ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา | การศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาแนวคิดเรื่องของไหล และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

The Development of Grade 12 Students' Conceptions in the Topic of Fluid and Attitude towards Physics through Inquiry Learning Approach

นามผู้วิจัย นางนิภาพร คล้ายสมบัติ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์เอกภูมิ จันทรขันตี, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์, D.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแนวคิดเรื่องของไหลและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

The Development of Grade 12 Students' Conceptions in the Topic of Fluid and Attitude towards Physics through Inquiry Learning Approach

โดย

นางนิภาพร คล้ายสมบัติ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิภาพร คล้ายสมบัติ 2557: การพัฒนาแนวคิดเรื่องของไหลและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์เอกภูมิ จันทรขันตี, ปร.ด. 165 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่องของไหล และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ใช้รูปแบบการวิจัยในชั้นเรียน(Classroom Research) ซึ่งครอบคลุม6 แนวคิดย่อยในเรื่องของไหล ได้แก่ ความดันของของไหล กฎของปาสคัล แรงลอยตัว ความตึงผิว ความหนืด และพลศาสตร์ของของไหลกลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 จำนวน 25 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 16 ซึ่งผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ทำการสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิดเรื่องของไหลแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน บันทึกหลังการสอนของครู วิเคราะห์ข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิดเรื่องของไหลของนักเรียนได้ในทุกแนวคิด แต่ในแนวคิดเรื่องแรงลอยตัวและความหนืดมีนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดบางส่วนและคลาดเคลื่อน(PUSM)โดยเฉพาะในประเด็นการใช้กฎข้อที่หนึ่งของนิวตันมาอธิบายในสถานการณ์ต่างๆนอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล ของนักเรียนให้อยู่ในระดับดีในทุกด้านโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านกิจกรรมการเรียนรู้ของวิชาฟิสิกส์

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nipaporn Klaysombat 2014: The Development of Grade 12 Students' Conceptions in the Topic of Fluid and Attitude towards Physics through Inquiry Learning Approach. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Mr. Eakgapoom Jantarakantee, Ph.D. 165 pages.

This classroom research aimed to develop grade 12 students' conceptions in the topic of fluid and attitudes towordsphysics through inquirylearning approach. There were 6 concepts in fluid in cluding fluid pressure, Pascal's law, Bouyant force, surface tension, viscosity and fluid dynamics. The subjects were25 grade 12 students, from a school in the secondary education service area office 16.Which the researcher was assigned to teach in the first semester of 2010 academic year. Data wascollected by a fluid concept test, atitudetowards physics test, students' journals and teachers' journals. The datawas analyzed by calculating, average, percentage and content analysis.

The research found that inquiry learning approach could develop students' concepts in the topic of fluid in all 6 concepts. However, in the topic of Buoyant Force and viscosity, most students hold Partial Understanding with Specific Misconception (PUSM) about using Newton's First Law to explain the stiuations. Furthermore, students' attitudes towards physics in the topic of fluid was in a good-level; especially in the area of physics learning activities.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้โดยความอนุเคราะห์จาก ดร.เอกภูมิ จันทรขันตี ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.ธีระศักดิ์วีระภาสพงษ์กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่กรุณาให้ความรู้ให้คำปรึกษาแนะนำพร้อมทั้งตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา นางสาววารุณี คงจินดามุณี และ ดร.ประจักษ์ แซ่อึ่ง ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย จนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสถานศึกษาแห่งหนึ่งในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 16ที่ให้คำปรึกษาแนะนำช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆ ตลอดจนการอนุญาตให้เก็บรวบรวมข้อมูลในสถานศึกษาได้อย่างเต็มที่

ขอขอบคุณผู้ปกครองของข้าพเจ้าที่ให้คำปรึกษาช่วยเหลือตลอดจนให้กำลังใจในการศึกษาตลอดมา คุณค่าประโยชน์ใดๆของงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา–มารดา ครู–อาจารย์ และผู้เฝ้าอบรมสั่งสอนให้แก่ผู้วิจัยจนมีพื้นฐานการศึกษามาจนถึงปัจจุบัน

นิภาพร คล้ายสมบัติ

สิงหาคม 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (5)

บทที่ 1 บทนำ 1
- ความสำคัญของปัญหา 1
- วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
- คำถามการวิจัย 3
- ขอบเขตการวิจัย 4
- นิยามศัพท์เฉพาะ 4

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 6
- ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง 7
- การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 9
- แนวคิดเรื่อง ของไหล 17
- เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ 25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 31
- รูปแบบการวิจัย 31
- เครื่องมือในการวิจัย 31
- การเก็บรวบรวมข้อมูล 39
- การวิเคราะห์ข้อมูล 39

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 42
- ผลการวิจัย 42
- อภิปรายผล 118

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 122
- สรุปผลการวิจัย 122
- ข้อเสนอแนะ 124

