น้ำหนักของวัตถุที่ั้งในอากาศจะเท่ากับ
น้ำหนักของางเหลวที่มีปริมาตรเท่าวัตถุส่วนที่จม

วัตถุที่ั้งก็เชิงพฤติกรรม

1. สรุปได้ว่าวัตถุที่ั้งความหนาแน่นมากกว่าของเหลวจะลอยตัวในของเหลว
นั้นได้ตามาหาารปรุงรังให้เหมาะสม
2. สรุปได้ว่าขณะทีวัตถุลอยตัวในของเหลว น้ำหนักของวัตถุที่ั้งในของเหลว
จะเป็ค่า เป็ศูนย์ เนื่องจากของเหลวมีแรงพยุงวัตถุไว้ตั้งกอน
3. สรุปได้ว่า ขณะทีวัตถุลอยตัวในของเหลว น้ำหนักของวัตถุที่ั้งในอากาศจะ
เท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่าวัตถุส่วนที่จม
4. อธิบายถึงการลอยตัวของเรือเหล็กได้
5. อธิบายถึงความสาารถในการบรรทุกของ เรือได้อย่างปลอดภัย

อปรกรร ส่วนนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | |
|-------------------------------------|--------|
| 1. คินน้ำมันขนาด 3 cm x 3 cm x 3 cm | 1 กอน |
| 2. กายหลอด | 1 หลอด |
| 3. ทารังสปริง | 1 อัน |
| 4. กลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11 cm | 1 ใบ |
| 5. ถ้วยยูเรกา | 1 ใบ |
| 6. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ | 1 ใบ |
| 7. หลอดคืดขนาด 35 cm ³ | 1 หลอด |

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะ

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

ครูชี้คำถามตามแนวต่อไปนี้

1. ดินน้ำมันจมน้ำ ทำอย่างไรจึงจะให้ลอยน้ำได้
2. ตั้งสมมุติฐานและออกแบบการทดลอง
3. ระบุว่าอะไรเป็นตัวแปรต้น, ตัวแปรตาม, และตัวแปรที่ต้องควบคุม
4. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยครูชี้แจงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่

ขั้นทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น กลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ
3. บันทึกผลการทดลอง

ตัวอย่างผลการทดลอง

วัตถุ	น้ำหนัก (gm)	น้ำหนัก (N)
ดินน้ำมันในอากาศ	350	3.4
ดินน้ำมันในน้ำทั้งหมด	250	2.4
น้ำหนักครั้งที่ 1	100	1.0
ดินน้ำมันในน้ำเมื่อจมน้ำครั้งแรก	300	2.9
น้ำหนักครั้งที่ 2	50	0.5

ปริมาตรดินน้ำมัน = 100 cm^3

ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง แบ่งเป็น 3 แบบ สำหรับแต่ละกลุ่มการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)
กลุ่มที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

ครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ตามแบบต่อไปนี้ (ครูเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์
 และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น)

1. น้ำหนักของถั่วคินน้ำมันเมื่อชั่งในภาควาศีภาเท่าใด และเมื่อนำไปชั่ง
 ในน้ำจะมีน้ำหนักเท่าใด
2. น้ำหนักของถั่วคินน้ำมันที่หายไปในน้ำมีค่าเท่าใด
3. เนื้อลอยถั่วคินน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ในด้วย
 บุรเกา น้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาเป็นเท่าใด
4. น้ำหนักของน้ำที่ล้นเท่ากับน้ำหนักถั่วคินน้ำมันตั้งก่อนหรือไม่
5. ถั่วคินน้ำมันก่อนกล่มคั้นจะลอยหรือจมในน้ำ เพราะเหตุใด
6. ถั่วคินน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 และ 4 เซนติเมตร มีน้ำหนัก
 เท่ากันหรือไม่
7. ปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมาจะเท่ากับปริมาตรวัตถุส่วนที่จมหรือไม่
 เพราะเหตุใด
8. เมื่อนำถั่วคินน้ำมันเป็นรูปถ้วย ความหนาแน่นของถั่วจะเหมือนหรือต่าง
 จากความหนาแน่นของถั่วคินน้ำมัน นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร
9. ทำไม เรือเหล็กจึงลอยน้ำได้ทั้ง ๆ ที่เหล็กมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ
10. เมื่อลอยถั่วคินน้ำมันเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร นักเรียนใช้ลูกเหล็ก
 ก็ลุดด้วยจึงจมน้ำ
11. ถั่วคินน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตรใช้ลูกเหล็กได้มากหรือ
 น้อยกว่าครั้งแรก นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร

กลุ่มที่ 2 ทรูสรุปผลการทดลองให้

ครูใช้คำถามเหมือนคำถามของกลุ่มที่ 1 นำผลการทดลองมาอธิบายตามแนว
คิดไปนี้

1. คีนน้ำมันก่อนกลบจนน้ำ แต่เมื่อมันเป็นรูปถ้วย แล้วจะลอยน้ำได้ แสดงว่าวัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจะลอยน้ำได้ ถ้าตาชั่งให้เหมาะสม
2. ขณะที่คีนน้ำมันจอยในของเหลว น้ำหนักของคีนน้ำมันที่ตั้งในของเหลว จะเท่ากับศูนย์ เนื่องจากของเหลวพุ่งคีนน้ำมันไว้ทั้งก่อน
3. ขณะที่ถ้วยคีนน้ำมันลอยน้ำ น้ำหนักของถ้วยที่ตั้งในอากาศ จะมีค่าเท่ากับ น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตร เท่ากับถ้วยส่วนที่จม
4. ถ้วยคีนน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร และ 4 เซนติเมตร มีน้ำหนักเท่ากัน แต่ถ้วยคีนน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า นั่นคือ มีปริมาตรมากกว่าและมีความหนาแน่นน้อยกว่า จึงสามารถบรรจุลูกกลมเหล็กได้มากกว่า

กลุ่มที่ 3 นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ครูใช้คำถามในการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1

หน่วยที่ 10 เครื่องบินลอยอยู่ในอากาศได้เพราะเหตุใด

ความคิดรวบยอด

1. วัตถุที่มีลักษณะโค้งทางด้านบนและเรียบด้านล่างเคลื่อนที่ในอากาศ ความดันของอากาศด้านบนจะน้อยกว่าความดันของอากาศด้านล่าง ทำให้เกิดแรงยกวัตถุขึ้นได้
2. หลักของเบอร์นูลลีกล่าวว่า เมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้น ความดันจะลดลง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สรุปได้ว่าเมื่อวัตถุมีลักษณะโค้งทางด้านบน และเรียบทางด้านล่าง เคลื่อนที่ในอากาศ ความดันอากาศข้างบนจะน้อยกว่าความดันด้านล่าง ทำให้เกิดแรงยกวัตถุขึ้น
2. สรุปได้ว่าเมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้นความดันจะลดลงซึ่งเป็นหลักของเบอร์นูลลี
3. นำหลักของเบอร์นูลลีไปออกแบบลักษณะของปีกเครื่องบินได้
4. อธิบายถึงการที่เครื่องบินลอยในอากาศและการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้

อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | |
|--|--------|
| 1. ดินน้ำมันกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 cm | 2 ก้อน |
| 2. กาวติดกระดาษ | 1 ขวด |
| 3. ค่ายหลอด | 1 หลอด |
| 4. กระดาษขนาด 2 cm x 8 cm | 1 แผ่น |
| 5. กระดาษขนาด 2 cm x 9 cm | 1 แผ่น |
| 6. สายพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 2.5 cm | 1 เส้น |

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะ

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

1. ทำไมเครื่องบินจึงลอยอยู่ในอากาศได้
2. ทำอย่างไรกระดาษจึงจะลอยได้
3. ตั้งสมมุติฐานและออกแบบการทดลอง
4. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุม
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยครูชี้แจงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่

ขั้นทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น กลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ
3. บันทึกผลการทดลอง

ขั้นอภิปรายผลการทดลอง แบ่งเป็น 3 แบบ สำหรับแต่ละกลุ่มการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

กลยุทธ์ที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

ครูชี้คำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ตามแนวทาบไป (ครูเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์ และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น)

1. เมื่อเป่าลมผ่านแผ่นกระดาษทั้งสองได้ผลต่างกันอย่างไร
2. เมื่อเป่าลมผ่านแผ่นกระดาษที่มีส่วนโค้ง ความกับอากาศ ด้านบน หรือด้านล่าง เป็นค่ามากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร
3. ด้านบนและด้านล่างของกระดาษที่มีส่วนโค้งด้านไหนมีระยะทางไกลกว่ากัน
4. ถ้ามลเคลื่อนที่จากปลาย ด้านหน้า ถึงปลายด้านหลังใช้เวลาเท่ากัน ลมที่ผ่านด้านบนหรือด้านล่างมีความเร็วมากกว่ากัน
5. ความเร็วลมมีความสัมพันธ์กับความดันอย่างไร
6. จากการทดลองนี้ นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปอธิบาย การยกตัวของเครื่องบินได้อย่างไร

กลุ่มที่ 2 ารุสรุปผลการทดลองให้

ครูใช้คำถามเหมือนคำถามของกลุ่มที่ 1 ประกอบกับนำผลการทดลองมาอธิบายตามแนวต่อไปนี้

1. เมื่อเป่าลมทำให้กระดาษแผ่นที่มีส่วนโค้งยกตัว แสดงว่าความดันอากาศด้านล่างมากกว่าด้านบน
2. เนื่องจากกระดาษแผ่นที่มีส่วนโค้งมีค้ำบ้นยาวกว่าด้านบน ดังนั้นความเร็วของอากาศที่ผ่านด้านบน จึงมากกว่าความเร็วของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านด้านล่าง
3. ถ้าอากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ความดันอากาศจะลดน้อยลง ซึ่งเป็นหลักของเบอร์นูลลี
4. การสร้างเครื่องบินก็อาศัยหลักเบอร์นูลลี โดยให้ตัวเครื่องบินและปีกมีส่วนโค้งด้านบน และเรียบด้านล่าง

กลุ่มที่ 3 นักเขียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ครูใช้คำถามในการอภิปรายร่วมกับนักเรียน เหมือนกับคำถามของครูกลุ่มที่ 1

ตอนที่ 5 เครื่องมือสื่อสารที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า

หน่วยที่ 11 แรงแม่เหล็กเพิ่มขึ้นได้อย่างไร

ความคิดรวบยอด

1. สารแม่เหล็กหมายถึงโลหะที่สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กได้
2. การเพิ่มแรงแม่เหล็กทำได้โดยใช้แกนที่ทำด้วยสารแม่เหล็กและเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด
3. สนามแม่เหล็กคือบริเวณที่แม่เหล็กส่งแรงไปถึงซึ่งจะเกิดจากแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแท่งแม่เหล็กก็ได้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของสารแม่เหล็กได้
2. สรุปได้ว่าแรงแม่เหล็กเพิ่มขึ้นเมื่อใช้แกนที่ทำด้วยสารแม่เหล็กและเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด
3. อธิบายความหมายของสนามแม่เหล็กได้

อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | | |
|------------------------|---|------|
| 1. ค่ายหลอด | 1 | หลอด |
| 2. ตะปูขนาด 1.5 cm | 1 | ตัว |
| 3. ชุคเพิ่มแรงแม่เหล็ก | 1 | ชุค |
| 4. แบตเตอรี่พร้อมสายไฟ | 1 | ชุค |

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะ

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

ครูใช้คำถามตามแนวต่อไปนี้

1. แรงแม่เหล็กเกิดขึ้นได้อย่างไร และจะเพิ่มแรงแม่เหล็กได้อย่างไร
2. ตั้งสมมุติฐาน และออกแบบการทดลอง
3. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุม
4. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยครูชี้แจงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่

ขั้นทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ
3. บันทึกผลการทดลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง แบ่งเป็น 3 แบบ สำหรับแต่ละกลุ่มการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

ครูใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกัน ตามแนวต่อไปนี้ (ครูเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์ ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น)

1. เป็อะตะปลายลวดทองแดงกับขั้วแบตเตอรี่ ตะปู เคลื่อนที่หรือไม่
2. เมื่อใช้เหล็กและอูมิเนียมเป็นแกนอย่างไรหนที่ทำให้มีแรงดึงดูดตะปูมากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร
3. ถ้าใช้ลวดที่มีจนวนรอบมากกว่า ตะปูมีการเคลื่อนที่หรือไม่แตกต่างจากเดิมอย่างไร
4. แรงแม่เหล็กส่งผ่านน้ำได้หรือไม่
5. ถ้าต้องการจะเพิ่มแรงแม่เหล็กให้มากขึ้น จะทำได้หรือไม่อย่างไร

กลุ่มที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้

ครูใช้คำถามเหมือนคำถามของกลุ่มที่ 1 ประกอบกับนำผลการทดลองมาอธิบายตามแนวต่อไปนี้

1. เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านในขดลวด จะมีแรงแม่เหล็กเกิดรอบ ๆ ขดลวดขึ้น ซึ่งสังเกตจากตะปูถูกดูดเข้าไป แสดงว่าแรงแม่เหล็ก ชักยานพลาสติก และอากาศได้
2. เมื่อขดลวดมีแกนอลูมิเนียม ตะปูถูกดูดด้วย แรงเท่ากับเมื่อไม่มีแกนอลูมิเนียม แต่เมื่อเปลี่ยนใช้แกนเหล็ก ตะปูถูกดูดมากขึ้น แสดงว่าแกนเหล็กช่วยเพิ่มแรงแม่เหล็ก
3. เมื่อเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด ตะปูจะถูกดูดแรงขึ้น แสดงว่าการเพิ่มแรงแม่เหล็กทำได้โดยการเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด
4. โลหะที่จะนำมาทำเป็นแกนเพื่อเพิ่มแรงแม่เหล็ก จะต้องเป็นสารแม่เหล็ก ซึ่งได้แก่ เหล็ก นิกเกิลและโคบอลต์

กลุ่มที่ 3 นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ครูใช้คำถามในการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเหมือนกับคำถามของกลุ่มที่ 1

หน่วยที่ 12 หลักของเครื่องรับและส่งโทรเลข

ความถี่รวบยอด

การทำงานของเครื่องรับและเครื่องส่งโทรเลขเกิดขึ้นเมื่ออกกันเคาะที่เครื่องส่ง ทำให้วงจรปิด กระแสไฟฟ้าจะทำให้หลอดลวดเกิดอำนาจแม่เหล็กดูดแผ่นเหล็กที่เครื่องรับ เป็นจังหวะเกี่ยวกับกันเคาะ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหลักการรับและส่งโทรเลขได้
2. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทางานของเครื่องรับ และส่งโทรเลขได้
2. อธิบายหลักการส่งโทรพิมพ์ได้

อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

- | | | |
|------------------------------|---|------|
| 1. ชุดเครื่องรับและส่งโทรเลข | 1 | ชุด |
| 2. สายไฟยาว 25 cm | 3 | เส้น |
| 3. สายไฟเส้นคู่ยาว 10 m | 1 | ชุด |
| 4. แบตเตอรี่ | 1 | ชุด |

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

ครูใช้คำถามตามแนวต่อไปนี้ (เพื่อให้ความรู้พื้นฐาน และหัวข้อเรื่อง
ที่ (เรียน))

1. เครื่องรับและส่งโทรเลข มีหลักการทางานอย่างไร
2. ทั้งสมมุติฐานและออกแบบการทดลอง
3. ระบุ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุม
4. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยครูชี้แจงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่

ขั้นทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ
3. บันทึกผลการทดลอง

ขั้นอภิปรายผลการทดลอง แบ่งเป็น 3 แบบ สำหรับแต่ละกลุ่มการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

ครูซักถามนักเรียนอภิปรายร่วมกันตามแนวข้อต่อไปนี้ (ครูเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น)

1. เมื่อกดคันเคาะเครื่องรับเป็นอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
2. จังหวะของการกดคันเคาะและเสียงที่เกิดขึ้นที่เครื่องรับมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
3. เมื่อต่อวงจรด้วยสายไฟเส้นยาวและกดคันเคาะเสียงที่เกิดขึ้นที่เครื่องรับจะแตกต่างจากการใช้สายไฟเส้นสั้นอย่างไร
4. ในเครื่องรับ และส่งโทรเลข มีการเปลี่ยนแปลงรูปพลังงานหรืออะไรบ้าง

กลุ่มที่ 2 ครูสรุปผลการทดลองให้

ครูซักถามเหมือนคำถามของกลุ่มที่ 1 ประกอบกับนำผลการทดลองมาอธิบายตามแนวข้อต่อไปนี้

1. เมื่อกดคันเคาะ วงจรปิด กระแสไฟฟ้าผ่านขดลวด เกิดแรงแม่เหล็กดูดแผ่นเหล็กลงมา จึงมีเสียงดังที่เครื่องรับ และเมื่อปล่อยคันเคาะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ขดลวดหมดอำนาจแม่เหล็ก ทำให้แผ่นเหล็กหลุดกลับไปที่สูง จึงไม่มีเสียงที่เครื่องรับ
2. คันเคาะทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ไฟฟ้า ดังนั้นการเปิดปิดวงจรไฟฟ้าทำให้เกิดเสียง จึงใช้เป็นสัญญาณโทรเลข
3. การส่งโทรเลขจะต้องส่งเป็นรหัสแล้วแปลรหัสเป็นข้อความอีกทีหนึ่ง

กลุ่มที่ ๒ นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง

ครูชี้ตามขั้นตอนการอภิปรายกับนักเรียนเพื่ออภิปรายของกลุ่มที่ ๑

- สื่อการสอนแบบสืบเสาะที่มีชั้นสรุปผลการทดลองต่างกัน

หมายเหตุ

เครื่องหมาย * ไขเฉพาะกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุม
* * ไขเฉพาะกลุ่มทดลองที่ 2

แบบเรียน

เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร

เมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้น ปัจจัยต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตย่อมเพิ่มขึ้นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร สิ่งได้แก่ผลผลิตจากการเพาะปลูก การประมง การเลี้ยงสัตว์ เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของประชากร แต่ต้องการ นายวิทยาศาสตร์แห่งผลิตไปสู่ผู้บริโภค หรือสาเลียงคน สัตว์ สิ่งของพวกที่หนึ่งไปยังอีก ที่หนึ่ง ว่าเป็นข้อไขพาหนะในการค้าเคียง ซึ่งเรียกว่าการขนส่ง เครื่องอุปโภคบริโภค เช่น ข้าว ปลา และเนื้อสัตว์ อันเป็นผลผลิตทางการเกษตร และ ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น เสื้อผ้า สบู่ ผงซักฟอก ยารักษาโรคเหล่านี้จะต้องอาศัยการ ขนส่งทั้งด้วย รถยนต์เดินทางเข้าโรงเรียนทั้งนักเรียนทั้งโรงเรียนหรือไม่ว่า และถ้าหากไม่มี ยานพาหนะและพาหนะให้เกิดปัญหาอย่างมากมาย

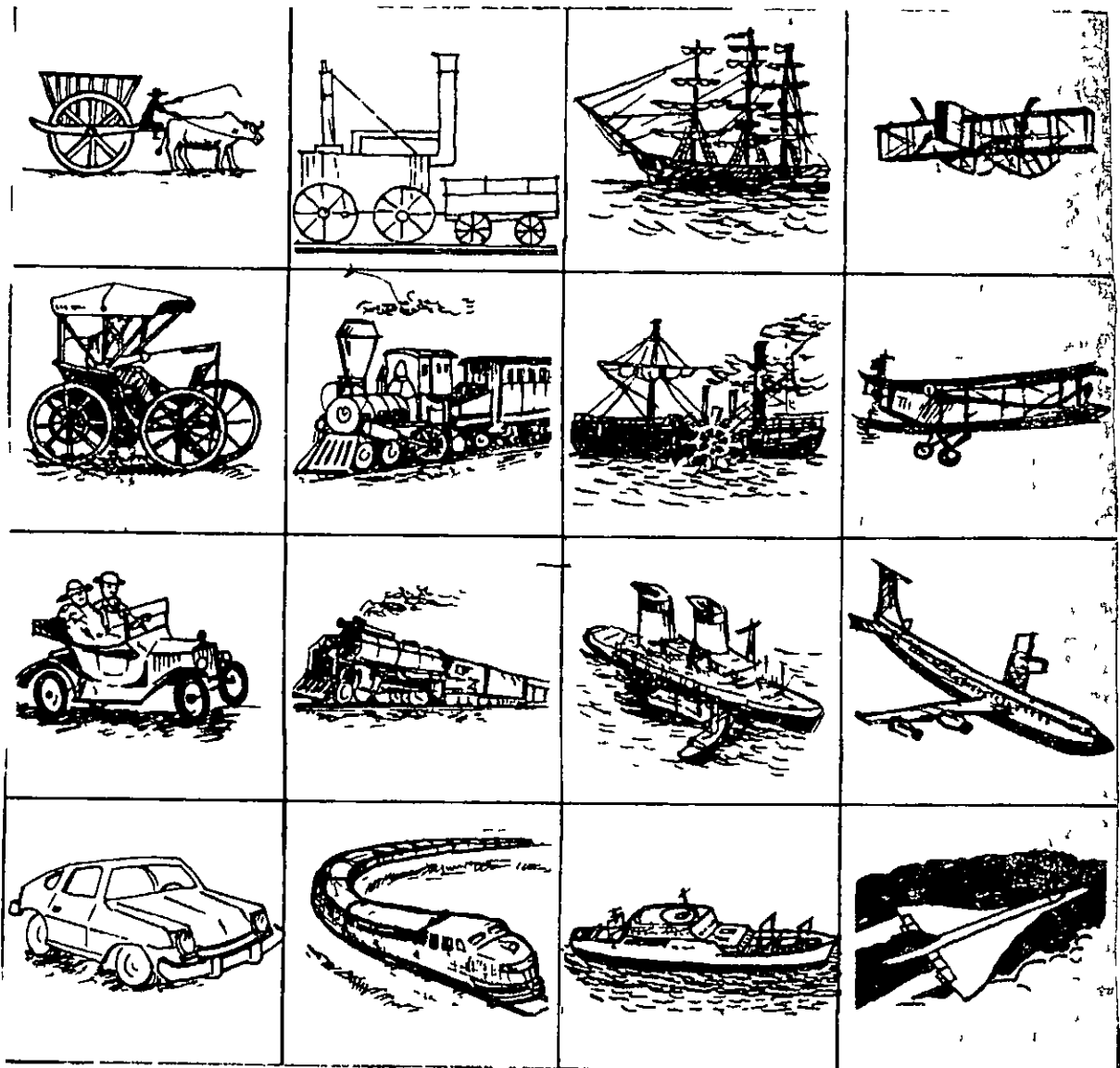
การขนส่งเป็นส่วนหนึ่งของการคมนาคม และการคมนาคมยังรวมถึงการสื่อสารอีกด้วย การสื่อสารหมายถึงการติดต่อส่งข่าวถึงกันและกัน ซึ่งเราจะติดต่อได้ทั้งในระยะใกล้ และไกล เช่น การพูดโทรศัพท์ภายในประเทศหรือติดต่อข้ามทวีปเป็นต้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการขนส่งและการสื่อสารมีหลายชนิด เราได้ศึกษาอุปกรณ์เหล่านั้นเพื่อความสะดวกรวดเร็ว ประสิทธิภาพทั้งการไปรษณีย์ต่อการดำรงชีวิต ทั้งเรียนทราบหรือไม่ว่า อุปกรณ์เหล่านั้น ได้มีวิวัฒนาการมาอย่างไร

ตอนที่ 1 วิวัฒนาการของการขนส่ง

ในสมัยโบราณ การขนส่งทางบกเราใช้แรงสัตว์ในการลากจูงพาหนะ แต่ปัจจุบันนี้ เรามียานพาหนะเครื่องยนต์ในการขับเคลื่อน เช่น รถยนต์ รถไฟ ส่วนการขนส่งทางน้ำเริ่มด้วยการใช้ใบพัดพาแพแล้วค่อย ๆ แก้ไขจนกระทั่งเป็นเรือที่ใช้เครื่องยนต์ทุกวันนี้นายวิทยาศาสตร์แห่งอากาศ เร็วทันด้วยการใช้ขอลดลง ต่อมาเครื่องยนต์เครื่องบินขึ้นโดยเริ่มต้นจากเครื่องยนต์ ที่ใช้ใบพัดเล็กและปีความเร็วจำ จนเป็นเครื่องยนต์บินขนาดใหญ่ที่มีความเร็วสูงเหนือเสียง การขนส่งทางอากาศกลายเป็นการคมนาคมที่สำคัญมากในปัจจุบัน

ยานพาหนะต่าง ๆ ได้มีการพัฒนาจากการใช้แรงจูงหรือแรงสัตว์มาเป็นเครื่องยนต์
ซึ่งอาศัยพลังงานไฟฟ้า พลังงานจากเชื้อเพลิงต่าง ๆ เช่น น้ำมัน หรือพลังงานปรมาณู
ในกรณีนี้แล้ว นอกจากนั้นยังได้ปรับปรุงยานพาหนะทั้งด้านความเร็วและขนาด
ให้ก้าวหน้าขึ้น รูปที่ 1 นักเรียนคงจะบอกได้ว่า ยานพาหนะมีการพัฒนาขึ้นมากเพียงใด

- ยานพาหนะที่ใ้ใช้ใบสมัยโบราณกับสมัยปัจจุบัน ถ้าเคลื่อนที่ไปในระยะทางเท่า ๆ กัน
อย่างไหนจะสิ้นเปลืองพลังงานมากกว่ากัน เพราะเหตุใด
- ยานพาหนะใ้ใช้ใบสมัยโบราณและปัจจุบันแตกต่างกันอย่างไร



รูปที่ 1 แสดงวิวัฒนาการของยานพาหนะทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ

หน่วยที่ 1 แรงเสียดทานและคอกับยานพาหนะ

ถ้าเรียนทราบมาแล้วว่า เราใช้ยานพาหนะในการขนส่ง ยานพาหนะมีหลายชนิด ทั้งที่เคลื่อนที่บนถนน ใต้น้ำ และในอากาศ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ในขณะที่ยานพาหนะเคลื่อนที่นั้น พื้นถนน น้ำ และอากาศ มีผลต่อการเคลื่อนที่ของยานพาหนะอย่างไร

สำหรับยานพาหนะทางบกนั้น นักเรียนคงสังเกตเห็นได้แล้วว่า รถทุกคันต้องมีล้อ เพราะล้อใบนี้มีความสำคัญอย่างไรบ้าง

คอกับยานพาหนะ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าแรงเสียดทานคืออะไร
2. สรุปได้ว่าล้อนั้นมีประโยชน์อย่างไร
3. วิธีการลดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับเพลาได้
4. นำความรู้เรื่องล้อช่วยลดแรงเสียดทานไปใช้ได้

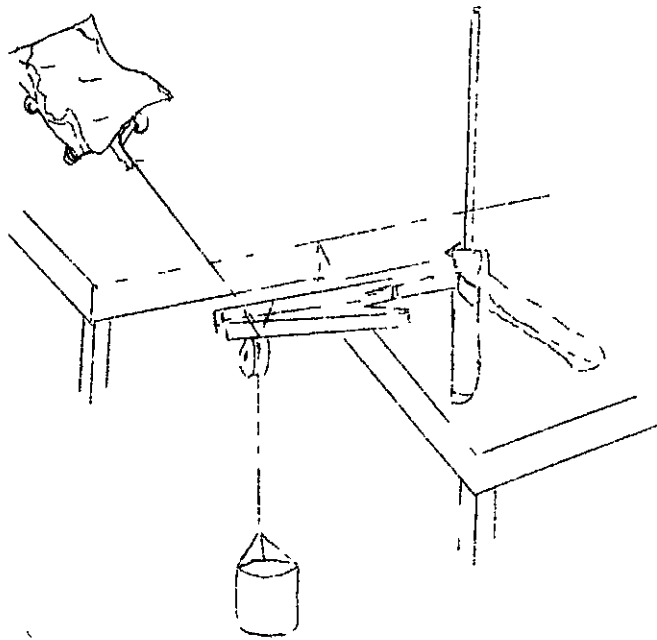
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | | |
|---------------------------------------|---|------|
| 1. ดុងทรายขนาด 500 กรัม | 1 | ถุง |
| 2. สายลวดคยาว | 1 | เมตร |
| 3. เชือกยาว | 1 | เมตร |
| 4. ภาชนะพร้อมที่จับหลอดทดลอง | 1 | อัน |
| 5. รอก | 1 | อัน |
| 6. กระจ่างนบเจาะรูที่บริเวณปากกระจ่าง | 1 | ใบ |
| 7. ปีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 1 | ใบ |
| 8. รถลู่มีเนียม | 1 | คัน |

วิธีทดลอง

1. ถัดรอกห้อยแขวนไว้ตั้งรูปวางดុងทราย 1 ดុង บนโต๊ะไว้ เชือกผูกดុងทรายแล้ว พาดไปบนร่องของรอก ให้ปลายเชือกห้อยลงข้างล่าง ผูกกระจ่างแขวนไว้
2. ค่อยๆ รินน้ำใส่ในกระจ่างที่แขวนไว้จนกระทั่งดុងทรายเริ่มเคลื่อนที่ หยุดรินน้ำ หาปริมาตร และน้ำหนักของน้ำในกระจ่าง บันทึกผล

3. วางตุ้มน้ำ บนรถอคูมิเนียน ทาร้า เอนเคิบคังข้อ 2



รูปที่ 2 แสดงวิธีกรตั้งคูปกร้าจากตุ้มน้ำที่อยู่บนรถ

ตาราง บันทึกผลการทดลอง

ข้อความ	ปริมาตรน้ำในกระป๋อง (cm ³)	น้ำหนักน้ำในกระป๋อง (gm)
1. วางตุ้มน้ำบนพื้นโต๊ะ		
2. วางตุ้มน้ำบนรถอคูมิเนียน		

* คำสั่ง จงอธิบายผลการทดลองตามแนวคำถามต่อไปนี้

1. น้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะหนักเท่าไร
2. จากการทดลองน้ำในกระป๋องครึ่งโหลมีค่ามากกว่ากัน
3. การวางตุ้มน้ำหนักบนกระดาษที่เปียกกับวางบนพื้นไม้กระดาน เมื่อทำให้เคลื่อนที่
อย่างไหนออกแรงดึงมากกว่ากัน นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร
4. ล้อรถมีประโยชน์อย่างไร
5. แรงเสียดทานหมายถึงอะไร ทิศทางของแรงเสียดทานเป็นอย่างไร

* * คำสั่ง วังพิจารณาคำถามและข้อซักถามต่อไปนี้

1. น้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะหนักเท่าไร
2. จากการทดลองน้ำในกระป๋องครึ่งโหลมีค่ามากกว่ากัน
3. การวางตุ้มน้ำบนหลอดลมี่นิยมกับวางบนที่ชั่งโต๊ะ เมื่อทำให้เคลื่อนที่อย่างไหนออกแรงค้ำมากกว่ากัน นักเรียนจะอธิบายได้ว่าอย่างไร
4. ล้อรถมีประโยชน์อย่างไร
5. แรงเสียดทานหมายถึงอะไร ทิศทางของแรงเสียดทานเป็นอย่างไร

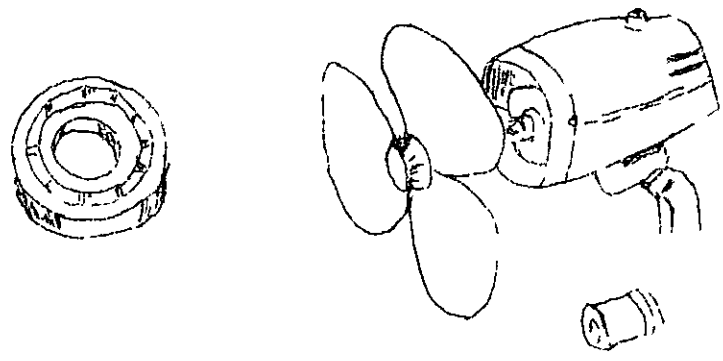
แรงเสียดทาน

คือ แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ซึ่งพยายามต่อต้านการเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้าม

นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่า แรงดึงดูดที่วางอยู่บนโต๊ะกับแรงดึงดูดที่วางอยู่บนบก มีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งจะสรุปได้ว่า แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งไม่เท่ากัน นั่นคือ ล้อรถช่วยลดแรงเสียดทานของยานพาหนะ หรือพูดอีกอย่างหนึ่งได้ว่า ยานพาหนะทางบกจำเป็นต้องมีล้อเพื่อให้อาศัยแรงในการขับเคลื่อนน้อยลง เพราะไม่้องออกแรงเพื่อเอาชนะแรงเสียดทานระหว่างตัวรถกับถนนนั่นเอง

แรงเสียดทานดังกล่าวไม่ได้เกิดขึ้นที่ล้อกับพื้นถนนเท่านั้น แต่ยังเกิดขึ้นที่ส่วนอื่น ๆ เช่น ระหว่างล้อกับเพลา เป็นต้น นักเรียนคงเคยสังเกตเห็นแล้วว่าระหว่างตัวล้อมีแกนต่อกับเพลา เพลาเป็นแกนกลางสำหรับล้อหมุน เมื่อล้อหมุนรอบเพลาขอบล้อสัมผัสกับเพลาจะเสียดสีกัน ก่อให้เกิดแรงเสียดทาน ยานพาหนะทางบกในสมัยโบราณมีล้อที่ทำด้วยไม้ เช่น เกวียน วิธีนี้จะทำให้เกิดแรงเสียดทานมาก ต่อมาจึงมีผู้พยายามหาวิธีการเพื่อลดแรงเสียดทานดังกล่าว โดยใช้ระบบลูกปืน ซึ่งทำเป็นตลับมีลูกกลม โดยขนาดเท่ากับ กิ่งไม้กลึงรอบตัว เพื่อช่วยลดแรงเสียดทาน นอกจากนี้การหล่อลื่นด้วยน้ำมันหรือจาระบีจะช่วยลดแรงเสียดทาน และยังช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นได้

อีกคำ



รูปที่ 3 แสดงตลับลูกปืนและบุต

ส่วนประกอบของเครื่องยนต์บางส่วนที่มีการขัดสีในเนื้อที่จำกัด เช่น พัดลม
 หนัก ๆ ภายใต้อายุขัยวงแหวน ซึ่งเรียกว่าบุต บุตมีลักษณะเป็นวงแหวน ซึ่งสวมกันระหว่าง
 แกนและลูกของล้อคัมกับตัวเครื่องยนต์ทำด้วยพลาสติก แต่บุตนี้ ด้กับยานพาหนะที่ต้องการ
 รั้น ๆ หนักมาก ส่วนรถไฟหรือเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ ลาวะพาดด้วยโลหะผสมบางชนิดที่มี
 สมบัติพิเศษ ภายใต้อายุขัยการเสียดทาน

หน่วยที่ ๔ สิ่งที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานของวัตถุได้
2. บอกได้ว่าความเสียดทานจะเกิดเมื่อไร
3. บอกได้ว่าความเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่สัมผัสหรือไม่
4. สรุปได้ว่าความเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร
5. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานได้
6. บอกประโยชน์ของแรงเสียดทานที่นำไปใช้ในวิถีชีวิตประจำวันได้
7. ออกแบบรูปร่างของพาหนะเพื่อให้เคลื่อนได้เร็วและปลอดภัย

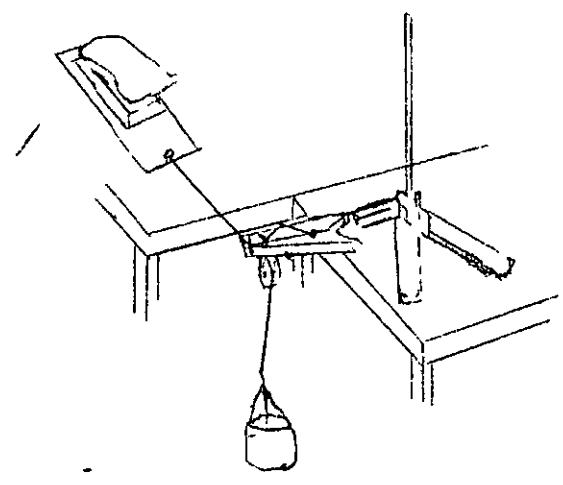
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | |
|-------------------------------------|--------|
| 1. ฤงทรายขนาด 500 gm | 2. ฤง |
| 2. ค่ายหวด | |
| 3. ขวดตั้งหลอดทดลอง | 1 อัน |
| 4. รอก | 1 อัน |
| 5. กระจ่างเจาะรู | 1 ใบ |
| 6. บีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ | 1 ใบ |
| 7. ตาชั่ง | |
| 8. รถล้อเป็นขม | 1 คัน |
| 9. แผ่นไม้สัก | 1 ชุด |
| 10. โฟมขนาด 20 cm x 10 cm | 1 แผ่น |
| 11. กระดาษแข็งขนาด 20 cm x 10 cm | 1 แผ่น |

วิธีหา

ตอนที่ 1

1. ใช้แผ่นไม้ตัด 3 แผ่น ขนาด 20 cm x 10 cm, 10 cm x 10cm, และ 5 cm x 10cm วางรอบแบบโต๊ะ - โดยให้แผ่นที่มีพื้นที่มากที่สุดอยู่ข้างล่าง
2. ตัดรอกห้อยแขนไว้ ดังรูป แล้วผูกเชือกผายรองของรอก ปลายเชือกข้างหนึ่งผูกกับเชือกที่ติดกับแผ่นข้างสุด อีกปลายหนึ่งผูกกระป๋องแฉวนไว้
3. วางตุ้มน้ำทราย 1 ถัง ต้มบนแผ่นไม้ตัดค้อย ๆ เติมน้ำลงในกระป๋องจนกระทั่งแผ่นไม้เกือบจะคั่นที่ ฐานน้ำหนักของน้ำในกระป๋อง บันทึกผล
4. เปลี่ยนน้ำตุ้มน้ำทราย 2 ถัง วางต้มบนแผ่นไม้ตัดค้อย ท้าว่าข้อ 3 อีก ครั้งหนึ่ง
5. เปลี่ยนให้แผ่นไม้ตัดขนาดกลางคั่นค้ำโต๊ะ ท้าว่าข้อ 3 บันทึกผล
6. เปลี่ยนให้แผ่นไม้ตัดขนาดเล็กคั่นค้ำโต๊ะ ท้าว่าข้อ 3 บันทึกผล



รูปที่ 4. แสดงวิธีจัดตั้งอุปกรณ์จากแผ่นไม้ขนาดต่าง ๆ

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 1

พื้นที่ผิวสัมผัส $(\text{cm})^2$	จำนวนตุ้มน้ำทราย	น้ำหนักของน้ำ gm
1. 20 cm x 10 cm	2	
2. 20 cm x 10 cm	1	
3. 10 cm x 10 cm	1	
4. 5 cm x 10 cm	1	

* การ วิเคราะห์ปรากฏผลการทดลองตามแนวคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อใช้ถุงทราย 1 ถุง และ 2 ถุง วางทับบนแผ่นไม้ อย่างไหนจะตองน้ำขึ้น น้ำหนักของน้ำมากกว่ากัน
2. เมื่อใช้ถุงทราย 1 ถุง วางทับบนแผ่นไม้ หรือใช้พื้นที่ผิวสัมผัสกับพื้นขนาดต่าง ๆ กันเท่าหนักของน้ำที่ตั้งให้ถุงทรายเหมือนกันที่ค่าแตกต่างกันอย่างไร
3. นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับบริเวณพื้นที่ผิวสัมผัสได้อย่างไร

วิธีทำ

ตอนที่ 2

1. วางแผ่นไม้คัต แผ่นโฟม และแผ่นกระดาษแข็งขนาด $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ หนักกันโดยให้แผ่นไม้ไว้กึ่งกลางสุด
2. ทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 2 และ 3 ลงจากข้อ 1 บันทึกผล
3. เปลี่ยนให้แผ่นโฟมอยู่ข้างกลาง ทำซ้ำเช่นเดิม
4. เปลี่ยนให้แผ่นกระดาษแข็งอยู่ข้างกลาง ทำซ้ำเช่นเดิม
5. เปรียบเทียบน้ำหนักของน้ำในกระป๋องทั้ง 3 ครั้ง บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 2

ชนิดผิวสัมผัส	น้ำหนักของน้ำหนัก gm
ไม้ไว้กลางขนาด $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$	
โฟมไว้กลางขนาด $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$	
กระดาษแข็งขนาด $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$	

* คำสั่ง วัตถุประสงค์ของงานตามแนวความคิดต่อไปนี้

1. การทดลองน้ำหนักของน้ำในกรรปองทั้ง 3 ครั้ง มีค่าเท่ากันหรือแตกต่างกัน
อย่างไร
2. นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทาน และชนิดของผิวสัมผัส
ได้อย่างไร
3. เมื่อสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสมีค่าเท่ากับอัตราส่วน
ระหว่างแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่กับแรงที่กดลงบนผิวสัมผัส

จากการทดลอง ถ้าน้ำหนักไม้ขีด โฟม และกระดาษแข็งรวมกันได้เท่ากับ 25

ก็ถือกรรปองน้ำหนักกรรปองหนักประมาณ 48.5 กรัม

- สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างพื้นไม้ขีดกับผิวโฟม มีค่า

$$= \frac{7}{0.25 \times 1000} + 48.5 = 0.754$$
 - สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างพื้นไม้ขีดกับผิวกระดาษแข็งมีค่า

$$= \frac{7}{0.25 \times 1000} + 48.5$$
 - สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างพื้นไม้ขีดกับผิวไม้ขีดมีค่า

$$= \frac{7}{0.25 \times 1000} + 48.5$$
4. จากข้อ 5. สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่ไหนมีค่ามากที่สุด
และสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่ไหนที่มีค่าน้อยที่สุด

* * การวัด การวัดความยาววัตถุทางยาวไปมี

ตอนที่ 1

1. ใช้ไม้ฉากหรือสาย 1 คู่ และ 2 คู่ วางตีบนแผ่นไม้ยาวกว้างหนึ่งเมตรครึ่ง
ยาว 1 เมตร ยาวมากเท่ากัน
2. ใช้ไม้ฉากหรือสาย 1 คู่ วางตีบนแผ่นไม้ 1 คู่ ยาวหนึ่งเมตรครึ่ง ยาว
กว้างเท่ากัน ยาวไม้ฉากหรือสายที่ตั้งไว้ตั้งตรงแล้วส่วนที่เหลือต่างกันอย่างใด
อย่างหนึ่ง
3. นักเรียนจะสรุปภาพสัณฐานของวัตถุตามกับขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส
โดยวัดอย่างไร

จากการทดลอง นักเรียนจะเห็นว่าเมื่อวางไม้ฉากหรือสาย 1 คู่ และ 2 คู่
บนแผ่นไม้ฉากหรือสาย 1 คู่ ยาวหนึ่งเมตรครึ่ง ยาวกว้างเท่ากัน เมื่อ
วางไม้ฉากหรือสาย 2 คู่ จะตั้งในแนวฉากกับ 1 คู่ ยาวหนึ่งเมตรครึ่ง
ส่วนที่เหลือต่างกันอย่างใดอย่างหนึ่ง นักเรียนจะสรุปภาพสัณฐานของวัตถุตามกับ
ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส