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 125

ภาคผนวก 131

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ 132

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดเรื่องของไหล 134

ภาคผนวก ค ตัวอย่างอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน 141

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบบันทึกหลังสอน 143

ภาคผนวก จ แบบวัดเจตคติของนักเรียน 145

ภาคผนวก ฉ แผนการจัดการเรียนรู้ 148

ประวัติการศึกษา และการทำงาน 165

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องของไหล	32
2	แสดงเครื่องมือการวิจัยใช้ในการเก็บรวมรวมข้อมูล	33
3	แสดงช่วงเวลาที่ใช้เครื่องมือการวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล	33
4	โครงสร้างแบบวัดแนวคิดเรื่องของไหล	34
5	ระดับคะแนนการวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์	37
6	แสดงค่าเฉลี่ยของเจตคติ	41
7	ลักษณะแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องของไหล ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบวัดแนวคิดเรื่องของไหล ของนักเรียน	43
8	กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ความดันของของเหลว ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียน 25 คน	44
9	กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง กฎของปาสคัล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียน 25 คน	56
10	กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง แรงลอยตัว ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียน 25 คน	66
11	กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ความตึงผิว ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียน 25 คน	76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ความหนืด ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียน 25 คน	86
13	กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียน 25 คน	96
14	ผลการสรุปแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	108
15	ผลการวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์	109
16	ผลการวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์	111
17	ผลการวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์	114
18	ผลการวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์	116

ตารางผนวกที่

1	วิเคราะห์แบบวัดเจตคติ	146

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	15
2	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่ 1เรื่อง ความดันของของเหลว	46
3	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่2 เรื่อง ความดันของของเหลว	48
4	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง ความดันของของเหลว	51
5	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่ 4 เรื่อง ความดันของของเหลว	54
6	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่1 เรื่อง กฎของปาสคัล	58
7	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่2 เรื่อง กฎของปาสคัล	61
8	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง กฎของปาสคัล	64
9	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่1 เรื่อง แรงลอยตัว	68
10	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่2 เรื่อง แรงลอยตัว	70
11	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง แรงลอยตัว	73
12	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่1 เรื่อง ความตึงผิว	78
13	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่2 เรื่อง ความตึงผิว	80
14	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง ความตึงผิว	83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่1 เรื่อง ความหนืด	88
16	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่2 เรื่อง ความหนืด	90
17	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง ความหนืด	92
18	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่1 เรื่องพลศาสตร์ของของไหล	98
19	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล	100
20	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่ 3 เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล	103
21	ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่4 เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล	105

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีการกล่าวถึงหลักการข้อหนึ่งว่า “การจัดการศึกษาเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาได้ตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” ดังนั้น การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมควรให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรมค่านิยมที่ดีงาม (สมพรจารุนัฏ, 2547) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนแสวงหาความรู้อย่างเต็มศักยภาพ ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางและอำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียนได้สร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง (พงรัตน์ ธรรมชาติ, 2545) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติกิจกรรม มีการปรึกษาหารือและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) โดยครูกระตุ้นนักเรียนให้เกิดคำถามเกิดการคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียนด้านต่างๆเช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลการสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น (ทิศนา แขมมณี, 2552)จึงอาจกล่าวได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองการสืบเสาะหาความรู้จะทำให้นักเรียนสามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูงและนักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์และช่วยพัฒนาแนวคิดให้แก่นักเรียน (สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545)

ในชั้นเรียนผู้วิจัยได้ทำการสอนในหัวข้อเรื่อง ของไหล จากประสบการณ์ในการสอนผู้วิจัยได้สังเกตและพบว่า บรรยากาศในการเรียนการสอนขาดการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียน เมื่อครูถามคำถามจะไม่ได้รับการตอบสนองจากนักเรียนเท่าที่ควร นักเรียนที่เรียนเก่งมักจะเป็นผู้ตอบคำถามเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนคนอื่นๆไม่กล้าที่จะเสนอความคิดเพราะกลัวการตอบผิด นอกจากนี้การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างผลปรากฏว่านักเรียนส่วนมากมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาฟิสิกส์นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเป็นวิชาที่ยากในการทำความเข้าใจ และคิดว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาเน้นการคำนวณสอดคล้องกับข้อค้นพบของจุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า (2548) ที่พบว่าการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในประเทศไทยปัจจุบันนี้เน้นการแก้โจทย์ปัญหาที่ต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณมากเกินไป โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาฟิสิกส์และงานวิจัยของฮัซลินดา อัลมะอาริฟีย์ (2550) ที่พบว่านักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาฟิสิกส์เพราะเข้าใจยาก เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูมักจะเน้นการบรรยายหน้าชั้นเรียน ฝึกให้แก้โจทย์ปัญหา ขาดการทดลองลงมือปฏิบัติจริง