นักเรียนจะเห็นว่าเมื่อวางไม้ฉากหรือสาย 1 คู่ และ 2 คู่
บนแผ่นไม้ฉากหรือสาย 1 คู่ ยาวหนึ่งเมตรครึ่ง ยาวกว้างเท่ากัน (คือมีขนาด
10 cm x 10cm, 10cm x 10cm หรือ 5cm x 10cm) จะทำให้ภาพสัณฐานของวัตถุ
ที่วางไว้ต่างกันอย่างใดอย่างหนึ่ง เมื่อวางไม้ฉากหรือสายที่ตั้งไว้ตั้งตรงแล้ว
ส่วนที่เหลือต่างกันอย่างใดอย่างหนึ่ง (คือมีขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัสต่าง
กัน) (ดูรูปที่ 1 และ 2)

ตอนที่ 2

1. การวัดพื้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุที่มีขนาด 20 cm x 10 cm
โดยใช้ไม้ฉากหรือสาย 1 คู่ และ 2 คู่
2. การวัดพื้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุที่มีขนาด 20 cm x 10 cm
โดยใช้ไม้ฉากหรือสาย 1 คู่ และ 2 คู่
3. การวัดพื้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุที่มีขนาด 20 cm x 10 cm
โดยใช้ไม้ฉากหรือสาย 1 คู่ และ 2 คู่
4. การวัดพื้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุที่มีขนาด 20 cm x 10 cm
โดยใช้ไม้ฉากหรือสาย 1 คู่ และ 2 คู่
5. การวัดพื้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุที่มีขนาด 20 cm x 10 cm
โดยใช้ไม้ฉากหรือสาย 1 คู่ และ 2 คู่

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 2

ชนิดผิวสัมผัส	น้ำหนักของน้ำหนัก (gm)
ใบอัดขนาด 20 cm x 10 cm	
โฟม ขนาด 20 cm x 10 cm	
กระดาษแข็งขนาด 20 cm x 10 cm	

ตอนที่ 2

1. จากการทดลอง น้ำหนักของน้ำในกระป๋องหึ่ง 3 ครั้ง มีค่าเท่ากันหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. บักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทาน และชนิดของผิวสัมผัสได้อย่างไร

จากการทดลองเป็นเวลาดูทรายจำนวน 1 ก้อน วางไว้บนแผ่นใบอัด โฟม และกระดาษแข็งที่ซ้อนกันอยู่ เก็บวางให้ใบอัดขนาด 20 cm x 10 cm อยู่ข้างล่าง จะดึงถ่านลงในกระป๋องประมาณ 140 gm ถ้าให้โฟมขนาด 20 cm x 10 cm อยู่ข้างล่างจะต้องเติมน้ำลงในกระป๋องประมาณ 200 gm และถ้าให้กระดาษแข็งขนาด 20 cm x 10 cm อยู่ข้างล่างจะต้องเติมน้ำลงในกระป๋องประมาณ 110 gm กล่าว คือ การเติมน้ำในกระป๋องหึ่ง 3 ครั้ง นี้ไม่เท่ากัน เพราะว่าชนิดของผิวสัมผัสมีผลต่อแรงเสียดทาน

เมื่อแรงเสียดทานเกิดขึ้นขณะวัตถุมีการเคลื่อนที่ ฉะนั้นสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน จะมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างแรงที่ดึงวัตถุให้เคลื่อนที่กับแรงที่กดลงบนผิวสัมผัส

จากการทดลองน้ำหนักของใบอัด, โฟม และกระดาษแข็งรวมกันได้เท่ากับ 0.25 กรัม

น้ำในกระป๋องประมาณ 48.5 กรัม

ดังนั้น สัมประสิทธิ์ของความเสียหายระหว่างพื้นที่โตะและไต้ค้อมีค่า $= \frac{146+48.5}{0.25 \times 1000} = 0.754$

สัมประสิทธิ์ของความเสียหายระหว่างพื้นที่โตะและโพนมีค่า $= \frac{200+48.4}{0.25 \times 1000} = 0.994$

สัมประสิทธิ์ของความเสียหายระหว่างพื้นที่โตะกับกระดาดแข็ง $= \frac{110+48.5}{0.25 \times 1000} = 0.594$

จะเห็นว่าสัมประสิทธิ์ของความเสียหายระหว่างพื้นที่โตะกับโพนมีค่ามากที่สุด และระหว่างพื้นที่โตะกับกระดาดแข็งมีค่าน้อยที่สุด นั่นคือ สัมประสิทธิ์ของความเสียหายจะมากขึ้นเมื่อใช้วัสดุภายนอกมากขึ้น

ตอนที่ 2

ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ

ยานพาหนะต่าง ๆ ได้ที่ผู้ออกแบบให้สามารถบรรทุกผู้โดยสารได้ในขอบเขตจำกัด เมื่อรถบรรทุกขนาดเล็ก กำหนดไว้ว่า มันบรรทุกผู้โดยสารไม่เกิน 3,000 กิโลกรัม ไม่เกินความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นต้น นอกจากนี้ กฎจราจรต่าง ๆ ที่เราได้กล่าวถึง ก็มีความปลอดภัยแก่ชีวิตและทรัพย์สินของผู้ใช้ยานพาหนะตลอดจนประชาชนผู้สัญจรทางถนน การตั้งกฎจราจรต่าง ๆ ต้องอาศัยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และได้รับการทดลองมาแล้ว เป็นอย่างดี แต่ก็ยังมีอุบัติเหตุต่าง ๆ เกิดขึ้นบ่อย ๆ ทราบหรือไม่ว่า เกิดจากสาเหตุอะไรได้บ้าง และจะมีวิธีป้องกันได้อย่างไร

- การวิ่งด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วสูง เมื่อเกิดอุบัติเหตุอย่างใหม่จะเกิดความเสียหายได้มากกว่ากับ

รถที่มีขนาดเล็กและรถที่ขับช้ามาก เมื่อชนกันอย่างใหม่จะก่อให้เกิดความเสียหายได้มากกว่ากับ เพราะเหตุนี้

ตอนที่ 3. การชนกันของวัตถุ

หลักการของการเรียนการสอน เมื่อจบบทเรียนนี้แก่นักเรียนสามารถ

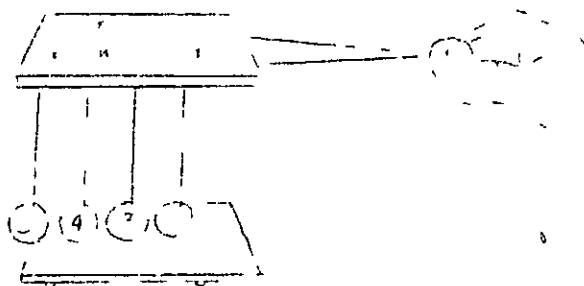
1. บอกได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุทำให้วัตถุเคลื่อนที่
2. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัม และความเร็วได้
3. คำนวณค่าโมเมนตัมได้
4. สรุปได้ว่าโมเมนตัมกับพลังงานมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
5. บอกได้ว่า แรงตกลกระหนบและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
6. อธิบายได้ว่าความปลอดภัยในการขับรถและในการเกิดอุบัติเหตุการชนกันทางรถ แรงในการชนกันจะมากหรือน้อยขึ้นกับอะไรบ้าง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 1. ชุดโบบ์แมนตัน 1 ชุด
- 2. ดินน้ำมันขนาด 2 cm x 2 cm x 4 cm 1 ก้อน
- 3. ไม้บรรทัด 1 อัน

วิธีทดลองที่ 3

1. วางอุปกรณ์ชุดลูกตุ้มโบบ์แมนตัน ยกลูกตุ้มหมายเลข 1 ขึ้นมาอยู่ในระดับจุดแขวน แล้วปล่อยให้กระทบลูกอื่น สังเกตการเคลื่อนที่และระดับความสูงของลูกตุ้มอื่น ๆ ที่เคลื่อนที่ไป
2. ถัดคืนน้ำมันก๊วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 cm ที่ด้านนอกของลูกตุ้ม หมายเลข 1 แล้วทดลองซ้ำตามข้อ 1 สังเกตการเคลื่อนที่และระดับความสูงของลูกตุ้มอื่น ๆ ที่เคลื่อนที่ไป
3. เอาดินน้ำมันออก ยกลูกตุ้มหมายเลข 1 1 คู่ซึ่งสูงกว่าเดิม แล้วปล่อยให้ตกลงไป สังเกตการเคลื่อนที่และระดับความสูงของลูกตุ้มอื่น ๆ ที่เคลื่อนที่ไป
4. ยกลูกตุ้มหมายเลข 1 และ 2 ขึ้นมาอยู่ที่ตักกระทะตมลูกอื่น ๆ สังเกตการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอื่น ๆ ที่ถูกกระทบ



รูปที่ 5 แสดงการปล่อยให้วัตถุตกกระทบกัน

* แนวข้อ งานอภิปรายผลการทดลองทบทวนแนวคำถามค่าต่อไปนี้

1. เมื่อปล่อยลูกตุ้มหมายเลข 1 ตกลงมาหา ลูกตุ้มลูกใดเคลื่อนที่ ระดับความสูงที่ใกล้เคียงที่สุดกับระดับความสูงเมื่อตั้งต้นหรือไม่ว่า เพราะเหตุใด
2. เมื่อปล่อยลูกตุ้มหมายเลข 1 ให้หยุดที่ระดับจุดแขวน ปี แรงงานเกิดขึ้นหรือไม่ และขณะใด แรงงานที่ทำงานอะไร แรงงานที่เจะต้องถ่ายเทกลไก ลูกตุ้มอื่น ๆ ทั้งหมดหรือไม่ อย่างไร
3. เมื่อปล่อยลูกตุ้มที่มีดินเหนียวติดอยู่แล้วให้ตกลงมา ลูกตุ้มลูกใดมีการเคลื่อนที่และระดับความสูงที่เคลื่อนที่มากที่สุดหรือน้อยกว่าเมื่อปล่อยลูกตุ้ม ที่ไม่มีดินเหนียวติดอยู่ นักเรียนอธิบายได้หรือไม่ว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
4. เมื่อปล่อยลูกตุ้ม หมายเลข 1 ให้สูงขึ้นกว่าระดับจุดแขวนแล้ว ปล่อยให้ตกลงมาจะทำให้ลูกตุ้มลูกใดมีการเคลื่อนที่ และระดับความสูงที่เคลื่อนที่มากที่สุดหรือน้อยกว่าครั้งแรก เพราะอะไร
5. เมื่อโยกลูกตุ้มหมายเลข 1 และ 2 ขึ้นแล้วปล่อยให้ตกลงกระทบลูกอื่น ๆ นักเรียนสังเกตว่า ลูกตุ้มเคลื่อนที่สูงขึ้นมากี่ลูก และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
 วัตถุใด ๆ ก็ตามจะเคลื่อนที่จะมีโมเมนตัม ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากมวลของวัตถุ และความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าวัตถุมีมวลมากและความเร็วสูง ขณะที่เคลื่อนที่วัตถุจะมีโมเมนตัมมาก ถ้าวัตถุมีมวลน้อย จะมีความเร็วถ้าจะมีโมเมนตัมช่วยนี้เกิด โมเมนตัมของวัตถุแปรตามมวลและความเร็วของวัตถุ
 กล่าวคือ โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ มวล \times ความเร็ว
6. ถ้าวัตถุมีมวล m กิโลกรัมมีความเร็ว v เมตร ต่อวินาที จะมีโมเมนตัมเท่ากับเท่าไร และมีหน่วยเป็นอะไร
7. ถ้าวัตถุมีมวลเท่ากัน วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง อีกวัตถุหนึ่งมีความเร็วต่ำ โมเมนตัมมีโมเมนตัมมากกว่ากัน
8. โมเมนตัมมีหน่วยเป็นอะไร เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดจากการชนกัน ควรจะรักษาไว้สภาพอย่างไร เมื่อความปลอดภัยมากที่สุด

* * คำขวัญ พิจารณาตามแนวข้อความต่อไปนี้

1. เมื่อปกครองด้วยกฎหมาย 1 ตกคงมาทำให้ลูกขุนลูกฎีกาเคลื่อนที่ ระดับความสูงที่เกินกว่าที่เท่ากันระดับความสูงเมื่อถึงต้นหรือใบ เพราะเหตุใด
2. เมื่อแยกลูกขุนหมายเลข 1 ให้มีระดับจุดแกว่งงาน เมื่อถึงต้นหรือใบ และจะจะมีผลกระทบอย่างไร พลังงานนี้จะต้องถ่ายเทให้ลูกขุนอื่น ๆ ทั้งหมดหรือไม่ อย่างไร
3. เมื่อลูกขุนที่มีดินน้ำมันติดอยู่บนตัวให้ตกลงมา ลูกขุนลูกฎีกามีการเคลื่อนที่แนวระดับ ความสูงที่เคลื่อนที่มากหรือน้อยกว่าเมื่อปล่อยลูกขุน ที่ไม่มีดินน้ำมันติดอยู่ ก็เปรียบนิยามได้หรือไม่ว่า ทาใจวิ่งเหินเขาเห็น
4. เมื่อลูกขุนหมายเลข 1 ให้สูงขึ้นกว่าระดับจุดแขวนแล้ว ปล่อยให้ตกลงมาจะทำให้ลูกขุนลูกฎีกามีการเคลื่อนที่ และระดับความสูงที่เคลื่อนที่มากหรือน้อยกว่าครั้งแรก อย่างไร
5. เมื่อลูกขุนหมายเลข 1 และ 2 ขึ้นแล้วปล่อยให้ตกลงกระทบลูกอื่น ๆ นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของลูกที่สูงขึ้นมากลูก และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
 คำพูด ๆ ก็ตามขณะเคลื่อนที่จะมีโมเมนตัม ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากมวลของวัตถุ และความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าวัตถุมีมวลมากและ ความเร็วสูง ขณะที่เคลื่อนที่วัตถุจะมีโมเมนตัมมาก ถ้าวัตถุมีมวลน้อยและความเร็วต่ำก็จะมีโมเมนตัมน้อยลงด้วย
 นั่นคือ โมเมนตัมของวัตถุแปรตามมวลและความเร็วของวัตถุ
 กล่าวคือ โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ มวล x ความเร็ว
6. ถ้าวัตถุขนาด ๓ กิโลกรัมมีความเร็ว ๖ เมตร ต่อวินาที จะมีโมเมนตัมเท่ากับเท่าไร และมีหน่วยเป็นอะไร
7. ถ้าวัตถุมีมวลเท่ากัน วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง อีกวัตถุหนึ่งมีความเร็วต่ำ วัตถุใดมีโมเมนตัมมากกว่ากัน
8. การชนกันเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดจากการชนกัน ควรจะใช้รถประเภทอย่างไร เมื่อความปลอดภัยมากที่สุด

จากการทดลอง ขณะยกลูกตุ้มหมายเลข 1 ในห้องที่ระดับจุดแฉวนจะเกิดพลังงานศักย์ เมื่อปล่อยลูกตุ้มขณะเคลื่อนที่ พลังงานศักย์จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ เมื่อลูกตุ้มที่ปล่อยไปกระทบกับลูกตุ้มลูกอื่น ๆ จะมีการถ่ายทอดพลังงานต่อไปยังลูกตุ้มลูกอื่น ๆ ต่อ ๆ กันไป ลูกตุ้มลูกที่ 5 ไม่ได้ถ่ายทอดพลังงานต่อไปยังลูกตุ้มลูกอื่นก็จะยกตัวเคลื่อนที่สูงขึ้นมากกว่าลูกตุ้มจะสังเกตเห็นได้ว่า ระดับความสูงของลูกตุ้มที่เคลื่อนที่นี้ไต่เท่ากับระดับการเคลื่อนที่ทั้งหมดนี้ จึงเป็นเพราะว่าในการถ่ายทอดพลังงานเองมีการสูญเสียพลังงานเกิดขึ้นเอง พลังงานที่สูญเสียไปนั้นเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานเสียง และ ความร้อน เป็นต้น

เมื่อคิดค้นมาขึ้นเข้ากับลูกตุ้มหมายเลข 1 ยกให้สูงขึ้นเท่าเดิมแล้วปล่อยให้ตกลงมา นักเรียนจะสังเกตเห็นว่าลูกตุ้มที่เคลื่อนที่จะเคลื่อนที่สูงขึ้นไปกว่าครั้งแรกที่ไม่ได้คิดค้นมาขึ้น แสดงว่าเมื่อวัตถุมีเวลาเคลื่อนที่จะมีพลังงานมากขึ้นด้วย

ย้ายลูกตุ้มหมายเลข 1 ให้สูงกว่าระดับจุดแฉวน ทำให้พลังงานศักย์มากกว่า เมื่อถึงจุดแฉวน เมื่อปล่อยวัตถุให้ตกลงมาย่อมมีพลังงานจลน์สูงกว่า และย่อมมีความเร็วมากกว่าด้วย ดังนั้นจากการทดลองได้ว่าลูกตุ้มหมายเลข 5 เคลื่อนที่สูงกว่าลูกตุ้มแรก และลูกตุ้มหมายเลข 1 ยังมีความเร็วขณะตกลงมากระทบลูกตุ้มอื่น ๆ มากกว่าครั้งแรกที่ถ่าย

เมื่อแยกลูกตุ้มข้างหนึ่งขึ้นสูง 2 ลูก แล้วปล่อยให้ตกลงมาทำให้ลูกตุ้มอีกข้างหนึ่งความสูง 2 ลูก เคลื่อนที่สูงขึ้น ถ้ายกมา 3 ลูก ก็จะทำให้ลูกตุ้มอีกข้างหนึ่งจำนวน 3 ลูกไต่เท่ากับเคลื่อนที่สูงขึ้น แต่ระดับความสูงย่อมไต่เท่ากับระดับความสูงเมื่อตั้งต้น เนื่องจากการสูญเสียพลังงาน

ถ้ากล่าววัตถุใด ๆ ก็ตามขณะเคลื่อนที่จะมีโมเมนตัม จึงเกิดขึ้น เนื่องมาจากมวลของวัตถุและความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าวัตถุมีมวลมากและมีความเร็วสูงขณะที่เคลื่อนที่วัตถุนั้นจะมีโมเมนตัมมาก ถ้าวัตถุมีมวลน้อยและมีความเร็วต่ำก็จะมีโมเมนตัมน้อยลงด้วย

ก็คือ โบนัตัมของวัตถุปรมาณูและความเร็วของวัตถุ หรือพูดกันอย่าง
 ง่าย คือ โบนัตัมมีค่าเท่ากับ ผลคูณของมวลและความเร็วของวัตถุนั้น เช่น ปืนมวล m
 กิโลกรัม มีความเร็ว v เมตร ต่อวินาทีจะมีโบนัตัมเท่ากับ mv กิโลกรัมเมตร
 ต่อวินาที

การเปลี่ยนแปลงโบนัตัมอันเนื่องมาจากมวลและความเร็วของวัตถุ จึง
 สามารถหาได้จากการขยับรถยนต์เพื่อลดอุบัติเหตุได้ โดยการคำนึงถึงน้ำหนัก และความเร็ว
 มาหาตัวเอง

หน่วยที่ 4. วัสดุที่มีความเฉื่อย

นักเรียนคงจำกฎข้างนิวตัน ข้อหนึ่งที่ว่า เมื่อวัตถุอยู่นิ่งก็จะพยายามรักษาสภาพเดิมไว้ตลอดไป ถ้าวัตถุเคลื่อนที่และไม่มีแรงภายนอกมากกระทำก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วเท่าเดิม แสดงว่าวัตถุ นั้นมีความเฉื่อย

ความเฉื่อยของยานพาหนะ เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะอย่างไร

ความเฉื่อย ของวัตถุ

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของความเฉื่อยได้
2. อธิบายได้ถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีการออกแรงอย่างรวดเร็ว หรือเมื่อหยุดกระทันหัน
3. นำเอาหลักการเกี่ยวกับความเฉื่อยไปใช้ในการบรรเทาผลกระทบของชนรถได้อย่างปลอดภัย

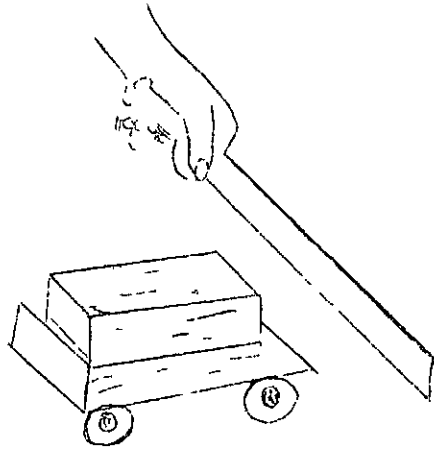
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| 1. รถตุลุมิเนียม | 1 คัน |
| 2. ท่อนไม้ขนาด 8 cm x 3 cm x 5 cm | 2 ท่อน |
| 3. ไม้บรรทัด | 1 อัน |

วัตถุประสงค์

1. นำรถตุลุมิเนียมมาวางที่ขอบโต๊ะด้านหนึ่ง วางท่อนไม้ขนาด 8 cm x 3 cm x 5 cm
2. นำเก้าอี้มาตั้งหน้ารถตุลุมิเนียม
3. คอย ๆ ผลักรถให้เคลื่อนที่ซึ่งเกิดว่าไปติดกับรถหรือไม่
3. ผลักรถแรง ๆ ซึ่งเกิดการเคลื่อนที่ของไม้อีกครึ่งหนึ่ง
4. จัดไม้ 2 ท่อนไว้บนรถตามเดิม ผลักรถแรง ๆ เมื่อรถเกือบจะถึงขอบโต๊ะก็ยกเก้าอี้ให้เอาไม้บรรทัดกั้นตัวรถไว้ทันที สังเกตดูการเคลื่อนที่ของไม้