จากการสังเกตของผู้วิจัยในชั้นเรียนในการสอนเรื่อง ของไหลพบว่านักเรียนมักไม่เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับแรงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลว นักเรียนสามารถจำสูตรและนำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ได้ แต่พอให้อธิบายเหตุผลในคาบเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนมากไม่สามารถอธิบายแนวคิดได้ถูกต้อง เช่น วัตถุลอยนิ่งในของเหลวจะมีค่าแรงลัพธ์เป็นศูนย์ค่าแรงลอยตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ นักเรียนจะเข้าใจว่าแรงลอยตัวคือน้ำหนักของวัตถุ แต่ที่จริงแล้วแรงลอยตัวคือน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ด้วยวัตถุนั้นและวัตถุในของไหลยิ่งมีความเร็วมากแรงหนืดจะมาก แต่นักเรียนคิดว่าแรงหนืดจะมีค่าน้อยลง ซึ่งสวนทางกับแนวคิดถูกต้องจะเห็นได้ว่านักเรียนขาดความเข้าใจในแนวคิด เรื่อง แรง ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยที่รายงานว่านักเรียนมักมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, 2545; นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, 2548)นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ แรงที่กระทำในของเหลวพบว่าครูใช้วิธีสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวไม่สามารถช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของนิคม ทองบุญ (2542) ที่พบว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่อง แรง มวล และการเคลื่อนที่นักเรียนไม่สามารถอธิบายกรณีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Negishi (2007) ที่พบว่าชาวอเมริกาและชาวเอเชียยังคงมีแนวคิดเรื่องแรงคลาดเคลื่อนอยู่มาก

ดังนั้นผู้วิจัยคิดว่าต้องปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์จากเดิมแบบบรรยายมาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้องและพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์บทบาทของครูมีความสำคัญยิ่งในฐานะผู้จัดประสบการณ์และบรรยากาศในกระบวนการเรียนรู้นอกจากนี้ครูควรนำแนวการจัดการเรียนรู้รูปแบบใหม่ๆมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนเพื่อพัฒนานักเรียนตามศักยภาพอย่างเต็มที่ และเป็นการพัฒนาการสอนของตัวครูเองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จริงและเกิดความสนุกสนานระหว่างเรียนส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Billings, 2001) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nock (2009) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและเกิดความสนใจในการเรียน มีเจตคติที่ดีมากขึ้นนอกจากนี้ Negishi (2007) ยังพบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของครูจะช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนน้อยลง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(Inquiry)เป็นรูปแบบหนึ่งที่จะสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาด้านแนวคิดและเจตคติเพราะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551)นำไปสู่การทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยความรู้ที่สร้างใหม่มาจากความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับพื้นฐานความรู้เดิม กิจกรรมการเรียนการสอนที่กล่าวมานี้หากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเองและค้นพบความรู้เองจะทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนและมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่ดีขึ้นและเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้นด้วย (สมวุฒิ ชัยกิจ, 2546) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Stephen (2007) ที่พบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ได้มากกว่าการสอนแบบบรรยาย

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งได้แบ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็น 5 ขั้นตอน (5E) ที่สำคัญ ดังนี้ (สสวท., 2551) ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) และขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation)มาใช้ในการเรียนการสอนในเรื่องของไหล กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของตนเอง เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่อง ของไหล และพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องของไหล และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง ของไหลของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาเจตคติของนักเรียนได้หรือไม่อย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต16 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ ในภาคเรียนที่1 ปีการศึกษา2553จำนวน25 คน คละเพศชายและหญิงโดยเป็นเพศชายทั้งสิ้น15 คน และเพศหญิง 10 คน

สิ่งที่ศึกษา

สิ่งที่ศึกษา คือ 1) แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องของไหล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และ 2)เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

เนื้อหา

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการวิจัย คือ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของไหล ซึ่งประกอบด้วย 6 หน่วยย่อย คือความดันของของเหลวกฎของปาสคัลแรงลอยตัว ความตึงผิวความหนืดและพลศาสตร์ของของไหล

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคมโดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด จำนวน16 คาบ คาบละ50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กิจกรรมที่ครูจัดให้นักเรียนโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ด้วยตนเองให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับครู ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวทางของ สสวท. (2551) โดยมีขั้นตอนในการสอน 5 ขั้นตอนประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) ขั้นที่ 2ขั้นสำรวจและค้นหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(exploration) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) และขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation)

แนวคิดของนักเรียนเรื่องของไหล หมายถึง ความคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเรื่อง ของไหลซึ่งประกอบด้วย ความดันของของเหลว กฎของปาสคัล แรงลอยตัว ความตึงผิว ความหนืด และพลศาสตร์ของของไหลสามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดแนวคิดมีลักษณะแบบวัดแบบสองหาง โดยจัดกลุ่มตามแนวคิดของ Haidar (1997) ซึ่งแบ่งกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

แนวคิดถูกต้อง(Sound Understanding หรือ Complete Understanding: SU) คือคำตอบของนักเรียนถูกต้อง และตรงตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding: PU)คือคำตอบของนักเรียน มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์ ซึ่งคำตอบจะไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด แต่จะไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนปรากฏอยู่ในคำตอบของนักเรียน

แนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Specific Misconception: PUSM) คือคำตอบของนักเรียนส่วนหนึ่งมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์ คือนักเรียนเลือกตอบถูกต้อง แต่อธิบายคลาดเคลื่อนกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หรืออธิบายทวนคำตอบเดิม หรือไม่ตอบคำถาม

แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM) คือคำตอบของนักเรียนเป็นแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด แสดงความไม่เป็นเหตุเป็นผลกันหรือไม่ตอบคำถาม

ไม่มีแนวคิด (No Understanding: NU) คือนักเรียนไม่ตอบคำถาม

เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดและพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ในด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ด้านประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์ และด้านพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีลักษณะตามแบบวิธีการวัดของลิเคิร์ท อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน และบันทึกหลังสอนของครู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจสอบเอกสาร

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแนวคิด เรื่องของไหลและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ผู้วิจัยได้ตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

    2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

    2.2 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

    2.3 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

    2.4 ลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

    2.5 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. แนวคิดเรื่อง ของไหล

    3.1 ความหมายของแนวคิด

    3.2 การสร้างแนวคิด

    3.3 วิธีการวัดแนวคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 การจัดกลุ่มแนวคิด

3.5 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหล

4. เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

4.1 ความหมายของเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

4.2 ลักษณะของเจตคติ

4.3 องค์ประกอบของเจตคติ

4.4 การเปลี่ยนแปลงเจตคติ

4.5 การวัดเจตคติ

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่อธิบายเกี่ยวกับการเรียนรู้และความรู้ มีรากฐานมาจากกลุ่มจิตวิทยาการเรียนรู้ ปรัชญาและสังคมวิทยา (Brook and Brook, 1983; สุรางค์ โค้วตระกูล, 2550)โดยมีความเชื่อว่ากระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นจากโครงสร้างภายในตัวของแต่ละบุคคล บุคคลสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวโดยอาศัยความรู้ความเข้าใจประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคลทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นักเรียนจะเป็นผู้กระทำด้วยตนเอง ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีรากฐานมาจากทฤษฎีการสร้างเชาว์ปัญญาของเพียเจต์ และของไวก๊อตสกี เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิด (สุวิทย์มูลคำ และอรทัยมูลคำ, 2545) ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544; สุรางค์ โค้วตระกูล, 2550; นุชรี อุปภัย, 2551)

ทฤษฎีสร้างความรู้นิยมเชิงปัญญา (Cognitive Constructivism) หมายถึงทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (active) เพียเจต์เชื่อว่ามนุษย์มีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาแต่กำเนิด 2 ชนิดคือการจัดระบบและการปรับตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การจัดระบบ (Organization) คือ การจัดพฤติกรรมและความคิดกระบวนการต่างๆ เข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่อง เป็นกลุ่มเป็นพวก เกิดเป็นโครงสร้างทางความคิด (schema) มีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตราบเท่าที่มีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เกิดโครงสร้างทางความคิดที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. การปรับตัว (Adaptation)คือ การปรับเข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้อยู่ในสภาวะสมดุล (equilibration) กระบวนการเริ่มแรกของสมองจะเกิดการดูดซึม (assimilation) เมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมจะดูดซึมประสบการณ์ใหม่ๆให้อยู่ในโครงสร้างทางความคิดและเมื่อรับรู้ประสบการณ์ใหม่เข้ามาอีกก็จะทำความเข้าใจและเรียนรู้ เพื่อรวมเข้ากับประสบการณ์เดิม เรียกว่าปรับโครงสร้างทางความคิด (accommodation) แต่ถ้าหากโครงสร้างความคิดเดิมที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์ใหม่จะเกิดสภาวะขาดสมดุลทางความคิด (disequilibration) คือไม่สามารถใช้ระบบโครงสร้างทางความคิดเดิมที่มีอยู่ซึมซับสิ่งใหม่ได้ ในขณะเดียวกันธรรมชาติของมนุษย์ที่จะต้องทำความคิดกลับคืนสู่สภาวะสมดุล จึงต้องสร้างโครงสร้างทางความคิดขึ้นมาใหม่ เพื่อรักษาสภาวะสมดุลทางความคิดนั่นเอง

ทฤษฎีสร้างความรู้นิยมเชิงสังคม(Social Constructivism) เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของ ไวก๊อตสกี ซึ่งถือว่านักเรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นในขณะที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานในบริบททางสังคม ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเชาว์ปัญญา การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมส่งผลต่อการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางยิ่งขึ้น จะพัฒนาการแค่ไหนขึ้นอยู่กับศักยภาพของแต่ละบุคคลที่ได้รับความช่วยเหลือจากการปฏิสัมพันธ์กับคนรอบข้าง