5. ทาการทดลองเป็นเตีรวกกับข้อ 4 แต่รวานี้สอดให้รถหยุดช้า ๆ สังเกตการเคลื่อนที่ของใบ



รูปที่ 6 แสดงการเคลื่อนที่ของใบบนรถ

* คำสั่ง จงอธิบายผลการทดลองตามแนวคำถามต่อไปนี้

1. การฉีกกระดาษให้เคลื่อนที่ช้า ๆ กับการฉีกอย่างแรง ไม้ที่อยู่บนกระดาษเคลื่อนที่ต่างกันอย่างไร
2. การนำหลอดหยดกระทบพื้น และการทำหลอดหยดช้า ๆ มีผลต่อการเคลื่อนที่ของหลอดไม้
อย่างไร
3. เบ็กลูกเรียนยื่นอยู่บนรถประจำทางขณะรถออก หรือ เบรคทันที ตัวนักเรียนจะเคลื่อนที่
ต่างกันอย่างไร เพราะอะไร
4. ถวามเฉื่อย หมายถึงอะไร
5. เบ็กรถคันหนึ่งเสียจะต้องปัดอีกคันมาลากจูงไป เพราะเหตุใดจึงต้องมีคนช่วยอยู่ในรถ
คันที่เสียนั้น

**** คำสั่ง** วิจารณ์คำถามและข้อความต่อไปนี้

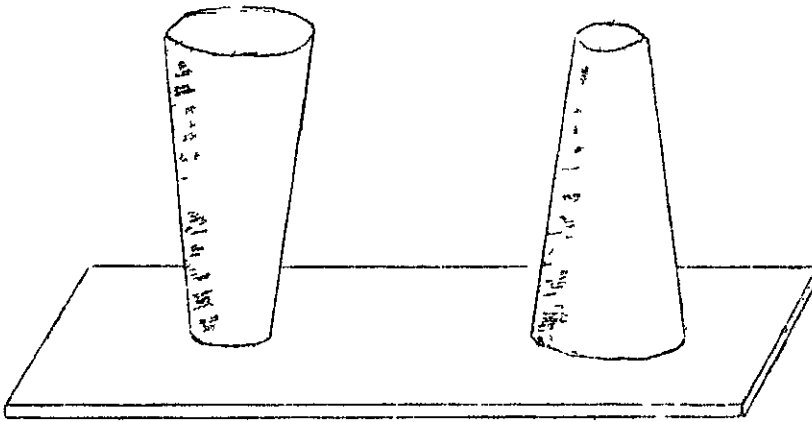
1. การผลัดกรรณให้เคลื่อนที่ช้า ๆ กับการผลัดอย่างแรง ไม้ที่ยูบนรถจะเคลื่อนที่ต่างกันอย่างไร
2. การทำให้รถหยุดกระทันหัน และการทำให้รถหยุดช้า ๆ ปีผลต่อการเคลื่อนที่ของตอนไม้อย่างไร
3. เพื่อนักเรียนยืนอยู่บนรถประวาทางขนะรถออก หรือเบรคทันที ตำนักเรียนจะเคลื่อนที่ต่างกันอย่างไร เพราะอะไร
4. กวางเฉื่อย หมายถึงอะไร
5. เมื่อรถคันหนึ่งเสียจะต้องมีรถอีกคันมาลากจูงไป เพราะเหตุใดจึงต้องมีคนขับอยู่ในรถคันที่เสียนั้น

หากการทดลอง นักเรียนจะเห็นได้ว่าเมื่อผลัดกรรณให้เคลื่อนที่ช้า ๆ ตอนไม้ที่บนรถอยู่บนรถจะติดไปกับรถได้ แต่ถาผลัดกรรณให้เคลื่อนที่เร็วขึ้น ตอนไม้จะหล่นจากท้ายรถ หรือถ้าหยุดกระทันหัน ตอนไม้จะพุ่งไปข้างหน้า ทั้งนี้ก็เพราะตอนไม้พยายามรักษาสภาพเดิมไว้ หรืออาจกล่าวได้ว่าตอนไม้มีความเฉื่อย

ท่านองเคียวกัน เมื่ออยู่บนรถประจำทาง ขนะรถออกตัวนักเรียนจะเอนมาข้างหลัง แต่เมื่อเบรค นักเรียนจะชมาไปข้างหน้า ทั้งนี้ก็เพราะว่าตัวนักเรียนมีความเฉื่อยนั่นเอง จะเห็น เพื่อความปลอดภัยเมื่อรถเสียและปรกอีกคันมาลากจูง จึงต้องมีคนขับอยู่ในรถคันที่เสีย เพื่อคอยบังคับทิศทางและการ ขับเคลื่อนหยุดรถ

หน้า 5. จุดศูนย์กลางมีความสำคัญอย่างไร

นักเรียนคิดว่ารถที่บรรทุกของไว้นิ่ง ๆ จะมีการทรงตัวขณะแล่นไม่ดี ซึ่งนักเรียนจะสังเกตเห็นว่า เวลาเลี้ยววงแคบเร็ว ๆ มักจะคว่ำ ท้ายไปจึงเป็นเช่นนั้น เหตุใดรถแข่งจึงวิ่งมีลักษณะเตี้ยและมีฐานล้อกว้าง ปัดหาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการทรงตัวของวัตถุรูปต่าง ๆ อย่างไร



รูปที่ ๘ แสดงการทรงตัวของวัตถุ

- ถาดออกแรงผลักดันวัตถุ วัตถุขึ้นใหม่จะล้มไถ่ง่ายกว่ากัน

วัตถุทุกชนิดจะมีจุดศูนย์กลาง ซึ่งเป็นจุดรวมน้ำหนักของวัตถุทั้งหมด เราอาจจะหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางได้โดยวิธีง่าย ๆ เช่น จุดศูนย์กลางของไม้บรรทัดอาจหาได้โดยวางไม้บรรทัดลงบนน้ำมือ และให้ทรงตัวอยู่ในแนวระกับ จุดศูนย์กลางของไม้บรรทัดจะอยู่ตรงตำแหน่งที่ไม้บรรทัดวางอยู่บนน้ำมือ

สำหรับวัตถุอื่นที่มีรูปร่างต่าง ๆ กันไป จุดศูนย์กลางจะอยู่ที่ใด นักเรียนจะมีวิธีหาได้อย่างไร

การหาจุดศูนย์กลางของวัตถุ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

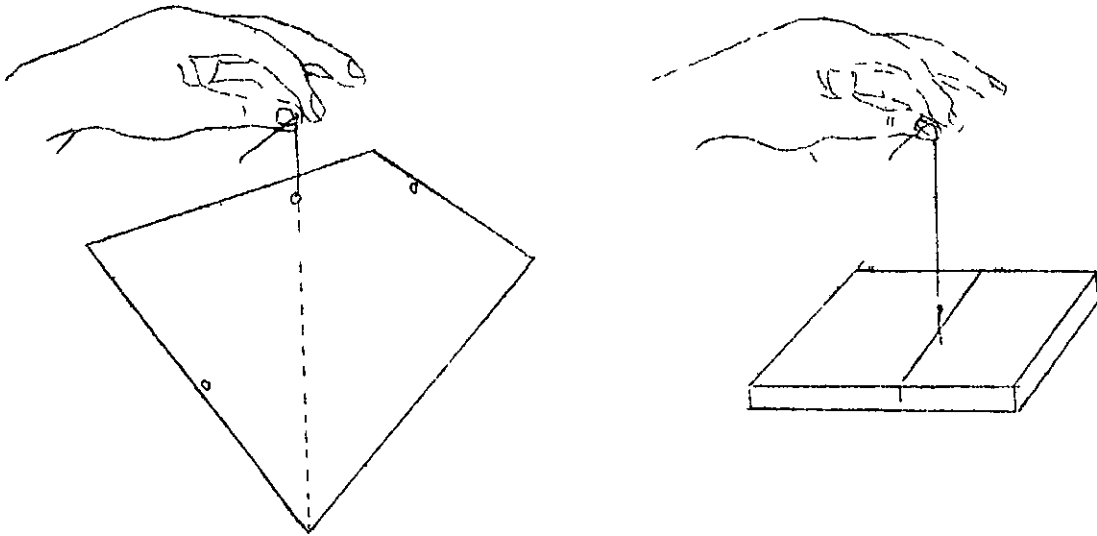
1. ให้ความหมายของจุดศูนย์กลางของวัตถุได้
2. สรุปได้ว่าวัตถุที่มีจุดศูนย์กลางเท่า และวัตถุที่มีจุดศูนย์กลางสูงอย่างไร จะทรงตัวได้ดีกว่ากัน
3. สรุปได้ว่าวัตถุจะล้มเพราะอะไร
4. สรุปความปลอดภัยเนื่องจากจุดศูนย์กลางในการออกแบบรถและการบรรทุกของได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | | |
|--------------------------------------|---|------|
| 1. ดินน้ำมัน ขนาด 7 cm x 5 cm x 1 cm | 1 | ก้อน |
| 2. กระดาษแข็งสี่เหลี่ยมคางหมูเท่า | 1 | แผ่น |
| 3. ค้ายเปียผ้า | 1 | หลอด |
| 4. ท่อนไม้ขนาด 8 cm x 5 cm x 3 cm | 1 | ท่อน |
| 5. เข็มหมุดขนาด 3.5 cm | 2 | ตัว |

วิธีทำ ตอน 1

1. ตัดกระดาษแข็ง 1 แผ่น ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูเท่า เจาะรูที่ขอบกระดาษแข็ง 3 รู ห่างกัน ตั้งรูป เอาค้าย 3 เส้น ยาวเส้นละ 25 cm รอยผูกรูละเส้น
2. หยิบปลายค้ายเส้นหนึ่งขึ้น เอาไม้บรรทัดทาบแนวเส้น เชือกผ่านกระดาษแข็ง สอดเส้นด้วยค้าย แล้วหยิบปลายค้ายที่เหลือที่ละเส้น ทาเช่นเดิมสังเกต ตำแหน่งที่แนวเส้นค้ายทั้ง 3 ตัดกัน
3. ผูกก้อนดินน้ำมันขนาด 7 cm x 5 cm x 1 cm แล้วเอานิ้ว ตั้งรูป ให้นักเรียน สังเกตแนวเส้นค้ายว่าผ่านก้นดินน้ำมันแนวไหน ใช้เข็มหมุดปักตามแนวนั้น
4. เปลี่ยนตำแหน่งผูกก้อนดินน้ำมันใหม่ ทาเช่นเดียวกับข้อ 3 ปักเข็มหมุดอีกตัวหนึ่งในแนวเส้นค้าย สังเกตตำแหน่งที่เข็มหมุดทั้งสองตัวตัดกัน



รูปที่ ๘ แสดงการแขวนวัตถุเพื่อหาจุดศูนย์กลาง

* คำสั่ง ภารกิจปลายผลการทดลองตามแนวดำเนินต่อไปนี้

1. แนวเส้นค้ำทั้ง 3 เส้น บนกระดาษแข็งตัดที่จุดเดียวกันหรือไม่
2. จุดศูนย์กลางของกระดาษแข็งอยู่ที่ใด
3. จุดศูนย์กลางของวัตถุหมายถึงอะไร
4. จุดศูนย์กลางของกอนดินน้ำมันอยู่ที่ไหนอยู่เหนือหรือนอกกอนดินน้ำมัน
5. ถ้าจะหาจุดศูนย์กลางของท่อนไม้จะมีวิธีหาอย่างไร
6. จุดศูนย์กลางของลูกทรงกลมจะอยู่ที่ใด

** คำสั่ง ำงพิวำรณำควำมและข้อควำมต่อไปนี้

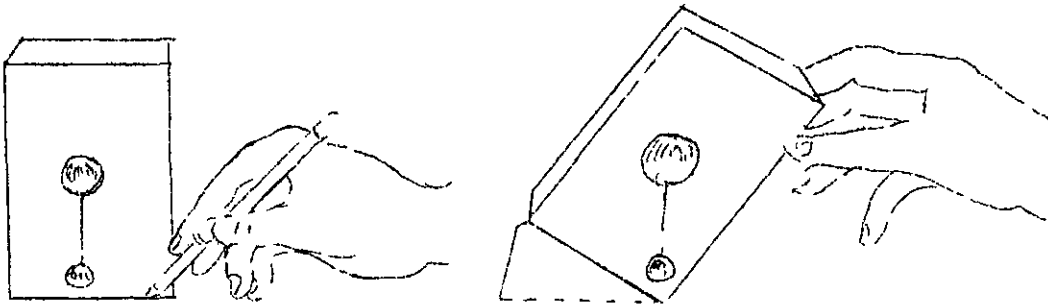
- แนวนเส้นค้ำยทั้ง 3 เส้น บนกระค้ำยแข็งค้ำค้ำที่จุดค้ำยค้ำยกันหรือไม่
- จุดศูนย์กลางของกระค้ำยแข็งอยู่ที่ใด
- จุดศูนย์กลางของวัตถุหน้ำยก้ำงอะไร
- จุดศูนย์กลางของกอนค้ำนค้ำน้ำนอยู่ที่ไหนอยู่ในเรือนอกกอนค้ำนค้ำนน้ำน
- ก้ำจะหำจุดศูนย์กลางของทอน้ำบจะป้ำวิธีหำอยำงไร
- จุดศูนย์กลางของลูกทรงกลมจะอยู่ที่ใด

จำกการทค้ำดอง น้กเรียนจะพบวำ แนวนเส้นเชือกที่ไ้แขวนกระค้ำยจะค้ำค้ำกันที่จุดหนึ่งเสมอ ใ้วำจะแขวนกระค้ำยที่ก้ำแหน่งใดก็ค้ำม จุดนี้เรียกวำจุดศูนย์กลาง ก้ำเรำผูกค้ำยแขวนกระค้ำยแข็งที่จุดศูนย์กลางนี้ น้ำหนักของกระค้ำยส่วนที่อยู่ค้ำนค้ำยและค้ำนขวำของ แนวนเส้นค้ำยจะป้ำค้ำเทำก้ำน

แ้จำกวิธีการค้ำยกันก็จะทรำบได้วำ จุดศูนย์กลางของกอนค้ำนค้ำนน้ำนจะอยู่ภำยในประภำค้ำงค้ำงของกอน ถ้ำน้กเรียนใ้ช้ทอน้ำนค้ำนค้ำนน้ำนก็หำจุดศูนย์กลางของทอน้ำนได้วำอยู่ประภำค้ำงค้ำงแหน่ง และสำหรับจุดศูนย์กลางของลูกทรงกลมก็จะอยู่ที่จุดศูนย์กลางภำยใ้ทรงกลมนั้นน้เอง

วิธีทำ ท่อน 2

1. ตัดท่อนไม้ขนาด $8 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$ ขึ้น โดยเอาด้าน $5 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$ เป็นฐาน ชีตเส้นรอบฐานเอาไว้ตั้งรูป



รูปที่ ๘ แสดงการตัดท่อนไม้

2. ตีคติน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 cm 2 ก้อน ไว้ที่ปลายทั้งสองของค้ำยซึ่งยาว 3 cm กดคติน้ำมันก้อนหนึ่งให้ติดกับจุดกึ่งกลางของท่อนไม้ตั้งรูป
3. เอียงท่อนไม้ทางขวามือโดยให้แนวเส้นเค็ดกยังอยู่ในเส้นรอบฐาน แล้วปล่อยมือสังเกตการทรงตัวของท่อนไม้
4. เอียงท่อนไม้อีกครั้งหนึ่ง แต่ให้แนวเส้นเค็ดกอยู่นอกฐาน แล้วปล่อยมือสังเกตการทรงตัวของท่อนไม้

* คำชี้แจง วัตถุประสงค์การทดลองตามแนวคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อนักเรียนเขียนเขียนทอไปนี้ แนวเส้นเชือกเปลี่ยนแปลงไปจากแนวเดิมหรือไม่อย่างไร
2. แนวเส้นเชือกมีความสัมพันธ์กับจุดศูนย์กลางของทอไม้อย่างไร
3. ทอไม้จะล้มเมื่อแนวเส้นเชือกอยู่ในหรือนอกเส้นรอบฐาน
4. เมื่อใช้ฐาน 5 เซนติเมตร \times 3 เซนติเมตร และ 8 เซนติเมตร \times 3 เซนติเมตร เป็นฐาน คอย่างไหนจะมีจุดศูนย์กลางที่สูงกว่ากัน และจะมีผลต่อการทรงตัวของวัตถุหรือไม่ อย่างไร
5. รูปร่างวัตถุและขนาดของฐาน มีผลต่อการทรงตัวหรือไม่อย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

* คำสั่ง วิจารณ์าคาตามและข้อความต่อไปนี้

- เถื่อนักเรียนเขียนเสียงท่อนไม้ แนวเส้นเชือกเปลี่ยนแปลงไปจากแนวเดิมหรือไม่ อย่างไร
- แนวเส้นเชือกมีความสัมพันธ์กับจุดศูนย์กลางของท่อนไม้หรือไม่ อย่างไร
- ท่อนไม้จะล้มเมื่อแนวเส้นเชือกอยู่ในหรือนอกเส้นรอบรูปฐาน
- เมื่อใช้คาน 5 เซนติเมตร \times 3 เซนติเมตร และ 8 เซนติเมตร \times 3 เซนติเมตร เป็นฐาน อย่างไหนจะมีจุดศูนย์กลางสูงกว่ากัน และจะบ่งบอกการทรงตัวของวัตถุหรือไม่ อย่างไร
- รูปร่างวัตถุและขนาดของฐาน บ่งบอกการทรงตัวหรือไม่อย่างไร ทาไปจึงเป็นเช่นนั้น

จากการทดลอง นักเรียนจะพบว่า เมื่อเอียงท่อนไม้แนวเส้นเชือกจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม กล่าวคือ แนวถึงจากจุดศูนย์กลางของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อวัตถุเปลี่ยนลักษณะทรงตัวและท่อนไม้จะล้มเมื่อแนวคานที่ลากจากจุดศูนย์กลางออกนอกเส้นรอบรูปฐาน ทั้งนี้ จากการทดลองจะพบว่า เมื่อใช้ท่อนไม้คาน 5 เซนติเมตร \times 3 เซนติเมตร เป็นฐาน ท่อนไม้จะมีจุดศูนย์กลางสูงกว่าเมื่อใช้คาน 8 เซนติเมตร \times 3 เซนติเมตรเป็นฐาน นั่นคือการทรงตัวของวัตถุขึ้นอยู่กับตำแหน่งจุดศูนย์กลางของวัตถุ วัตถุที่มีจุดศูนย์กลางต่ำกว่าจะมีการทรงตัวดีกว่าวัตถุที่มีจุดศูนย์กลางสูง

ตอนที่ 3

หลักการของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะ

การขนส่งในปัจจุบันมียานพาหนะที่อำนวยความสะดวก เช่น รถยนต์ รถไฟ รถบรรทุก เรือยนต์ เรือเดินสมุทร และเครื่องบิน ยานพาหนะต่าง ๆ เหล่านี้ต่างก็ต้องมีเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อน ซึ่งเราเรียกว่า กลจักร

กลจักร คือ เครื่องยนต์ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานความร้อน หรือ พลังงานเคมีให้เป็นพลังงานกลและสามารถนำไปใช้งานได้

กลจักรแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. กลจักรสันดาปภายนอก หมายถึง เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอยู่ภายนอกเครื่องยนต์ เช่น กลจักรไอน้ำ

2. กลจักรสันดาปภายใน หมายถึง เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอยู่ภายในเครื่องยนต์ เช่น กลจักรแก๊ซโซลีน กลจักรดีเซล เป็นต้น

หน้าที่ 6. กลจักรไอน้ำทำงานได้อย่างไร

กลจักรไอน้ำ คือ เครื่องยนต์ที่ทำงานโดยอาศัยแรงดันของไอน้ำ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ไอน้ำทำให้เกิดการเคลื่อนที่ได้อย่างไร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของกลจักรได้
2. แบ่งประเภทของกลจักรโดยอาศัยลักษณะการสันดาปได้
3. บอกความหมายของกลจักรไอน้ำได้
4. สรุปได้ว่าไอน้ำทำงานได้เพราะอะไร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

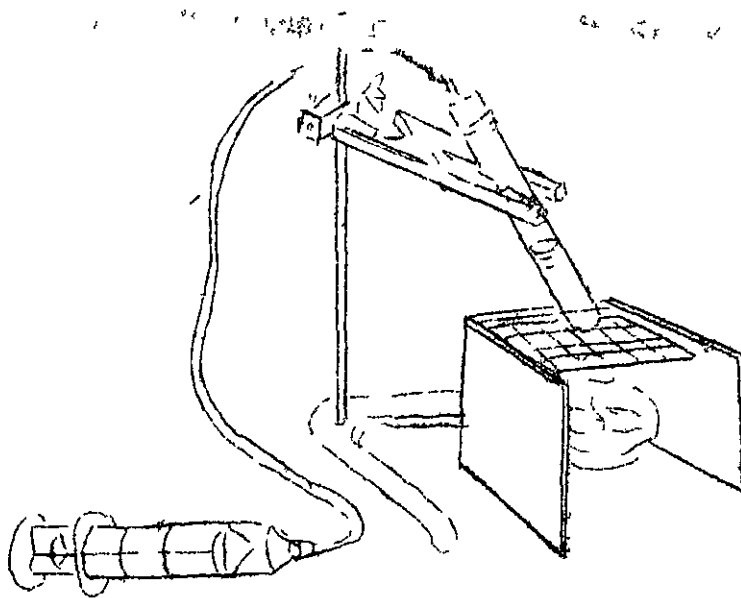
1. ขาดังและที่จับหลอดทดลอง 1 ชุด
2. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กันลม 1 ชุด
3. สายพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 3.5 cm 1 เส้น

4. หลอดฉีดยาขนาด 35 cm^3 1 หลอด
5. ค่ายเย็บผ้า 1 หลอด
6. แบนจำลองกษจักรไอน้ำพร้อมสูบลม 1 ชุด
7. หลอดทดลองขนาดใหญ่ พร้อมจุกที่มีหลอดนำกาชเสียบอยู่ 1 ชุด

วิธีทำของ

ตอนที่ 1

1. ใส่น้ำ 20 cm^3 ในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ปิดค้ายุกยางที่มีหลอดนำกาชเสียบอยู่
2. กดก้านหลอดฉีดยาขนาด 35 cm^3 เพื่อให้ไออากาศออกให้หมด ต่อสายพลาสติกจากหลอด นำกาชเข้ากับหลอดฉีดยา แล้วตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด ดังรูป
3. ต้มน้ำในหลอดจนเดือด สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดฉีดยา



รูปที่ ๑๐ แสดงการต้มน้ำในหลอดทดลอง

* คำชี้แจง ภารกิจปราชญ์การทดลองตามแนวความคิดต่อไปนี้

1. จากการทดลองเมื่อน้ำเดือดมีการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง และจะอธิบายได้ว่าอย่างไร
2. ในการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงรูปพลังงานหรือไม่อย่างไร

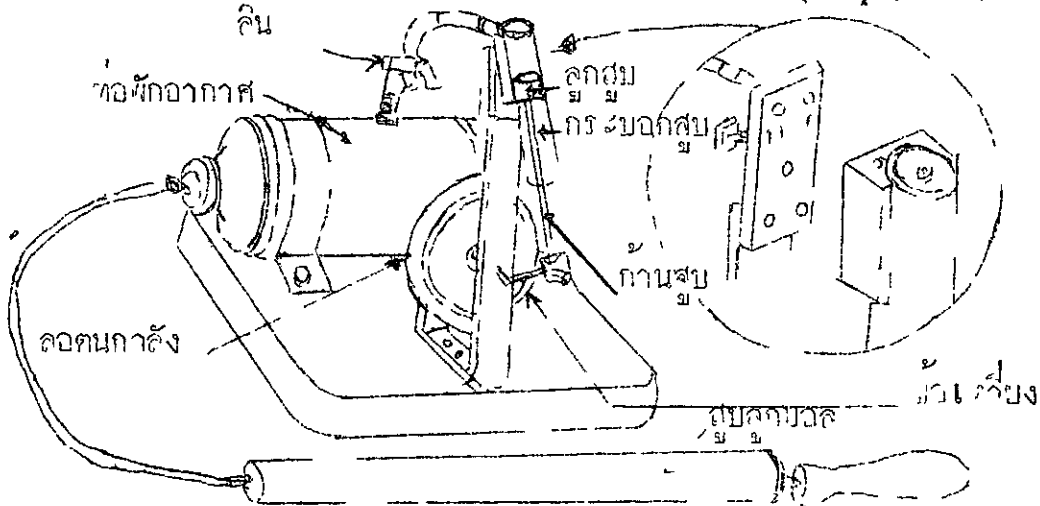
* * การวิ่ง วิจารณ์จากคำถามและข้อความต่อไปนี้

- เบื่อน้ำเดือดมีการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง และจะอธิบายได้ว่าอย่างไร
- ในการทดลองนี้มีการเปลี่ยนแปลงรูปพลังงานหรือไม่อย่างไร

จากการทดลอง นักเรียนจะสังเกตเห็นว่าเมื่อน้ำเดือด แรงดันไอน้ำจะดันให้หลอดฉีดยาออกไป ๆ เลื่อนจนหลุดออกจากหลอด ทั้งนี้ เนื่องจากการเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล

วิธีทำ ตอน 2

1. สังเกตส่วนประกอบต่าง ๆ ของแบบจำลองของวงจรไอน้ำ
2. คอสูบลูกบอลเข้ากับท่อพักอากาศ ปิดคิ
3. สูบอากาศเข้าในท่อพักอากาศประมาณ 15 ครั้ง ใช้มือหมุนค้อนกวดังแล้วเปิดคิ
เมื่อล้อนหมุน ให้สูบอากาศเข้าในเครื่องต่อไป สังเกตการเคลื่อนที่ของส่วนประกอบ
ต่าง ๆ ของแบบจำลองวงจรไอน้ำ



รูปที่ ๑๑ แสดงแบบจำลองเครื่องจักรไอน้ำ

* คำสั่ง วังอภิไธยผลการทดลองตามแนวคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อสูบลมอากาศเข้าไปในเครื่อง ลูกสูบมีการเคลื่อนที่หรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ทาไม้ล่อต้นกำลังจึงหมุนได้
3. ถ้าปล่อยไอน้ำเข้าไปเพื่อพักอากาศแทนการสูบลม ลูกสูบจะเคลื่อนที่หรือไม่ เพราะเหตุใด

* * คำตั้ง วงพิจารณาคาถามและข้อความต่อไปนี้

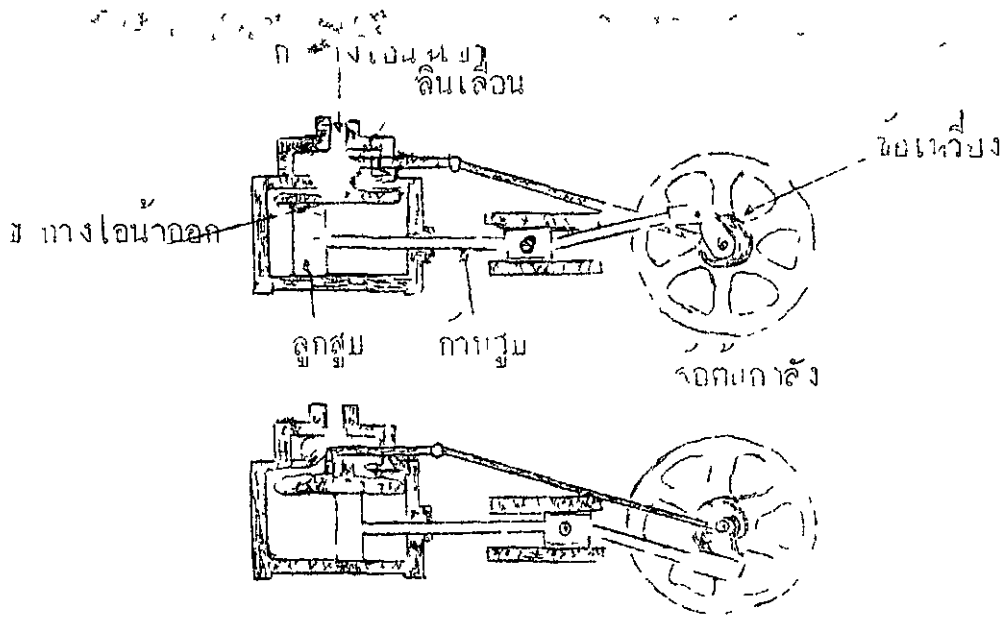
- เมื่อสูบลูกสูบอากาศเข้าไปในเครื่อง ลูกสูบเกิดการเคลื่อนที่หรือไม่ เพราะเหตุใด
- ค่าไม่ล้นจนกำลังจึงหมุนได้
- ถ้าปล่อยไขว้เข้าไปในท่อพักอากาศแทนการสูบลูกสูบ ลูกสูบจะเคลื่อนที่หรือไม่ เพราะเหตุใด

จากการทดลอง นักเรียนจะสังเกตได้ว่าเมื่อสูบลูกสูบอากาศเข้าไปในท่อพักอากาศ ลูกสูบจะไม่มีการเคลื่อนที่ เพราะลิ้นปิด ทำให้ไม่มีแรงดันอากาศในกระบอกสูบ แต่เมื่อลิ้นเปิด อากาศจะเข้าไปในกระบอกสูบทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลงได้

การที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลงแล้ว ล้อตจนกำลังจึงหมุนไปได้ก็อาศัยแรงเหวี่ยงจากข้อเหวี่ยง ถ้าไขว้ข้อเหวี่ยงล้อตจนกำลังจะไม่หมุน

ในการทดลองนี้ถ้าใช้ไอน้ำแทนลม ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นลงได้เนื่องจากไอน้ำมีแรงดัน กจจักรไอน้ำมี 2 แบบ คือกลจักรไอน้ำแบบลูกสูบ และกลจักรไอน้ำแบบกังหัน หรือที่เรียกว่า สตีมเทอร์ไบน์

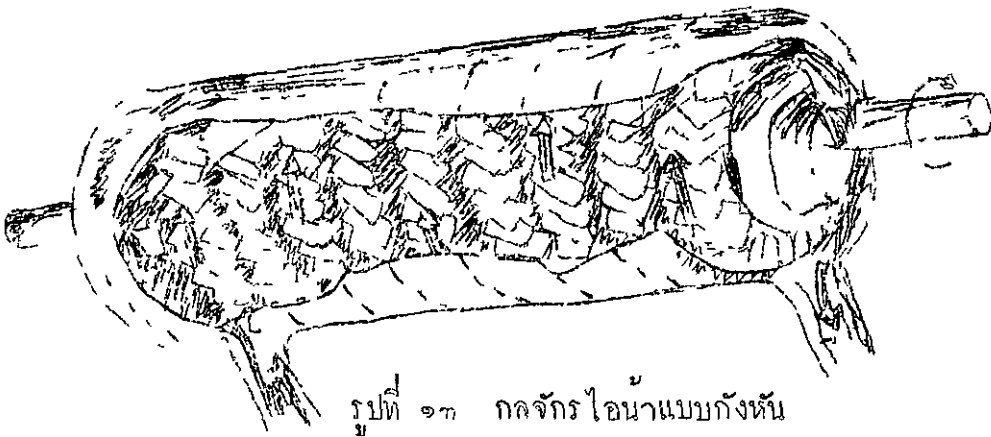
กลจักรไอน้ำแบบลูกสูบใช้แรงดันไอน้ำไปดันลูกสูบให้ทำงานอย่างนี้นักเรียนได้ทดลองมาแล้ว แต่ลักษณะลิ้นไอคือและลิ้นไอเสียต่างไปจากอุปกรณ์ที่นักเรียนได้ทดลอง คือ ลิ้นทั้งสองเป็นแบบชนิดเคลื่อนไปมาได้ เมื่อไอน้ำเข้าทาง ก มาทางซ้าย จะดันให้ลูกสูบเลื่อนไปทางขวา ทำให้ไอน้ำรั้งค้างอยู่ในกระบอกสูบออกไปทาง ข



รูปที่ ๑๒ กังจักรไอน้ำชนิดไอน้ำเคลื่อน

ไอน้ำที่ลวกสูบเคลื่อนที่จะไปทำให้ล้อคนกำลังหมุน การหมุนนี้เองจะทำให้ลิ้นเลื่อนกลับไปทางซ้าย ซึ่งเปิดให้ไอน้ำเข้าทาง ก ผ่านไปทางขวา ดันให้ลูกสูบเลื่อนไปทางซ้าย ไอน้ำซึ่งค้างอยู่ในกระบอกสูบจะออกทางรู ข อีก ขณะลูกสูบเคลื่อนที่ลวกคนกำลังหมุนจะไปทำให้ลิ้นเลื่อนกลับไปทางขวาอีกเป็นเช่นนี้สลับกันไป

กังจักรไอน้ำแบบกังหันประกอบด้วยกังหันหมุนรอบแกน แรงดันของไอน้ำจะทำให้กังหันหมุน เมื่อไอน้ำเข้ามาทางช่องไอน้ำเข้า ไอน้ำจะพุ่งเข้าปะทะใบพัดของกังหันก่อให้เกิดการหมุนของกังหันและแกน ไอน้ำที่ผ่านออกจาจากใบพัดชุดแรกจะพุ่งปะทะใบพัดชุดที่สองซึ่งมีแกนหมุนขั้วเดียวกัน ใบพัดชุดที่สองจึงหมุนต่อไป จนในที่สุดไอน้ำซึ่งอ่อนกำลังลงแล้วจะออกไปทางช่องไอน้ำออก แกนของกังหันที่หมุนจะมีข้อต่อไปถึงเครื่องชนิดอื่น ๆ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือใบพัดเรือ เป็นต้น



รูปที่ ๑๓ กอลจักรไอน้ำแบบกัณฑ์

กอลจักรไอน้ำมีใช้ในยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรม เช่น รถไฟ เรือกลไฟ เครื่องจักร เลื่อยไม้ โรงสีข้าว โรงไฟฟ้า และโรงงานทอผ้า เป็นต้น แต่เนื่องจาก กอลจักรไอน้ำต้องใช้น้ำมัน แกลบ หรือกากมันเป็นปริมาณมากสำหรับเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ ทำให้ต้องเสียเวลาและเกิดความไม่สะดวกต่าง ๆ เช่น รถไฟที่ต้องใช้กอลจักรไอน้ำต้องเสียเวลาในการต้มน้ำและหยุดเดินเชื้อเพลิงและต้มน้ำ จึงได้มีการคิดแปลงกอลจักรที่ใช้น้ำมันหรือน้ำมันว่า ปัจจุบันรถไฟเปลี่ยนจากกอลจักรไอน้ำไปใช้กอลจักรอะโรในการขับเคลื่อน

หน้าที่ 7. กลจักรกาชโซลิน

นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่า กลจักรไอน้ำจะต้องมีการถ่ายทอดพลังงานหลายขั้น นับตั้งแต่การเผาไหม้เชื้อเพลิงจนมาถึงการหมุนขั้วเคลื่อนเกวี่องยนต์ต่าง ๆ จึงมีผู้ผลิต กลจักรกาชโซลินขึ้น ซึ่งใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง หลักการของกลจักรกาชโซลิน เป็นอย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของกลจักรกาชโซลินได้
2. บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟโต
3. บอกชนิดของหม้อแปลงไฟที่ใช้ตามบ้านได้
4. สรุปได้ว่าประกายไฟฟ้าเกิดขึ้นระหว่างขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าอย่างไร
5. สรุปได้ว่าการจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้าต้องใช้น้ำมันแปลงแบบใด

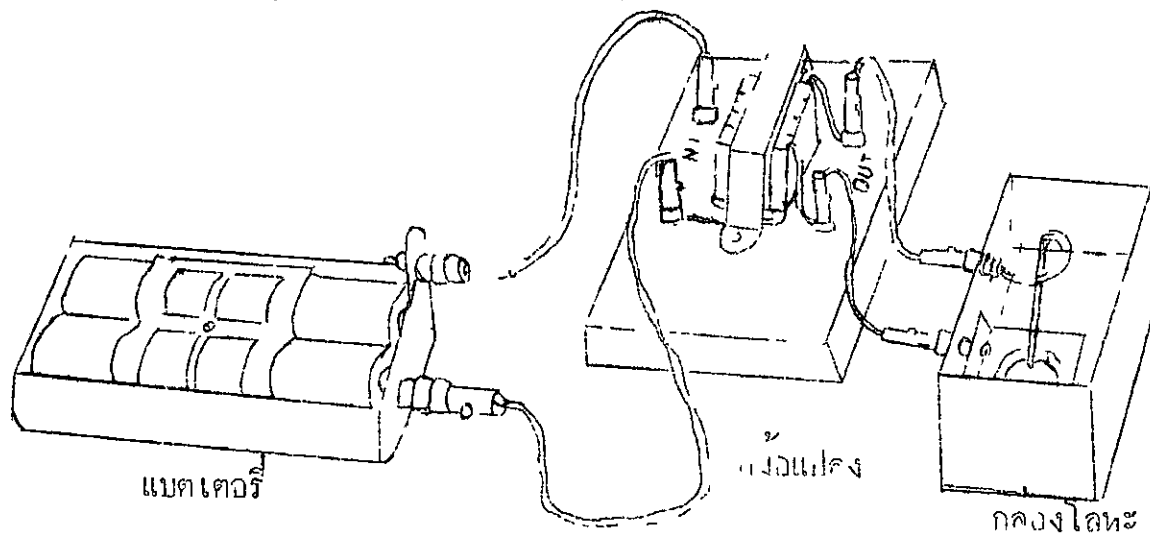
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. น้ำมันเบนซิน
2. ชุดจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้า (กล่องโลหะและหม้อแปลง) 1 ชุด
3. กระดาษชำระขนาด 2 cm x 2 cm 1 แผ่น
4. กระดาษทรายขนาด 1 cm x 1 cm 1 แผ่น
5. สายไฟยาว 25 cm 4 เส้น
6. แบตเตอรี่ 1 ก้อน

วิธีทดลอง

1. ต่อบางไฟ 2 สาย จากขั้วหม้อแปลงด้านที่มีคำว่า OUT เข้ากับขั้วไฟฟ้าของกล่องโลหะ
2. จัดลวดปลายแหลมในกล่องโลหะให้ห่างจากกาคอดูมิเป็นมิลในสองประมาณ 0.1 cm

3. ต่อดสายไฟ 2 สาย จากคานที่ต่ำกว่า IN เข้ากับขั้วทั้ง 2 ของแบตเตอรี่
สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ปลายลวดในกล่องโลหะ
4. ถอดสายไฟออกจากขั้วหนึ่งของแบตเตอรี่ แล้วใส่ปลายสายไฟเข้าไปที่ขั้วแบตเตอรี่
นั้น 2 - 3 ครั้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ปลายลวดในกล่องโลหะ
5. ฉีกแผ่นกระดาษขนาด 1 cm x 2 cm ชุบน้ำมันเบนซินแล้ววางในถาด
อลูมิเนียมในกล่องโลหะ
6. ทดลองทำตามข้อ 4 สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น



รูปที่ ๑๘ แสดงการจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้า

* คำสั่ง วัตถุประสงค์การทดลองตามแนวคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อต่อสายไฟครบวงจร กับเมื่อเขี่ยปลายสายไฟเข้ากับขั้วแบตเตอรี่ มีการเปลี่ยนแปลงต่างกันหรือไม่อย่างไร
2. เมื่อวางกระดาษชุบน้ำมันแล้ว เขี่ยสายไฟอีกครั้งหนึ่ง นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง
3. การที่น้ำมันติดไฟนั้นอธิบายได้อย่างไร
4. ปีการเปลี่ยนแปลงรูปพลังงานอย่างไรบ้าง ให้เขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนรูปพลังงานในเครื่องมือชุดนี้

* * กางสด * * พิจารณาคำถามและข้อความต่อไปนี้

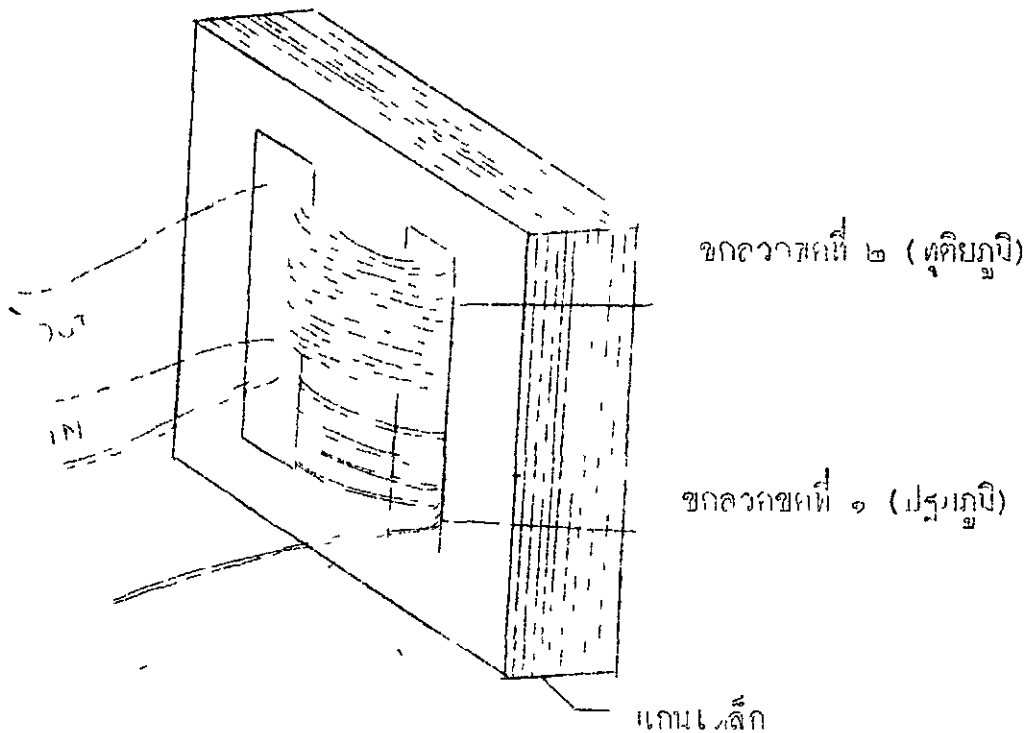
- เมื่อต่อสายไฟครบวงจร กับเมื่อเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับขั้วแบตเตอรี่ มีการเปลี่ยนแปลงต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- เมื่อวางกระดาษชุบน้ำมันแล้ว เชื่อมสายไฟอีกครั้งหนึ่ง นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง
- การที่น้ำมันติดไฟนั้นอธิบายได้อย่างไร
- มีการเปลี่ยนแปลงรูปพลังงานอะไรบ้าง ให้เขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในเครื่องมือชุดนี้

นักเรียนคงจะสังเกตได้ว่า เมื่อต่อสายไฟครบวงจรจะไม่ปีประกายไฟฟ้าเกิดขึ้น แต่เมื่อเอาปลายสายไฟเฉียดที่ขั้วแบตเตอรี่จึงจะเกิดประกายไฟฟ้าขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากการเสียดสีไปกับขั้วแบตเตอรี่จะมีการตัดต่อวงจรไฟฟ้า ซึ่งก่อให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้นในลวดทองแดง ทำให้เกิดมีประกายไฟฟ้าสูงพอที่จะเกิดประกายไฟฟ้าได้ และการที่กระดาษชุบน้ำมันติดไฟก็เนื่องมาจากพลังงานความร้อนจากประกายไฟฟ้า

ในการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานต่าง ๆ โดยเริ่มจากแบตเตอรี่ไปเป็นดังนี้ ๆ

1. พลังงานเคมี $\xrightarrow{\text{พลังงานกล}}$ พลังงานไฟฟ้า
2. พลังงานไฟฟ้า \rightarrow พลังงานเคมี + พลังงานความร้อน
3. พลังงานความร้อน \rightarrow พลังงานแสง

คำสั่ง จงพิจารณารูปและข้อความต่อไปนี้



รูปที่ ๑๕ แสดงหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แปลงความต่างศักย์ไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลง หม้อแปลงมีส่วนประกอบทำด้วยขดลวดสายไฟที่มีฉนวนหุ้ม 2 ชุด พันรอบแกนเหล็ก จากแกนรอบของขดลวดทั้งสองไม่เท่ากัน ขดลวดชุดที่ 1 เรียกว่า ขดลวดปฐมภูมิ เป็นชุดที่ต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ต้องการจะแปลงความต่างศักย์ ขดลวดชุดที่ 2 เรียกว่า ขดลวดทุติยภูมิ เป็นขดลวดที่แปลงความต่างศักย์มาแล้วเพื่อนำไปใช้งานต่อไป ถ้าขดปฐมภูมิ มีจำนวนรอบน้อยกว่าขดทุติยภูมิ เรียกหม้อแปลงนี้ว่า หม้อแปลงขึ้น และถ้าขดปฐมภูมิ มีจำนวนรอบมากกว่าขดทุติยภูมิ เรียกว่า หม้อแปลงลง

- หม้อแปลงที่ใช้ในการทดลองเป็นหม้อแปลงขึ้นหรือหม้อแปลงลง เพราะเหตุใด

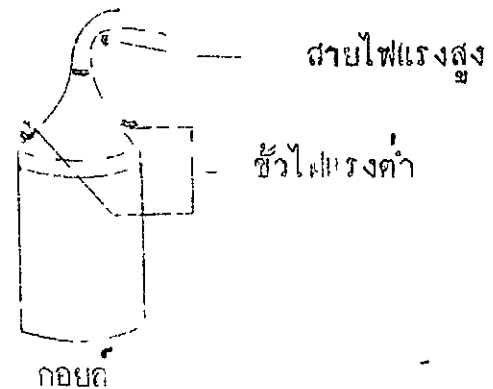
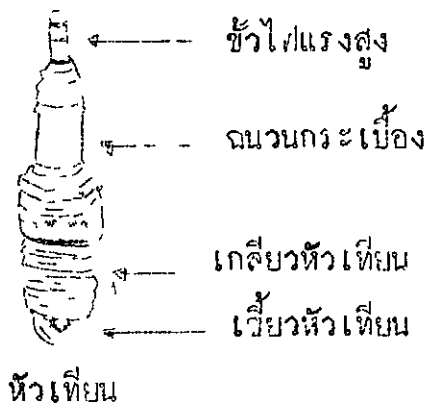
เมื่อใช้สายไฟไปอยู่ที่ขั้วแบตเตอรี่จะเกิดประกายไฟฟ้า แสงสว่างขณะที่ไป
สว่านไปที่ขั้วแบตเตอรี่ทำให้เกิดการตัดและต่อวงจรไฟได้ ในหลอดหลอดปฐมภูมิจะมีกระแสไฟฟ้า
ขาดจนเป็นห่วง ๆ ซึ่งมีผลทำให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าในขดลวดทุติยภูมิและหม้อแปลงที่ใช้
ในถนนทดลองนี้เป็นหม้อแปลงขึ้น กระแสเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิ จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า
ที่มีค่าความต่างศักย์สูงถึง 1,000 โวลต์ จึงสามารถไหลผ่านอากาศได้ ซึ่งนักเรียนสังเกตได้
จากประกายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ปลายลวดในกล่องโลหะ ถ้าบริเวณนั้นมีเชื้อเพลิงอยู่ด้วยประกาย
ไฟฟ้าก็จะไปจุดไฟให้เชื้อเพลิงลุกไหม้ได้

- เชื้อต่อสายไฟครบวงจร จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าในขดลวดทุติยภูมิได้
หรือไม่ ทราบได้อย่างไร

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป ก็มีลักษณะและหลักการเช่นเดียวกับหม้อแปลง
ที่นักเรียนใช้ในการทดลองนั่นเอง แต่ทำไมหม้อแปลงที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปนั้น จึงไม่เกิดตัดต่อ
วงจรเช่นเดียวกับที่ทำการทดลอง นักเรียนทราบมาแล้วว่าไฟฟ้าที่ใช้กันตามบ้านเป็นไฟฟ้า
กระแสสลับ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้า
ขดลวดปฐมภูมิจึงไม่สม่ำเสมอ ซึ่งก็มีลักษณะคล้ายกับการตัดต่อวงจรนั่นเอง จึงมีผลก่อให้เกิด
การเหนี่ยวนำไฟฟ้าในขดลวดทุติยภูมิ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรขดลวดทุติยภูมิได้

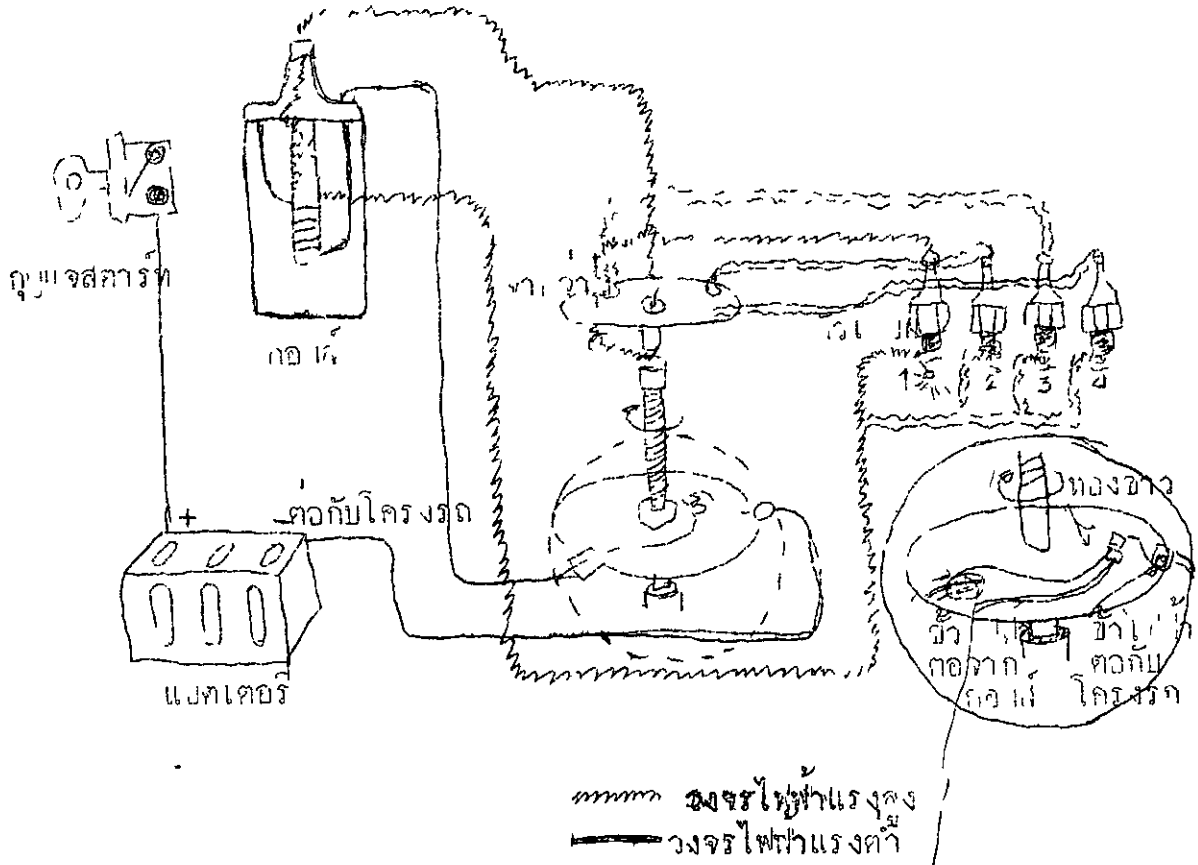
- กระดิ่งไฟฟ้าตามบ้านต้องใส่กับไฟฟ้ากระแสสลับ 6 โวลต์ ฉะนั้น จะต้องใส่กับ
หม้อแปลงชนิดใด

นักเรียนได้ศึกษามาแล้วว่า ในการจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้าจะต้องใช้หม้อแปลง
ที่แปลงความต่างศักย์ให้สูงขึ้นและยังต้องมีขั้วไฟฟ้าซึ่งจะทำให้เกิดประกายไฟฟ้า ในกลจักร
กลศาสตร์ก็เช่นเดียวกัน มีการจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้า จึงมีคอยล์ ทำหน้าที่เป็น
หม้อแปลง และมีหัวเทียน ทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้า



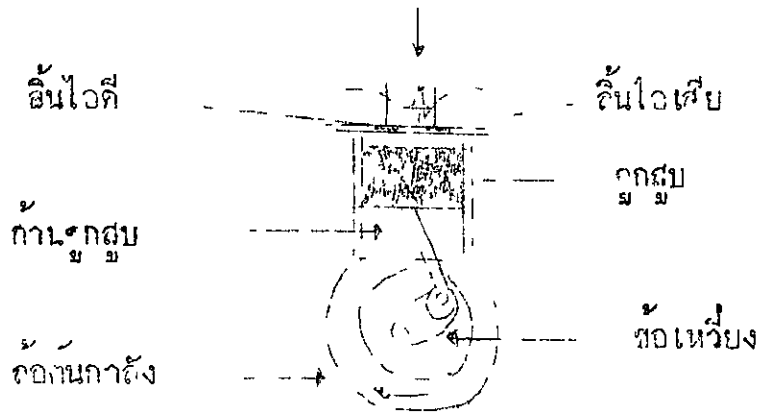
รูปที่ ๑๖ หัวเทียนและคอยล์ที่จับกับเครื่องยนต์

หัวเทียนเครื่องยนต์เปรียบได้กับกล่องโลหะที่นักเรียนทำทดลองนั่นเอง หัวเทียนประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว เรียกว่า เขี้ยวหัวเทียน เนื้อหมุนกึ่งแข็งคาร์บอน สีวทซ์ไฟฟ้า จะค่องวงจรกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ซึ่งมีความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำ หรือไฟแรงต่ำไหลผ่านเข้าขั้วลบของคอยล์ จากนั้นกระแสไฟฟ้าแรงต่ำผ่านทองขาว ซึ่งทำหน้าที่ตัดและค่องวงจรผ่านโกรรรถกลับไปแบตเตอรี่เป็นการครบวงจรไฟแรงต่ำ จากความรู้เดิมนักเรียนทราบว่า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านคอยล์หรือหม้อแปลงไฟฟ้านี้ คอยล์จะแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้าให้เป็นความต่างศักย์ไฟฟ้าสูง หรือแปลงไฟแรงต่ำให้เป็นไฟแรงสูงออกจากขดขลุ่ยขลุ่ย ไฟแรงสูงจะผ่านไปยังจานจ่าย ซึ่งทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้าไปยังหัวเทียนต่าง ๆ บนจานจ่ายมีขั้วไฟฟ้าหลายขั้วแต่ละขั้วต่อกับหัวเทียนแต่ละหัว ขณะที่แกนของจานจ่ายหมุนจะทำให้ไฟแรงสูงผ่านมาสัมผัสขั้วของจานจ่ายทีละขั้ว ฉะนั้น วงจรจ่ายไฟฟ้าไปยังหัวเทียนได้ครบวงจรเวลานั้นไฟแรงสูงจะผ่านโกรรรถกลับไปยังคอยล์เป็นการครบวงจรไฟแรงสูง



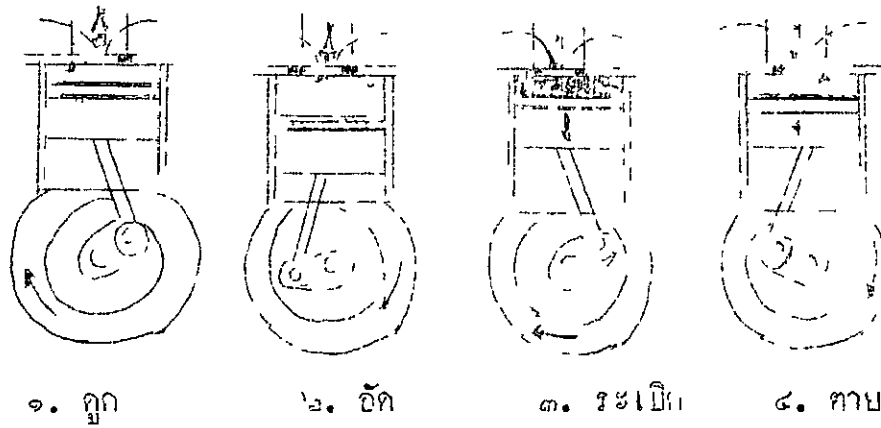
รูปที่ ๑๗ รูปวงจรไฟฟ้า

ไฟแรงสูงที่ต่อมายังหัวเทียนจะทำให้เกิดประกายไฟที่หัวไฟของหัวเทียนวิ่งจุด
เชื้อเพลิงในกระบอกสูบ น้ำมันเชื้อเพลิงจะจุดไหม้ในกระบอกสูบให้พลังงาน ทำให้ส่วน
ประกอบต่าง ๆ ของกลจักรกลไกโซลีนทำงานได้ ทราบหรือไม่ว่า กลจักรกลไกโซลีน
มีเครื่องกลอะไรบางอย่างที่เป็นส่วนประกอบทำให้เกิดการขับเคลื่อนได้



รูปที่ ๑๘ กลจักรกาซโซลีน

กลจักรกาซโซลีนประกอบด้วย กระบอกสูบ ลูกสูบ ลิ้นไอดี ลิ้นไอเสีย ก้านสูบข้อเหวี่ยง ดอกนํ้าแข็ง และหัวเทียน กลจักรกาซโซลีนทำงานเป็นจังหวะดังนี้



รูป ๑๘ การทำงานของกลจักรกาซโซลีน

จังหวะที่ 1 จังหวะคุก เริ่มต้นคายลื่นไอตีเปิด ลูกสูบเคลื่อนที่ถอยหลังคูดไอน้ำมันผสมอากาศเข้าไปไว้ในกระบอกสูบแล้วลื่นไอตีปิด ซึ่งไอ น้ำมันและอากาศไว้ข้างในกระบอกสูบ

จังหวะที่ 2 จังหวะอัด ลูกสูบจะอัดไอแก๊วผสมอากาศให้ปริมาตรเล็กลง

จังหวะที่ 3 จังหวะระเบิด จะเกิดประกายไฟฟ้าที่หัวเทียน ทำให้แก๊วผสมลุกไหม้ การระเบิดของแก๊วทำให้มีแรงดันลูกสูบให้เคลื่อนที่อย่างแรง ก้านสูบจะไปเหวี่ยงให้ลอคันกำลังหมุนไปได้

จังหวะที่ 4 จังหวะคาย ลูกสูบจะอัดตัวอีกครั้งด้วยบรงเหวี่ยงของลอคันกำลัง คันกำลังที่เกิดจากการเผาไหม้ออก ลื่นไอเสียจะเปิดให้ไอเสียออกไปจากกระบอกสูบ จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนที่ไปจนสูงสุด แล้วลื่นไอเสียจะปิด

เมื่อกลจักรทำงานครบ 4 จังหวะดังกล่าว เรียกว่าทำงานครบ 1 รอบ หลังจากนั้นก็มีการเริ่มจังหวะที่ 1 เรื่อย ๆ ไป นี่คือการทำงานของกลจักรกาซโซลิน 4 จังหวะ ใช้กับเครื่องยนต์ของรถยนต์ เรือยนต์ เรือหางยาว เครื่องสูบน้ำ เครื่องตัดหญ้า และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบางชนิด

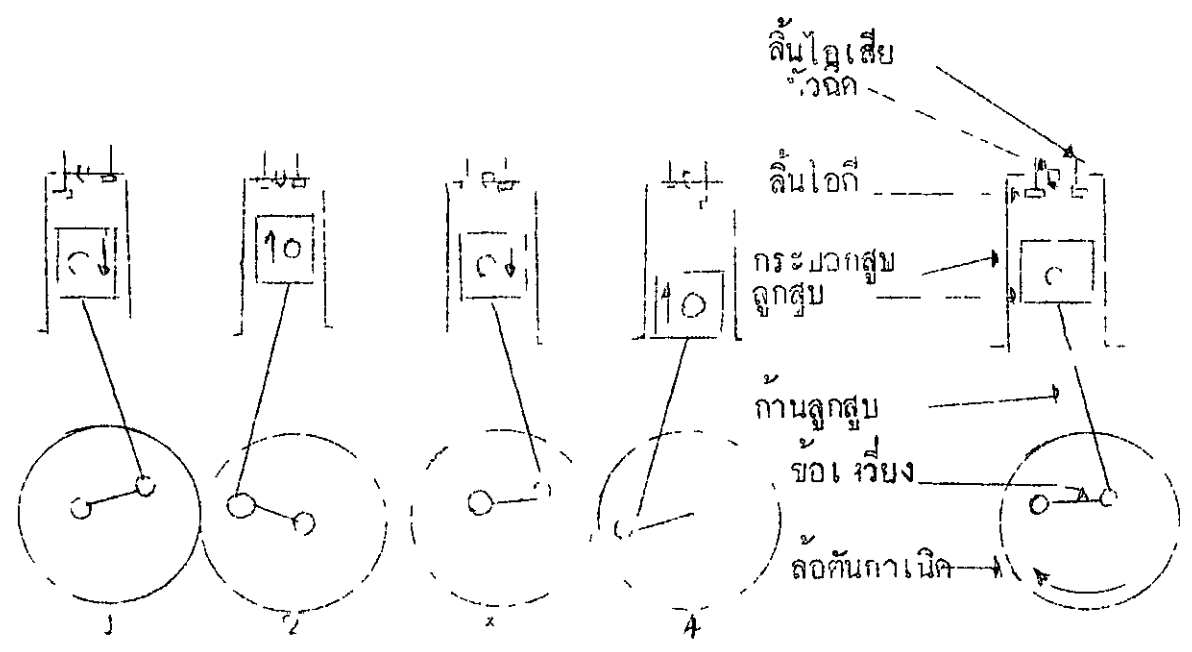
- กลจักรไอน้ำกับกลจักรกาซโซลินมีหลักการต่างกันอย่างไร
- เชื้อเพลิงที่ใช้ในกลจักรทั้งสองชนิดต่างกันหรือไม่อย่างไร
- กลจักรไอน้ำกับกลจักรกาซโซลินอย่างไรจะเกิดการสูญเสียพลังงาน และอย่างไรจะทำให้เกิดอากาศเสียได้มากกว่ากัน

กลจักรดีเซล

ยานพาหนะส่วนมากไม่ต้องใช้กำลังมาก เช่น รถยนต์นั่ง รถบรรทุกเล็ก จึงใช้กลจักรกาซโซลิน แต่ถ้าเป็นยานพาหนะที่ต้องใช้กำลังมาก ๆ เช่น รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ รถขุดดิน เหล่านี้จำเป็นจะต้องใช้กลจักรดีเซล ทราบหรือไม่ว่ากลจักรดีเซลมีหลักการอย่างไร

นักเรียนคงเคยใช้สูบลมจักรยานมาแล้ว บางคนคงเคยสูบลมเข้าลูกบอล เมื่อสูบลมไปได้สักครู่นักเรียนจะรู้สึกวากกระบอกสูบร้อนขึ้น การที่เป็นเช่นนั้น เพราะเหตุใด

กลจักรดีเซลก็ใช้หลักการอัดอากาศให้เกิดความร้อน เช่นเดียวกัน โดยอัดอากาศจนเป็ความดันและอุณหภูมิสูงพอที่จะทำให้น้ำมันเกิดการจุดระเบิดได้ แต่กลจักรดีเซลไม่ต้องเป็หัวเผาชน กลจักรชนิดนี้ประกอบด้วยกระบอกสูบ ลูกสูบ ก้านสูบ หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง คี้นไอเสีย ข้อเหวี่ยงและล้อต้นก่าลัง เช่นเดียวกับกลจักรกาซโซลีน มีการทำงานเป็จังหวะดังนี้



รูปที่ ๒๐ การทำงานของกลจักรดีเซล

จังหวะที่ 1 จังหวะดูด ดินไอดีเป็เปิด ลูกสูบเคลื่อนที่ลงมา อาก่าศถูกดูดผ่าน ดินไอดีเข้ามาในกระบอกสูบ ปลายจังหวะนี้ดินไอดีเป็ปิด

จังหวะที่ 2 จังหวะอัดและฉีด ลูกสูบที่ก่าลังเคลื่อนที่ขึ้นจะต้องอัดอากาศภายใน กระบอกสูบ จนมีความดันประมาณ 45 ถึง 60 บรรยากาศ มีอุณหภูมิสูงถึง 800 - 1,000 องศาเซลเซียส น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดจากหัวฉีดเป็ละอองเข้ามาในกระบอกสูบ