ดังนั้นจากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่เน้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ขึ้นเองบนพื้นฐานของความรู้เดิม และจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งรอบตัวรวมทั้งการได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง การเรียนรู้จะมีความหมายก็ต่อเมื่อเป็นเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกับชีวิตประจำวันจริงของนักเรียนหากการเรียนรู้ขัดแย้งกับประสบการณ์เดิมจะเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญาเพื่อให้เกิดความรู้ที่สอดคล้องกันมากยิ่งขึ้นซึ่งทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้เป็นทฤษฎีพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เกิดข้อสงสัย ทำการสืบค้นหาความรู้ ทำให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ใหม่ แล้วจึงเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเกิดเป็นความรู้ใหม่แล้วขยายความรู้ประยุกต์เข้ากับสถานการณ์อื่นๆ ทำให้ความรู้ที่ได้รับนั้นเกิดขึ้นเองจากตัวนักเรียนทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้น ครูจะต้องดึงความรู้เดิมของนักเรียนออกมา เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนมีแนวคิดเดิมอย่างไร โดยใช้วิธีการตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนสนใจใฝ่รู้และต้องการค้นคว้าหาคำตอบที่ถูกต้องโดยการเสาะแสวงหาข้อมูล รวบรวมข้อเท็จจริง ตรวจสอบข้อเท็จจริง ตรวจสอบข้อมูล วิเคราะห์ ตีความ และหาข้อสรุปที่ใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งเป็นขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้ให้ความหมายว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึงการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆด้วยตนเองให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ครูต้องเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ศึกษาโครงสร้างกระบวนการสอนจัดเนื้อหาโดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วยและนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการวางแผนการเรียนนักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนด้วยตนเองมีความกระตือรือร้นที่ศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และเปลี่ยนความคิดจากผู้รับความรู้เป็นผู้แสวงหาความรู้

ทิศนา แขมมณี (2551) ได้ให้ความหมายว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึงเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถามความคิดแล้วลงมือค้นหาความรู้เพื่อนำมาตอบคำถามหรือหาข้อสรุปด้วยตนเองซึ่งผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆให้แก่ผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้ให้ความหมายว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึงเป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิมโดยอาศัยกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้นเสาะหาสำรวจตรวจสอบและค้นหาด้วยวิธีการต่างๆเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายและสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

Dewey (1916) ได้ให้ความหมายว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึงเป็นวิธีการสอนที่นำเอากิจกรรมมาใช้เพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนเอง ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้หรือแนะนำแนวทางให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริงและฝึกทักษะที่จำเป็นในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

โดยสรุปการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึงวิธีการที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและต้องการสืบค้นหาความรู้โดยการคิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการจัดการเรียนรู้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนนั้นส่งผลดีต่อนักเรียนหลายอย่าง เพราะเป็นรูปแบบที่เน้นให้ความสำคัญต่อนักเรียน (พันธ์ทอง ชุมนุม, 2547) ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้เพราะมีอิสระมีชีวิตชีวาสนุกสนานกับการเรียนรู้ นักเรียนจะเรียนรู้อย่างมีความหมายเพราะนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ชีวิตประจำวันได้จริง และนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง พัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบพัฒนาให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์(สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545) ดังนั้นเมื่อนักเรียนลงมือคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบและมีความสนุกสนานกับการเรียนจึงส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนมากยิ่งขึ้น(พันธ์ทอง ชุมนุม, 2547; สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545)

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้คิดแก้ปัญหา เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลามากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และอาจพบปัญหากรณีเนื้อหาการสอนมีความซับซ้อนมากทำให้นักเรียนยากแก่การทำความเข้าใจ (พันธ์ทอง ชุมนุม, 2547) ในกรณีนี้ครูต้องเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางให้แก่นักเรียน ด้วยนอกจากนี้ครูต้องใช้เวลามากในการวางแผน และต้องหากิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นความสนใจแก่นักเรียนเพราะหากกิจกรรมไม่น่าสนใจพอนักเรียนก็จะไม่ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียน (สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545; พันธ์ทอง ชุมนุม, 2547) ดังนั้นการที่ครูจะใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอนให้ได้ผลดีนั้น จะต้องวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและเป็นกิจกรรมที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียนด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ และมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจากการศึกษาเอกสารสามารถสรุปรูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ของนักการศึกษาต่างๆ ได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ Romey

Romey (1968) ตั้งข้อสังเกตว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม นิยมแยกภาคทฤษฎีออกจากภาคปฏิบัติ ครูจะยึดตำราเล่มใดเล่มหนึ่งเป็นหลักสำหรับภาคบรรยาย ส่วนภาคการทดลองนั้นก็จะใช้หนังสือคู่มือการทดลอง ซึ่งมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่จะเชื่อมโยงภาคบรรยายและภาคการทดลองเข้าด้วยกันการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ขัดแย้งกับเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนสามารถนำเอาความรู้วิทยาศาสตร์ไปอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ดังนั้น Romey จึงเสนอว่าการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนให้เห็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ต้องเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ และถือเอาการทดลองเป็นหัวใจของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ Romey ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ไว้เป็น 3 ขั้นดังนี้

1. ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง ในขั้นนี้ครูอาจจะตั้งปัญหาถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนฝึกออกแบบการทดลอง ครูอาจจะมีการสาธิตเพื่อเร้าความสนใจของนักเรียน และให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของหรือเหตุการณ์บางอย่าง รวมถึงวางแผนการทำการทดลอง เช่นตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร กำหนดขั้นตอนในการทดลอง เป็นต้น

2. ขั้นทำการทดลอง ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนลงมือทำการทดลองตามแนวทางที่ได้อภิปรายไว้ ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียน หน้าที่หลักของครูคือผู้ดูแลและให้ความช่วยเหลือ อภิปรายร่วมกับนักเรียน ส่วนผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการทดลองคือนักเรียน

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง หลังจากนักเรียนได้ทำการทดลองแล้วให้นักเรียนเสนอผลการทดลอง ในช่วงนี้สิ่งที่อยู่ในมือครูคือผลการทดลองที่ถูกต้องจากหนังสือหรือจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ผลการทดลองชุดนี้มีไว้เพื่อเปรียบเทียบกับของนักเรียนว่าผลของนักเรียนเป็นอย่างไร โดยครูอาจให้ความรู้เพิ่มเติมในกรณีที่ผลการทดลองของนักเรียนไม่ตรงกับผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kuslan (1969) ได้นำคำว่า inquiry mind มาใช้กับการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้แนวคิดเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการปลูกฝังการมีจิตที่จะสืบค้นให้แก่นักเรียน นั่นคือการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นเท่านั้น แต่ต้องให้นักเรียนได้ค้นหาความจริงต่อไป Kuslan เสนอลำดับขั้นของการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ไว้เป็น 5 ขั้นดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ในขั้นนี้ต้องเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งก่อน โดยครูอาจใช้คำถาม หรือสาธิตการทดลองให้นักเรียนดูประกอบกับการใช้คำถามที่กระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน

2. ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง ในขั้นนี้จะเป็นการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเพื่อเสนอแนวทางในการค้นหาคำตอบจากปัญหาที่ตั้งขึ้นในขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน

3. ขั้นการทำการทดลอง เป็นขั้นที่นำแนวคิดที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายมาใช้ในการทดลอง

4. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นการนำผลจากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5. ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่นที่เหมือนกันกับปัญหาที่นักเรียนเคยสงสัย

จะเห็นได้ว่าลำดับขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ Kuslan มีลักษณะใกล้เคียงกับการจัดเรียนการรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใช้ในปัจจุบัน แต่จะแตกต่างกันที่ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนซึ่ง Kuslan ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบแนวคิดเดิมของนักเรียน ที่แต่ละคนมีแนวคิดเดิมไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน การถามคำถามของครูอาจทำให้นักเรียนไม่เข้าใจคำถาม รวมถึงในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ Kuslan นั้นยังขาดขั้นการประเมิน เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนแต่ละคนมีแนวคิดที่ถูกต้องหรือไม่อันเป็นหัวใจหลักของการเรียนการสอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้แบ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็น 5 ขั้นตอนที่สำคัญดังนี้ (สสวท., 2551)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) การนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง เกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เป็นเรื่องที่น่าสนใจจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นๆ หรือเป็นเรื่องที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ถ้าในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน ให้ตั้งคำถามเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับจึงให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา และร่วมกันกำหนดขอบเขตแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วจึงมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ซึ่งอาจจะทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation)การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation)เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่างๆซึ่งผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ โดยต้องมีหลักฐานและเหตุผลรองรับ