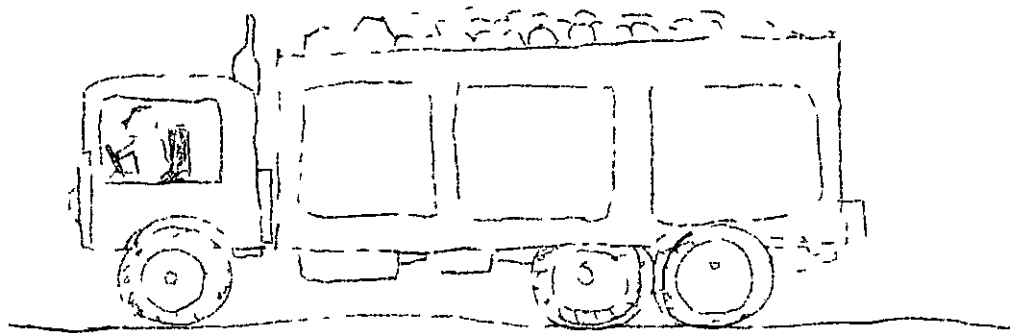
จังหวะที่ 3 จังหวะระเบิด น้ำมันเชื้อเพลิงจะติดไฟเกิดแรงดัน ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงหมุนข้อเหวี่ยง ทำให้ล้อต้นก่าลังหมุนด้วย

จังหวัดที่ 4 จังหวัดชาย ลูกลูกเคลื่อนที่ขึ้น ลันไอเสียเปิดให้ก๊าซที่เผาไหม้ออก
ไปตามท่อไอเสีย แล้วลันไอเสียจะปิด

นอกจากกลจักรดีเซล 4 จังหวัดแล้ว ยังมีชนิด 2 จังหวัดอีก โดยรวมจังหวัด
คู่กับจังหวัดชายเป็นจังหวัดที่ 1 และรวมจังหวัดอีกและจังหวัดกับจังหวัดระเปิดเป็น
จังหวัดที่ 2

- กลจักรดีเซลมีข้อดีหรือข้อเสียต่างจากกลจักรไอน้ำและกลจักรก๊าซอย่างไร

กลจักรดีเซลเป็นเครื่องยนต์ของยานพาหนะหลายชนิด เช่น รถไฟ รถบรรทุก
เรือยนต์ หรือรถยนต์นั่งบางชนิด นอกจากนี้ยังใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงงานต่าง ๆ
เช่น โรงงานผลิตแป้งมัน



รูปที่ ๒๖ รถบรรทุกที่ใช้กลจักรดีเซล

โรงงาบน้ำตาล เป็นต้น น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในกลจักรดีเซล คือ น้ำมันดีเซล ซึ่งมีราคาถูกกว่าน้ำมันเบนซินที่ใช้ในกลจักรกาซโซลีน ดังนั้นจึงมักใช้ในเครื่องยนต์ที่ต้องการกำลังมาก ๆ หรือที่ทำงานหนักได้ เช่น หัวรถจักร รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ แต่เนื่องจากเป็นแก๊วเพลิงที่ไม่บริสุทธิ์จึงเกิดเขม่ามาก และมีเสียงดังกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน นอกจากนี้ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่ในระบบกลจักรดีเซลจะต้องมีความแข็งแรง ทนทานต่อความดันและอุณหภูมิสูงอีกด้วย

เท่าที่กล่าวมาแล้วเป็นการศึกษาเกี่ยวกับยานพาหนะทางบกเป็นส่วนใหญ่ซึ่งต้องใช้กลจักรไอน้ำ กลจักรกาซโซลีน หรือกลจักรดีเซล สำหรับยานพาหนะทางน้ำ ส่วนมากจะใช้กลจักรดีเซลเพราะต้องการกำลังมาก แต่ก็มีที่ใช้กลจักรไอน้ำหรือกลจักรกาซโซลีนเช่นกัน ส่วนยานพาหนะทางอากาศใช้กลจักรที่แตกต่างไปจากกลจักรทั้งสามแบบดังได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งนักเขียนจะได้เรียนในชั้นสูงต่อไป

ยานพาหนะทางน้ำหรือทางอากาศนั้น นอกจากจะต้องอาศัยกลจักรในการเคลื่อนที่แล้วจะต้องอาศัยหลักการอะไรอีกจึงจะทำให้ยานพาหนะนั้นลอยตัวอยู่ได้

ตอนที่ 4 แรงลอยตัวของยานพาหนะทางน้ำและทางอากาศ

เมื่อนักเรียนลงเล่นน้ำในบ่อน้ำ ลำคลอง หรือทะเล จะรู้สึกว่ามีแรงจากน้ำพุ่งตามักเรียนให้ลอยอยู่ได้ซึ่งเรียกว่า แรงลอยตัว ยานพาหนะทางน้ำจะลอยน้ำอยู่ได้ด้วยแรงลอยตัวเช่นกัน นักเรียนคิดว่าน้ำหนักของยานพาหนะจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่เมื่ออยู่ในน้ำ

หน่วยที่ 8 . น้ำหนักของวัตถุเพิ่มหรือลดเมื่อจุ่มในน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของแรงลอยตัวได้
2. สรุปได้ว่าน้ำหนักวัตถุจะลดหรือเพิ่มเมื่อจุ่มในน้ำ
3. อธิบายได้ว่าเมื่อจุ่มวัตถุในน้ำจะเบากว่า เมื่อจุ่มในอากาศ เนื่องจากอะไร
4. สรุปได้ว่าเมื่อจุ่มวัตถุในของเหลวต่าง ๆ กัน จะได้น้ำหนักเท่ากันหรือไม่ เพราะอะไร
5. สรุปหลักของอาร์คิมิดีสได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | | |
|--|---|------|
| 1. ก้อนดินน้ำมันขนาด 3 cm x 3 cm x 3 cm | 1 | ก้อน |
| 2. ทรายหลอด | 1 | หลอด |
| 3. ตาชั่งสปริง | 1 | อัน |
| 4. กลองพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11 cm | 1 | ใบ |
| 5. กวยชูเรก้า | 1 | ใบ |
| 6. บีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ | 1 | ใบ |
| 7. หลอดคณิศยาขนาด 35 cm ³ | 1 | หลอด |

วิธีทดลอง

1. ใ้ช่ความตุงกอนคินน้ำมันแชนกบตาตั้งสปริง บันเท็กน้ำหนักคินน้ำมันในหน่วยนิวตัน และกรัมไว้
2. เติมน้ำลงในกลองพลาสติก เส้นผ่านศูนย์กลาง 11 cm ประมาณ 3/4 ของกลอง นากอนคินน้ำมันที่แชนกติดอยู่กับตาตั้ง หยอนลงไปให้จมน้ำ ทั้งกอน แต่ไปให้ตะกอนกอนกลอง บันเท็กคาน้ำหนักที่ได้อีกรั้งหนึ่ง
3. หาปริมาตรของกอนคินน้ำในโคปโธลยยูริกา ซึ่งน้ำหนักน้ำที่ลนออกมา
4. ทาสำซอ 2 และ 3 แต่หยอนให้จบเพียงคั้งกอนเท่านั้น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วัตถุ	น้ำหนัก (g)	น้ำหนัก (N)
คินน้ำมันในอากาศ		
คินน้ำมันในน้ำทั้งกอน		
น้ำหนักในคั้งที่ 1		
คินน้ำมันในน้ำเบื่อกจมคั้งกอน		
น้ำหนักในคั้งที่ 2		

* คำสั่ง วงอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามต่อไปนี้

1. น้ำหนักของก้อนดินน้ำมันที่ขึงในอากาศและในน้ำต่างกันเท่าใด
2. ผลต่างนี้มีค่าเหมือนหรือต่างจากน้ำที่ล้นครั้งที่ 1 หรือไม่
3. นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักน้ำที่ล้น กับน้ำหนักวัตถุที่หายไป เมื่อขึงในน้ำทั้งก้อนได้อย่างไร
4. เมื่อดินน้ำมันจมน้ำเพียงครึ่งก้อน นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ดังกล่าวข้างต้นได้อย่างไร
5. ถ้ำขึงดินน้ำมันในน้ำเกลือซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ นักเรียนคิดว่า น้ำหนักดินน้ำมันในเกลือจะเหมือนหรือต่างจากน้ำหนักดินน้ำมันเมื่อขึงในน้ำ เพราะเหตุใด

กาตั้ง จึงพิจารณาค่าความละเอียดของค่าต่อไปนี้

- น้ำหนักของก้อนดินน้ำมันในอากาศและในน้ำต่างกันเท่าใด
- ผลต่างนี้มีค่าเหมือนหรือต่างจากน้ำหนักครั้งที่ 1 หรือไป
- นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเท่าที่ล้น กับน้ำหนักวัตถุที่หายไป เมื่อชั่งในน้ำทั้งก่อน ค่อย่างไร
- เมื่อดินน้ำมันจมน้ำเพียงครึ่งก้อน นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้อย่างไร

นักเรียนจะเห็นว่า น้ำหนักของวัตถุในน้ำและในอากาศนั้นต่างกัน การที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าน้ำมีแรงลอยตัวช่วยพยุงวัตถุไว้ ทานองเดียวกันถ้าน้ำวัตถุนี้ไปชั่งในของเหลวอื่นก็จะไปรับแรงลอยตัวช่วยพยุงไว้เช่นเดียวกัน ของเหลวต่างชนิดกันมีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน ของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะมีแรงลอยตัวมากกว่าของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อย จากการทดลองพบว่าน้ำหนักดินน้ำมันที่หายไปขณะชั่งในน้ำ จะเท่ากับน้ำหนักน้ำที่ล้นออกมา และปริมาตรเท่ากับก้อนดินน้ำมัน แต่ถากก้อนดินน้ำมันจมน้ำเพียงบางส่วน น้ำหนักที่หายไป จะเท่ากับน้ำหนักน้ำปริมาตรเท่าส่วนที่จมน้ำของก้อนดินน้ำมัน หลักการอันนี้อาร์คิมิดีส นักวิทยาศาสตร์ชาวกรีกได้ค้นพบมาตั้งแต่ก่อนคริสตกาล ซึ่งในปัจจุบันเรียกกันว่า หลักของอาร์คิมิดีส

- ถ้าชั่งดินน้ำมันในน้ำเกลือซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ นักเรียนคิดว่าน้ำหนักดินน้ำมันในเกลือจะเหมือนหรือต่างจากน้ำหนักดินน้ำมันเมื่อชั่งในน้ำ เพราะเหตุใด

จากการทดลองที่ผ่านมา นักเรียนคงสรุปได้แล้วว่า เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวจะมีแรงลอยตัวกระทำต่อวัตถุนั้น และน้ำหนักของวัตถุที่หายไปของเหลวจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ด้วยวัตถุนั้น จากหลักของแรงลอยตัวในของเหลวดังกล่าว ได้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหลายเรื่อง เช่น การต่อเรือ การบรรทุกสินค้าในเรือ การตั้งสถานีลอยน้ำ เป็นต้น

หน่วยที่ ๑ ทำอย่างไรดินน้ำมันจึงลอยน้ำได้

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม

1. สรุปได้ว่าวัตถุที่ปีกกาหนาแน่นมากกว่าของเหลว จะลอยตัวในของเหลวนั้น
ใต้อ่างไร
2. สรุปได้ว่าขณะที่วัตถุลอยตัวในของเหลวน้ำหนักของวัตถุที่จุ่มในของเหลวจะปีกา
เป็นศูนย์เนื่องจากอะไร
3. สรุปได้ว่า ขณะที่วัตถุลอยตัวในของเหลว น้ำหนักของวัตถุที่จุ่มในอากาศ
จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่าวัตถุส่วนที่จุ่มหรือไม่
4. อธิบายถึงการลอยตัวของเรือเหล็กได้
5. อธิบายถึงความสามารถในการบรรทุกของของเรือเหล็กได้อย่างปลอดภัย

อุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดลอง

- | | |
|--------------------------------------|--------|
| 1. ดินน้ำมันขนาด 3 cm x 3 cm x 3 cm | 1 ก้อน |
| 2. ค่ายหลอด | 1 หลอด |
| 3. ตะขึงสปริง | 1 อัน |
| 4. กว้างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11 cm | 1 ใบ |
| 5. ถ้วยยูเรก้า | 1 ใบ |
| 6. ไม้กเกอร์ขนาด 100 cm ³ | 1 ใบ |
| 7. หลอดคีตยาขนาด 35 cm ³ | 1 หลอด |

วิธีทดลอง

1. ปั้นดินน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 cm นำไปจุ่ม บันทึกผล
2. หากดินน้ำมันเป็นรูปถ้วยกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 cm แล้วนำไปลอยใน
น้ำซึ่งหาน้ำหนักของถ้วยดินน้ำมันในน้ำ
3. นำถ้วยดินน้ำมันนี้ไปลอยในถ้วยยูเรก้าซึ่งมีน้ำเต็ม วัดปริมาตรของน้ำล้น

4. หย่อนลูกกลมเหล็กทีละลูกลงในถ้วยดินน้ำมันที่ลอยอยู่ จนถ้วย
น้ำจมนานลูกกลมเหล็ก
5. นำถ้วยดินน้ำมันใบนี้ ทิ้งไว้แห้งกว่าเค็มและเป็นเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ซม.
แล้วทาสีข้อ 2, 3 และ 4 มีบันทึกผล



รูปที่ ๒๒ แสดงการลอยของดินน้ำมัน

* กา รัง

จงอธิบายผลการทดลองตามแนวคำถามต่อไปนี้

1. น้ำหนักของถ้วยคินน้ำมันเมื่อชั่งในอากาศมีค่าเท่าใด และเมื่อนำไปชั่งในน้ำ จะมีน้ำหนักเท่าใด
2. น้ำหนักของถ้วยคินน้ำมันที่หายไปมีค่าเท่าใด
3. เมื่อลอยถ้วยคินน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ในด้วยยูเรก้า น้ำหนักของน้ำที่ล้น เป็นเท่าใด
4. น้ำหนักของน้ำที่ล้น เท่ากับน้ำหนักของคินน้ำมันทั้งหมดหรือไม่
5. คินน้ำมันก่อนกลมนั้นจะลอยหรือจมในน้ำเพราะเหตุใด
6. ถ้วยคินน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 และ 4 เซนติเมตร มีน้ำหนักเท่ากันหรือไม่
7. ปริมาณน้ำที่ล้นออกมาจะเท่ากับปริมาตรวัตถุส่วนที่จมหรือไม่ เพราะเหตุใด
8. เมื่อป็นคินน้ำมันเป็นรูปถ้วย ความหนาแน่นของถ้วยจะเหมือนหรือต่างจากความหนาแน่นของคินน้ำมัน นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร
9. ทำใบเรือเหล็กจึงลอยน้ำได้ทั้ง ๆ ที่เหล็กมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ
10. เมื่อลอยถ้วยคินน้ำมันเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร นักเรียนใช้ชั่งเหล็กก็ลุดถ้ายจึงจมน้ำ
11. ถ้วยคินน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ใช้ชั่งเหล็กได้มากกว่าหรือน้อยกว่าครั้งแรก นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร

* * คำสั่ง วิจารณ์จากกาถาและข้อความต่อไปนี้

- น้ำหนักของถ้วยดินน้ำมันเบื้องซึ่งในอากาศมีค่าเท่าใด และเมื่อนำไปตั้งในน้ำจะขึ้นน้ำหนักเท่าใด
- น้ำหนักของถ้วยดินน้ำมันที่หายไปในน้ำมีค่าเท่าใด
- เมื่อจอยถ้วยดินน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ในถ้วยยูรีกา น้ำหนักของน้ำที่ล้นเบ้นเท่าใด
- น้ำหนักของน้ำที่ล้นเท่ากับน้ำหนักก่อนดินน้ำมันทั้งก้อนหรือไม่
- ดินน้ำมันก่อนกลมตันจะลอยหรือจมน้ำ เพราะเหตุใด
- ถ้วยดินน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 และ 4 เซนติเมตร ขึ้นน้ำหนักเท่ากันหรือไม่
- ปริมาตรน้ำที่ล้นออกมาจะเท่ากับปริมาตรวัตถุส่วนที่จมนหรือไม่ เพราะเหตุใด
- เมื่อปั้นดินน้ำมันเป็นรูปถ้วย ความหนาแน่นของถ้วยจะเหมือนหรือต่างจากความหนาแน่นของดินน้ำมัน นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร
- ทำไมเรือเหล็กจึงจอยน้ำได้ทั้ง ๆ ที่เหล็กมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ

นักเรียนทราบมาแล้วว่าดินน้ำมันก่อนกลมตันจมน้ำ แสดงว่าดินน้ำมันมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ แต่เมื่อปั้นเป็นรูปถ้วย ปรากฏว่าลอยน้ำได้ แสดงว่าความหนาแน่นของถ้วยดินน้ำมันมีค่าน้อยกว่าน้ำ ซึ่งนักเรียนคงจะอธิบายได้ว่าเป็นเพราะปริมาตรเพิ่มขึ้นกว่าเดิม แต่ยังมีมวลคงที่จึงทำให้ความหนาแน่นลดลง ฉะนั้นวัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ เมื่อทำให้ปริมาตรมากขึ้นจนมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำแล้วจะสามารถลอยน้ำได้

- เมื่อลอยถ้วยดินน้ำมันเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร นักเรียนใช้ลูกเหล็กที่ลุดถ้วยจึงจมน้ำ
- ถ้วยดินน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ใช้ลูกเหล็กได้มากหรือน้อยกว่าครั้งแรก นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร

ถ้ายกน้ำหนักที่ลอยน้ำได้นั้น แสดงว่าถ้ายมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ เมื่อเก็บลูกเหล็ก ลงไปใ้เป็นการเพิ่มน้ำหนักของถ้วย ซึ่งมีผลทำให้ความหนาแน่นของถ้วยคือน้ำมันเพิ่มมากขึ้นทุกที จนไปที่คุณ้ความหนาแน่นมากกว่าน้ำ ถ้วยคือน้ำมันก็จะจบ ครั้นเมื่อปั้นถ้ายให้โตขึ้นจนมีเส้น ผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตรนั้น ทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นก็น้อยลง ดังนั้นเราจึง เก็บลูกเหล็กในถ้วยไปใหญ่ได้มากกว่า

ในการทดลองนี้ นักเรียนคงจะสรุปได้ว่าวัตถุที่กวางหนาแน่นมากกว่าน้ำ ลามารถ จะลอยน้ำได้ถ้าเบาทำให้มีรูปร่างที่เหมาะสม และขณะที่วัตถุลอยในของเหลว น้ำหนักของ วัตถุที่รับน้ำหนักของเหลวจะมีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือน้ำหนักวัตถุที่หายไปในช่วงเหลวมีค่าเท่ากับน้ำหนัก วัตถุที่กอนในอากาศ แสดงว่า ของเหลวมีแรงพยุงวัตถุทั้งก้อนไว้ได้ทั้งหมด นอกจากนี้ นักเรียนยังค้นพบอีกว่าน้ำหนักของวัตถุที่ขึ้นในอากาศจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตร เท่าวัตถุส่วนที่จม ซึ่งเป็นการสนับสนุนหลักของอาร์คิมิดีสที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้ว

หน่วยที่ 10 เครื่องบินลอยอยู่ในอากาศได้เพราะเหตุใด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สรุปได้ว่าเมื่อวัตถุมีลักษณะโค้งด้านบนและเรียบด้านล่าง เคลื่อนที่ในอากาศ ความดันอากาศด้านบนและด้านล่างจะต่างกันอย่างไร
2. สรุปหลักของเบอร์นูลลีได้ว่าความเร็วอากาศ และความดันอากาศสัมพันธ์กันอย่างไร
3. นำหลักของ เบอร์นูลลีไปออกแบบปีกเครื่องบินได้
4. อธิบายถึงการที่เครื่องบินลอยในอากาศและการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้

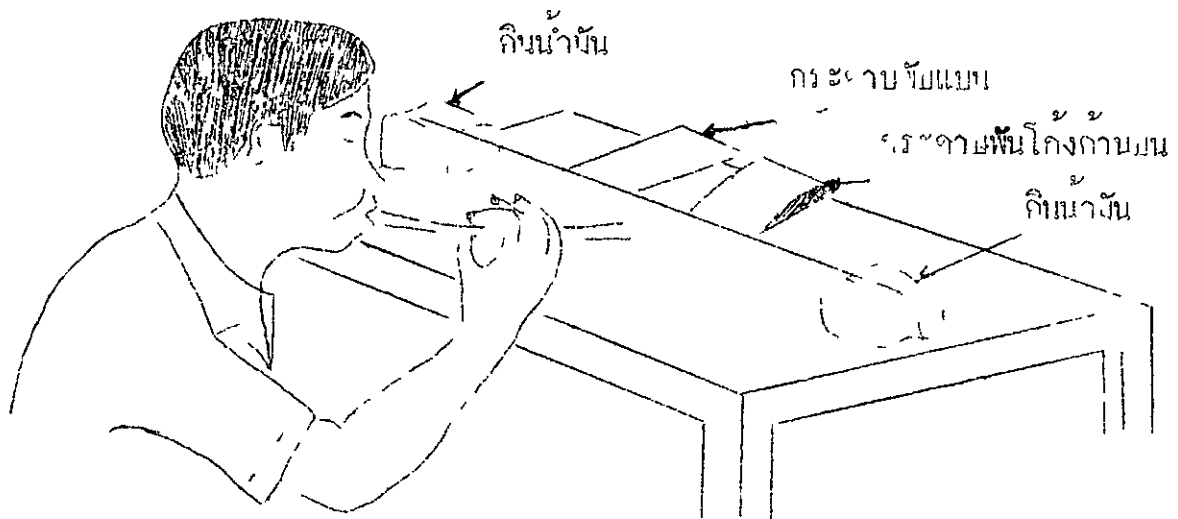
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่

1. ดินน้ำมันกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 cm 2 ก้อน
2. กาวติดกระดาษ 1 ขวด
3. ด้ายหลอด 1 หลอด
4. กระดาษขนาด 2 cm x 8 cm 1 แผ่น
5. กระดาษขนาด 2 cm x 9 cm 1 แผ่น
6. สายพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 2.5 cm 1 เส้น

วิธีทดลอง

1. ตัดแผ่นกระดาษ 2 แผ่น ขนาด 2 cm x 8 cm และ 2 cm x 9 cm ตามลำดับ
2. พับครึ่งแผ่นที่ 1 ใช้กาวติดปลายกระดาษเข้าด้วยกัน รีดให้เรียบ
3. แผ่นที่ 2 พับที่ระยะ 4 cm จากปลายด้านหนึ่ง ใช้กาวติดปลายกระดาษทั้งสองเข้าด้วยกัน
4. ปั้นดินน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 cm 2 ก้อน วางบนโต๊ะห่างกัน ประมาณ 10 cm

5. ใช้ด้ายยาว 15 cm กดปลายด้านหนึ่งให้ติดกับดินน้ำมันก้อนแรก ร้อยปลายด้ายเข้ากับกระดาษที่พับไว้ทั้งสองแผ่น โดยให้แผ่นที่สองมีค้ำโค้งอยู่ข้างบน ยึดปลายที่เหลือกับดินน้ำมันอีกก้อนหนึ่ง ให้เส้นด้ายึงตึง ดังรูป
6. ใช้ท่อพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 25 cm เป่าลมจากด้านหน้าของกระดาษทั้งสองที่ละแผ่น ดังรูป สังเกตการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ ๒๓ แสดงการเป่าลมผ่านแผ่นกระดาษ

* คำสั่ง วงอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อเป่าลมผ่านแผ่นกระดาษทั้งสองใต้วงต่างกันอย่างไร
2. เมื่อเป่าลมผ่านแผ่นกระดาษที่มีส่วนโค้ง ความดันอากาศด้านบนหรือด้านล่างมีค่ามากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร
3. ด้านบน และด้านล่าง ของกระดาษที่รีกว่าโค้งด้านไหนมีระยะห่างไกลกว่ากัน
4. ถ้ามลเคลื่อนที่จากปลายด้านหนึ่งถึงปลายด้านหนึ่งใช้เวลาเท่ากันลมที่ผ่านด้านบนหรือด้านล่างมีความเร็วมากกว่ากัน
5. ความเร็วลมมีความสัมพันธ์กับความดันอย่างไร

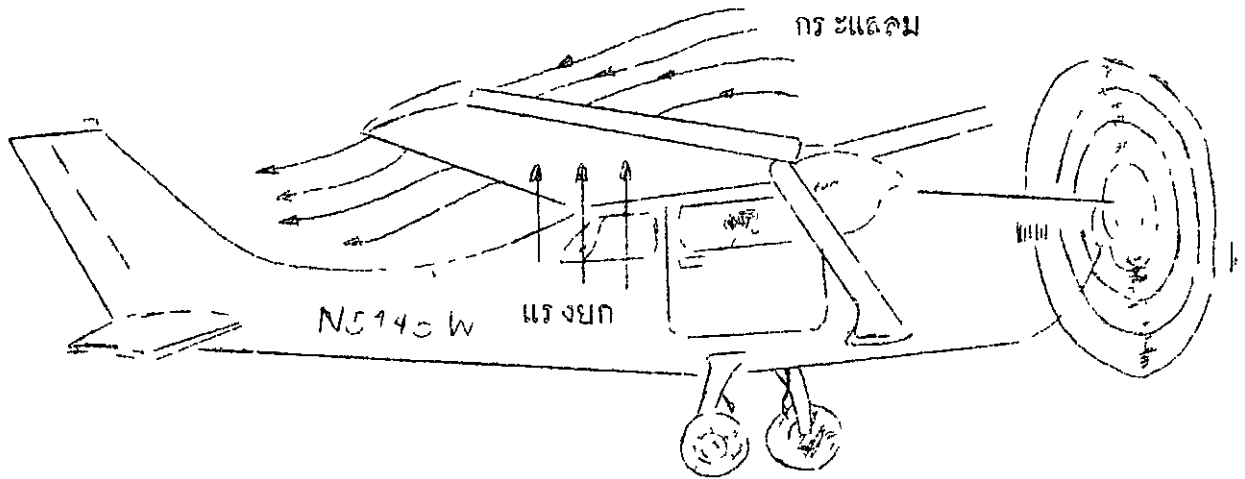
* * คำว่า การพิจารณาความ และข้อความต่อไปนี้

- เมื่อเป่าลมผ่านแผ่นกระดาษทั้งสองได้ย่นต่างกันอย่างไร
- เมื่อเป่าลมผ่านแผ่นกระดาษที่มีส่วนโค้ง ความดันอากาศด้านบนหรือด้านล่างมีค่ามากกว่ากันอย่างไร
- ด้านบนและด้านล่างของกระดาษที่มีส่วนโค้งด้านบนมีระยะห่างไกลกว่ากัน
- ถ้าม้วนเคลื่อนที่จากปลายด้านหน้าถึงปลายด้านหลังใช้เวลาเท่ากัน ลมที่ผ่านด้านบนหรือด้านล่างมีความเร็วมากกว่ากัน
- ความเร็วลมมีความสัมพันธ์กับความดันอย่างไร
- จากการทดลองนี้ นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปอธิบายการยกตัวของเครื่องบินได้อย่างไร

นักเรียนจะเห็นว่า เมื่อเป่าลมผ่านกระดาษแผ่นโค้ง กระดาษจะยกตัวขึ้นได้ แสดงว่าความดันอากาศด้านบนน้อยกว่าด้านล่าง หลักการนี้เองที่นักวิทยาศาสตร์ชาวสวิส ชื่อ แดวิด เบอญูดี เป็นผู้ค้นพบและสรุปได้ว่า เมื่อของไหลมีความเร็วสูงขึ้น ความดันของของไหลจะลดลง ของไหลในที่นี้หมายถึงของเหลวหรืออากาศก็ได้ กระดาษแผ่นโค้งมีด้านบนยาวกว่าด้านล่างเพราะเป็นผิวโค้ง ดังนั้นความเร็วของลมด้านบนจึงมากกว่าด้านล่าง ถ้านักเรียนสังเกตลักษณะปีกเครื่องบิน ก็จะได้เห็นว่า ปีกลักษณะเรียบด้านล่างโค้งขี้นบนเช่นเดียวกัน เมื่อเครื่องบินเคลื่อนที่ไปข้างหน้า กระแสลมพัดผ่านปีกด้านโค้งและด้านบนด้วยความเร็วไม่เท่ากัน ทำให้ความดันอากาศด้านบนและด้านล่างไม่เท่ากัน จึงเกิดแรงยกเครื่องบินให้ลอยขึ้นได้

ในทำนองเดียวกัน ใบบพัดของเครื่องบินก็มีลักษณะคล้ายปีก คือด้านหน้ามีส่วนโค้งมากกว่าด้านหลัง เมื่อใบบพัดหมุน ความดันอากาศด้านหน้าจะน้อยกว่าความดันอากาศด้านหลัง ทำให้เกิดแรงผลักดันใบบพัดไปข้างหน้า และจุดให้ลำตัวเครื่องบินเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วย

สำหรับเครื่องบินไอพ่นนั้นแม้ว่าจะไม่มีใบพัด กลจักรของเครื่องบินไอพ่นที่พุ่งอากาศ
ไปทางด้านหลัง ก่อให้เกิดแรงปฏิกิริยาขั้วตันเครื่องบินไปข้างหน้า อย่างไรก็ตามกระแสม
ที่พัดผ่านปีกกระทำให้เกิดแรงยกเครื่องบินให้ลอยตัวได้ตามหลักเบอร์นูลีเช่นเดียวกัน



รูปที่ ๒๘ แสดงลักษณะกระแสมที่ผ่านปีกเครื่องบิน

ตอนที่ 5 เครื่องมือสื่อสารที่แม่เหล็กไฟฟ้า

จงจำได้ว่าแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้นขณะเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดที่พันอยู่รอบแกนเหล็ก จะทำให้แกนเหล็กกลายเป็นแม่เหล็กได้และเมื่อหยุดผ่านกระแสไฟฟ้า อานาแอมมิเตอร์จะหนวดไปที่ศูนย์ การเกิดแรงแม่เหล็กนี้ นักเรียนคงอธิบายได้ว่า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในขดลวด จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวดนั้น จึงส่งแรงแม่เหล็กไปทำให้เหล็กกลายเป็นแม่เหล็กได้ ถ้าเราจะเพิ่มแรงแม่เหล็ก จะมีวิธีการอย่างไร

หน่วยที่ 11. แรงแม่เหล็กเพิ่มขึ้นได้อย่างไร

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของสารแม่เหล็กได้
2. สรุปวิธีการเพิ่มแรงแม่เหล็กได้
3. อธิบายความหมายของแรงแม่เหล็กได้

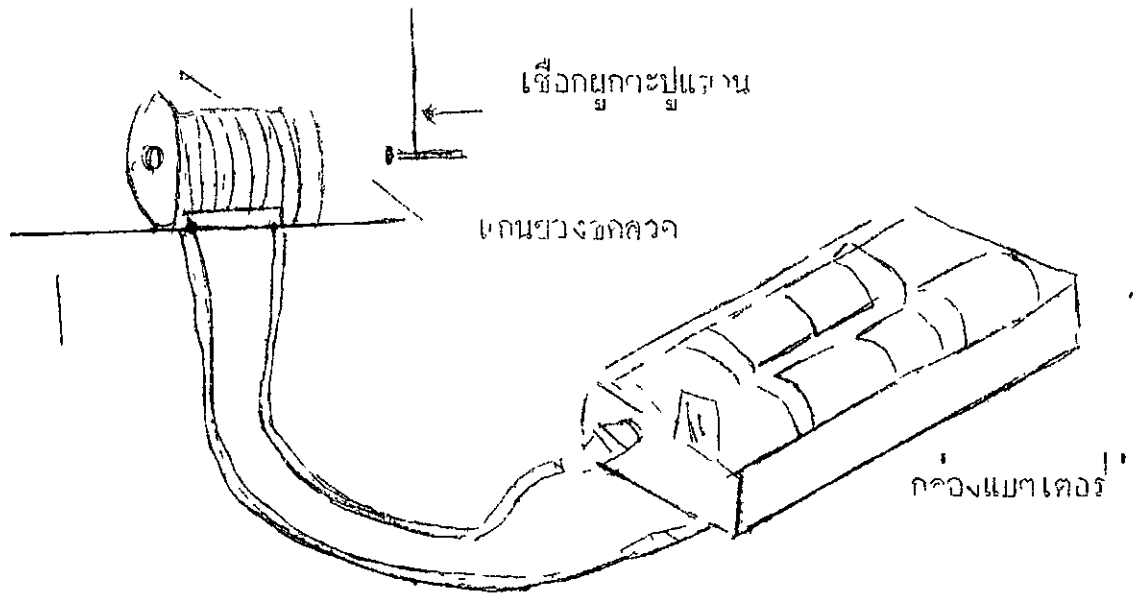
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | |
|------------------------|--------|
| 1. คายหลอด | 1 หลอด |
| 2. ตะปูขนาด 1 cm | 1 ตัว |
| 3. ชุดเพิ่มแรงแม่เหล็ก | 1 ชุด |
| 4. แบตเตอรี่พร้อมสายไฟ | 1 ชุด |

วิธีทดลอง

1. ไขขดลวดทองแดงที่พันอยู่รอบแกนพลาสติกจำนวนรอบ 50 รอบ นำเอาปลายหนึ่งของขดลวดมาต่อเข้ากับขั้วไฟฟ้าขั้วหนึ่งของแบตเตอรี่ เอาตะปูยาว 1 cm มาผูกค้ายแขวนไว้กับที่จับหลอดทดลองให้ห่างจากขดลวด 2 cm ตั้งรูป และปลายอีกข้างหนึ่งของขดลวดเข้ากับอีกขั้วหนึ่งของแบตเตอรี่ สังเกตการเคลื่อนที่ของตะปู

2. ไข้แห้งเหล็กและแท่งวูลูปีเยี่ยมยาว 2.5 cm สอดเป็นแกนของขดลวด
ครึ่งละชนิดตามลำดับ ทาเช่นเดียวกับข้อ 1 สังเกตการเคลื่อนที่ของตะปู
เปลี่ยนน้ำขดลวดทองแดงขนาด 100 รอบ แล้วทาเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2
สังเกตการเคลื่อนที่ของตะปู
4. ใส่น้ำในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 ประมาณครึ่งกล่อง จับตะปูลงในน้ำ จัดให้ตะปู
ห่างจากแกนขดลวด 2 cm แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2
สังเกตการเคลื่อนที่ของตะปู



รูปที่ ๒๕ แสดงการจัดเครื่องมือทดลองแรงแม่เหล็ก

* กาสำ จงอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อตะปละลายลวดทองแดงกับขั้วแบตเตอรี่ ตะปเคลื่อนที่หรือไม่
2. เมื่อใช้เหล็กและอลูมิเนียมเป็นแกน อย่างไรที่ทำให้มีแรงดึงดูดตะปมากกว่ากันแตกต่างจากเดิมอย่างไร
3. ถ้าใช้ลวดที่มีจำนวนรอบมากกว่าตะป มีการเคลื่อนที่หรือไม่ แตกต่างจากเดิมอย่างไร
4. แรงแม่เหล็กส่งผ่านน้ำได้หรือไม่
5. ถ้าต้องการจะเพิ่มแรงแม่เหล็กให้มากขึ้นจะทำได้หรือไม่อย่างไร

** คำสั่ง จงพิจารณาคำถาม และข้อความต่อไปนี้

- เมื่อตะปุลลายควดทองแดงกับขั้วแมกนีเซียมหรือตะปุลเคลื่อนที่หรือไม่
- เมื่อใช้เหล็กและอลูมิเนียมเป็นแกน อย่างไหนที่ทำให้แรงดึงดูดตะปุลมากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร
- ถ้าใช้ลวดที่มีจำนวนรอบมากกว่า ตะปุลมีการเคลื่อนที่หรือไม่ แตกต่างจากเดิมอย่างไร
- แรงแม่เหล็กส่งผ่านน้ำได้หรือไม่
- ถ้าต้องการจะเพิ่มแรงแม่เหล็กให้มากขึ้นจะทำได้หรือไม่ อย่างไร

นักเรียนจะเห็นว่าแรงแม่เหล็กสามารถส่งผ่านพลาสติกที่เป็นแกนขดลวดและผ่านอากาศมาถึงตะปุลได้ จากการทดลองนักเรียนคงจะสรุปได้ว่า การเพิ่มแรงแม่เหล็กจะมีวิธีทำได้อย่างไร และมีโลหะอะไรบ้างที่ใส่ลวดในแกนของขดลวดแล้วเพิ่มแรงของแม่เหล็กขึ้นได้ นักเรียนทราบแล้วว่าเหล็กเป็นโลหะชนิดหนึ่งที่ใช้เพิ่มแรงแม่เหล็กขึ้นได้ แต่ยังมีโลหะอื่นอีกที่ใช้แทนกันได้ เช่น นิกเกิล และโคบอลต์ สารที่มีสมบัติดังกล่าวนี้เรียกว่า สารแม่เหล็ก

การที่ตะปุลเคลื่อนที่เข้าหาขดลวด แสดงว่าอยู่ในสนามแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กก็อบบริเวณที่แม่เหล็กส่งแรงไปถึง ซึ่งจะเกิดจากแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแท่งแม่เหล็กก็ได้ จากความรู้ที่ผ่านมา นักเรียนคงจำได้ว่า ในเครื่องวัฏจักรกระแสไฟฟ้า เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดจะเกิดแรงแม่เหล็กไปกระทำกับแท่งแม่เหล็กทำให้เข็มกระดิกได้ แสดงว่าในบริเวณขดลวดนั้นมีสนามแม่เหล็ก ฉะนั้น ถ้าแม่เหล็กมีแรงมากจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูง แต่ถ้าแม่เหล็กมีแรงน้อย สนามแม่เหล็กมีความเข้มต่ำ นักเรียนคิดว่าสนามแม่เหล็กรอบแท่งแม่เหล็กจะมีค่าคงที่ตลอดไปหรือไม่

หน่วยที่ 12. หลักของเครื่องรับและส่งโทรเลข

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหลักการรับและส่งโทรเลขได้
2. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทางาบรรองเครื่องรับและส่งโทรเลขได้
3. อธิบายหลักการส่งโทรพิมพ์ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | |
|------------------------------|--------|
| 1. ชุดเครื่องรับและส่งโทรเลข | 1 ชุด |
| 2. สายไฟยาว 25 cm | 3 เส้น |
| 3. สายไฟเส้นคู่ยาว 10 m | 1 ชุด |
| 4. แบตเตอรี่ | 1 ชุด |

วิธีการทดลอง

1. ตรวจสอบเครื่องรับและส่งโทรเลข ดังรูป กดคันเคาะเครื่องส่ง สังเกตว่ามีอะไรเกิดขึ้นที่เครื่องรับ
2. ใช้สายไฟเส้นยาวที่จัดไว้ตรวจสอบวงจรโทรเลข โดยให้เครื่องรับไปอยู่นอกห้องเรียนเครื่องส่งอยู่ในห้อง กดคันเคาะเครื่องส่งแล้วสังเกตว่ามีอะไรเกิดขึ้นที่เครื่องรับ
3. กดคันเคาะเป็นรหัสตามที่ต้องการส่งให้ผู้รับบันทึกรหัสและแปลข้อความนั้นโดยใช้ตาราง

* คำตั้ง จงอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อกดคันเคาะ เครื่องรับเป็นอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
2. จังหวะของการกดคันเคาะและเสียงที่เกิดขึ้นที่เครื่องรับมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
3. เมื่อต่อวงจรด้วยสายไฟเส้นยาว และกดคันเคาะเสียงที่เกิดขึ้นที่เครื่องรับจะแตกต่างจากการใช้สายไฟเส้นสั้นอย่างไร
4. ในเครื่องรับและส่งโทรเลขมีการเปลี่ยนรูปพลังงานหรือไม่ อย่างไร

* * คำสั่ง จงพิจารณาคำถามและข้อความต่อไปนี้

- เมื่อกดคันเคาะ เครื่องรับเป็นอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
- จังหวะของการกดคันเคาะและเสียงที่เกิดขึ้นที่เครื่องรับมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
- เมื่อต่อวงจรด้วยสายไฟเส้นยาวและกดคันเคาะ เสียงที่เกิดขึ้นที่เครื่องรับจะแตกต่างจากการใช้สายไฟเส้นสั้นอย่างไร
- ในเครื่องรับและส่งโทรเลข มีการเปลี่ยนรูปพลังงานหรือไม่ อย่างไร

การทำงานของเครื่องรับและเครื่องส่งโทรเลขนั้น เกิดขึ้นเมื่อกดคันเคาะ ทาโททางวงจรปิด กระแสไฟฟ้าจะทำให้ขั้วหลอดเกิดอานาจแม่เหล็ก ขูดแผ่นเหล็กตั้งเป็นจังหวะเดียวกับคันเคาะ นี่คือหลักการของโทรเลขนั่นเอง แต่การเคาะไม่สามารถจะทำให้ผู้รับเข้าใจได้ ฉะนั้น เราจะมีวิธีอย่างไรที่จะทำให้โทรเลขส่งสัญญาณเป็นข่าวสารได้

- ให้นักเรียนเขียนรหัสโทรเลขซึ่งมีความหมายว่า "สวัสดีปีใหม่"

โทรเลขนอกจากจะฟังเสียงแล้ว มีการคัดแปลงโดยนำปากกาาคิคที่แผ่นเหล็ก และมีว้นกระดากหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเลื่อนอยู่ใต้อปากกา ทุก ๆ ครั้งที่มีการเคาะสัญญาณ ปากกาจะกดลงมาหรือชดบนกระดาก ทำให้เราเห็นสัญญาณเป็นขีดและจุดตามสัญญาณการเคาะนั้น

วิัจนาการขั้นตอนไปของโทรเลขก็คือโทรพิมพ์ แม้ว่ากรส่งโทรเลขจะเป็นการสื่อสารที่เป็ประโยชน์มากก็ตาม แต่ยังต้องแปลรหัสนั้นอีก ถ้าสามารถจะส่งโดยไม่ต้องแปลก็จะสะดวกมากขึ้น เมื่อมีผู้ประดิษฐ์โทรเลขจนใช้งานได้ก็แล้ว ก็มีผู้ประดิษฐ์โทรพิมพ์ คือ ผู้ส่งจะพิมพ์ข้อความจากที่หนึ่ง ข้อความนั้นก็จะออกมาเป็นควมพิมพ์ถึงผู้รับที่ปลายทางอีกที่หนึ่ง การส่งโทรพิมพ์นี้สามารถจะทำได้ แม้ระยะทางที่ส่งจะไกลมากก็ตาม



รูปที่ ๒๗ เครื่องโทรพิมพ์ของกรมอุตุณิยมหาวิทยาลัย

หลักการของโทรพิมพ์นั้นใช้เครื่องพิมพ์ดีด ที่ทุก ๆ แป้นอักษรจะมีแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าเรากดพิมพ์อักษร ก ทางเครื่องส่ง ก็คล้ายกับกดคันเกาะเครื่องส่งโทรเลข ทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้า ทางเครื่องรับจะดูดแป้นพิมพ์อักษร ก ลงมา และถ้าเรากดแป้นอักษรตัวอื่น ๆ เครื่องรับก็จะดูดแป้นอักษรตัวนั้น ๆ เช่นเดียวกัน ทำให้สามารถส่งข่าวสารถึงกันได้โดยไม่ต้องแปลรหัสอีกครั้งหนึ่ง การรับส่งโทรเลขในปัจจุบันนี้ก็ใช้หลักการของโทรพิมพ์นั่นเอง