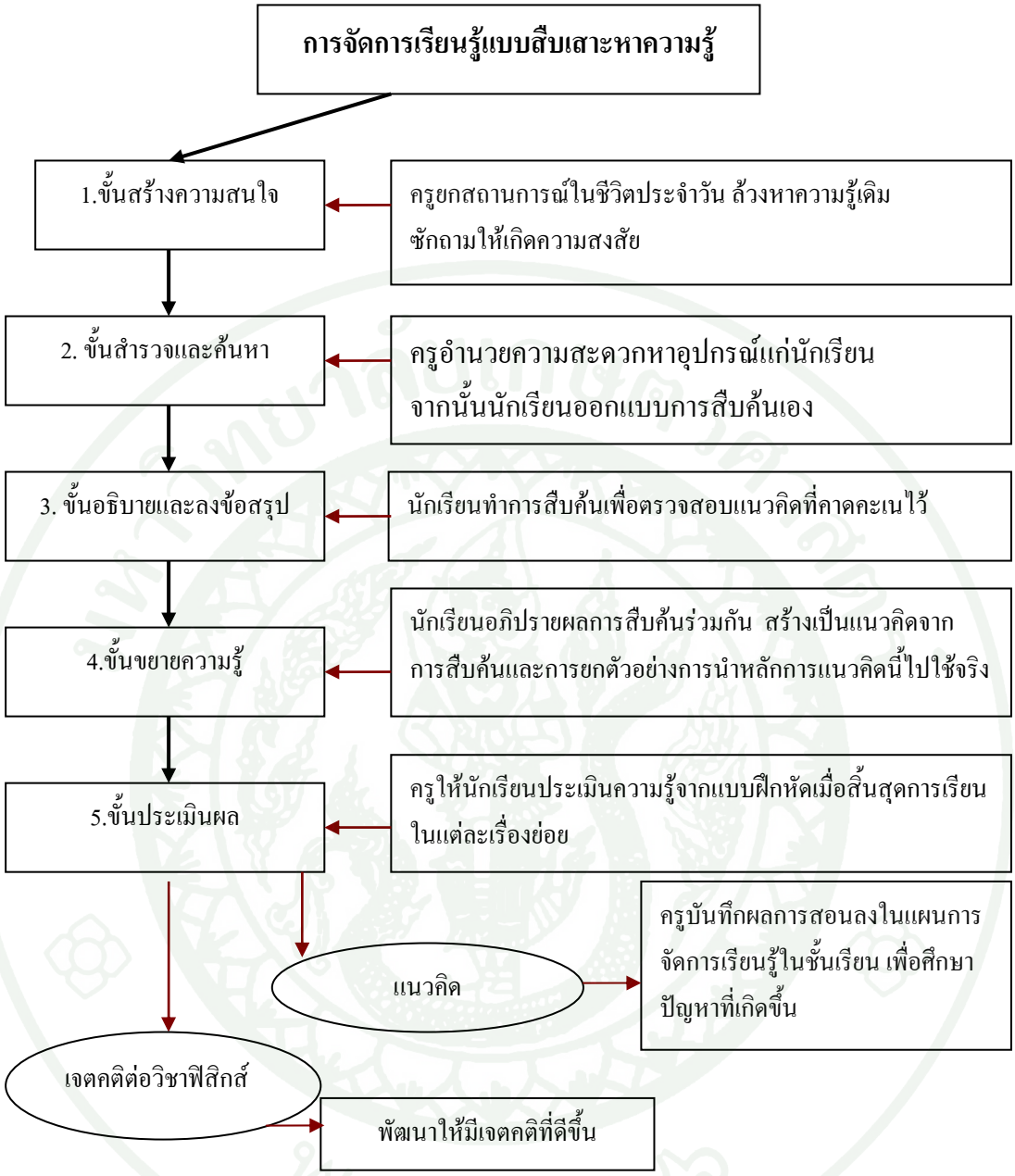
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำ ไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (inquiry cycle) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ลำดับขั้นของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ สสวท. (2551) ในการจัดการเรียนการรู้เรื่องของไหล ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 6 เพื่อพัฒนาแนวคิดและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนดังแสดงในภาพที่ 1การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยสร้างความสนใจในเรื่องต่างๆให้แก่นักเรียนตลอดจนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองและช่วยให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ Negishi (2007) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องกว่าครูที่สอนแบบบรรยายและสอดคล้องกับงานวิจัยของฮัซลินดา อัลมะอาริฟีย์ (2550) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแบบ สสวท. ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และพัฒนาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ได้ และประกอบกับก่อนหน้านี้มีงานวิจัยของยุทธนา สเลลานนท์ (2533) ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามลำดับขั้นที่ สสวท.ได้พัฒนาขึ้นเช่นกัน โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เชิงนิมานและเชิงนิเสธ ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยบทเรียนโทรทัศน์ประกอบการเรียนและการสอนตามคู่มือครูผลปรากฏว่าการจัดการเรียนรู้ตามแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลำดับขั้นตอนของ สสวท. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์พัฒนาขึ้นและในงานวิจัยของ Billings (2001) ได้นำเอาวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้แบบ5ขั้นตอนไปใช้ในการจัดการเรียนการรู้ เรื่อง ของไหล พบว่าวิธีการสอนนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทางด้านแนวคิดของวิชาฟิสิกส์ได้ดีมากขึ้นและทำให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อวิชาฟิสิกส์มากขึ้นเช่นกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ที่มา: สสวท. (2551)

ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Throwbridge and Bybee (1996) ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 2 ประเภท ตามบทบาทครูและนักเรียน คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง (guided inquiry) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูเตรียมข้อมูลพื้นฐาน ใช้คำถาม และกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหา ครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือให้นักเรียนคิดวิธีการทดลองที่เป็นไปได้

2. การสืบเสาะแบบอิสระ(free inquiry) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนระบุสิ่งที่จะเรียนเองหลังจากเรียนเกี่ยวกับวิธีการ ปัญหาและมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพียงพอแล้ว

Esler and Ester (1993 อ้างใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544) แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท คือ

1. วิธีหาเหตุผล (rational approach)เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนคิดหาเหตุผล โดยครูใช้คำถามปลายเปิดให้เวลารอคำตอบและให้คำชมเชยแก่คำตอบที่สมเหตุสมผล

2. การค้นพบ (discovery approach)เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนค้นคว้าเอง นักเรียนจัดวัสดุอุปกรณ์และตรวจสอบสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง ค้นหา ตั้งปัญหา และหาวิธีการตรวจสอบด้วยตนเองเป็นการเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางอย่างสมบูรณ์ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก

3. วิธีการทดลอง(experimental approach) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้สร้างและทดสอบสมมติฐานและควบคุมตัวแปรในการทดลอง ทำให้นักเรียนเกิดการคิดและปฏิบัติ ส่งผลต่อการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

Carin and Sund (1980 อ้างใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544) ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ดังนี้คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง(Guided-inquiry)เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ โดยนักเรียนทำหน้าที่ทำการทดลองตามกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบมีการร่วมแนะนำ(Less guided-inquiry)เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา หรือร่วมกันกำหนดปัญหาพร้อมกับนักเรียน แต่นักเรียนจะเป็นผู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วางแผนหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐานวางแผนการทดลอง ทำการทดลอง จนถึงวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบไม่ชี้แนะแนวทาง(Unguided-inquiry)เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาด้วยตัวเอง ตลอดจนถึงการวางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล จนถึงวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งวิธีนี้นักเรียนจะมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ครูและเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้นโดยอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาได้ซึ่งอาจเรียกวิธีการนี้ว่าวิธีสืบเสาะแบบอิสระ(free inquiry)

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแนวคิดของ Carin and Sund โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง(Guided-inquiry)ในเรื่องของไหลเนื่องจากประสบการณ์การสอนในชั้นเรียนของผู้วิจัยเองพบว่านักเรียนไม่เคยเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้มาก่อน ผู้วิจัยจึงคาดว่าอาจเป็นเรื่องที่ยากสำหรับนักเรียนในการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาขึ้นในสถานการณ์ต่างๆด้วยตนเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ต่างๆ วางแผนกิจกรรมขึ้นเองโดยผู้วิจัยตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ มีความต้องการจะสืบค้นความรู้ด้วยนักเรียน และให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมโดยการสืบเสาะหาความรู้ ให้นักเรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาสาระและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองสามารถก่อให้เกิดแนวคิดในเรื่อง ของไหลขึ้นได้

แนวคิดเรื่อง ของไหล

ความหมายของแนวคิด

แนวคิด ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Concept” มีรากศัพท์มาจากภาษาลาติน คือ Concetus หมายถึงการเกิดความเข้าใจต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ในภาษาไทยอาจจะใช้คำว่ามโนคติมโนทัศน์ มโนภาพ ความคิดรวบยอดก็ได้ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศักดิ์, 2549; พัชรี ผลโยธิน, 2551) ซึ่งมีผู้ให้ความหมายเกี่ยวกับแนวคิดไว้ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้ให้ความคิดเห็นว่าแนวคิดเป็นเรื่องของแต่ละบุคคล การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ จะทำให้เกิดการรับรู้ บุคคลนั้นจะนำการรับรู้นี้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขาทำให้เกิดแนวคิดซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรากฏการณ์นั้นและทำให้เขามีความรู้ขึ้น แต่ละบุคคลย่อมมีแนวคิดเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยการนำการเรียนรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

ชาตรี สำราญ (2545) ได้ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่า เป็นผลสรุปที่บุคคลสามารถแยกประเภทของลักษณะสิ่งเร้าได้ตามความคิด ความเข้าใจของบุคคลนั้น

สุวิทย์ มูลดำ และ อรทัย มูลดำ (2545) ได้ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่าเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นแล้วใช้คุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายกันจัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกันทำให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้น

วรรณดี จันทรวงศ์ (2547) ได้ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่า เป็นความคิด ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ได้ใช้คุณลักษณะร่วมของสิ่งเหล่านั้นมาประมวลเข้าด้วยกันและเชื่อมต่อกับความรู้เดิม และนำมาสรุปให้คำจำกัดความของสิ่งเหล่านั้น

จากความหมายแนวคิดดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าแนวคิดหมายถึงความคิด ความเข้าใจของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วนำคุณลักษณะร่วมของสิ่งนั้นมาประมวลเป็นหมวดหมู่และเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมทำให้เห็นภาพรวมของสิ่งนั้นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจนนำไปสู่การให้คำจำกัดความของสิ่งเหล่านั้น

การสร้างแนวคิด

การสร้างแนวคิดเป็นกระบวนการทางสมองซึ่งต้องประกอบด้วยการรับรู้ความจำการคิดหาเหตุผลและการจัดระเบียบความคิดให้เป็นหมวดหมู่การหาคุณลักษณะร่วมนักเรียนจะต้องได้รับความรู้ต่างๆผ่านการสัมผัสของอวัยวะรับสัมผัสและระบบประสาทส่วนกลางเป็นผู้ทำหน้าที่จัดระเบียบประสานแยกแยะความแตกต่างและเลือกความรู้เข้ามาทำให้เกิดการรับรู้ภายหลัง การรับรู้ช่วยให้เกิดการแยกแยะความแตกต่างและสรุปรวบยอดได้ (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2551) โดยสมองจะสามารถแยกแยะได้นั้นต้องอาศัยการเปรียบเทียบกับต้นแบบหรือที่เรียกว่าประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้วในสมองแล้วจัดกลุ่มว่ามีลักษณะร่วมกับต้นแบบหรือไม่ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสร้างแนวคิดจากประสบการณ์ที่ถูกบันทึกอยู่ในสมองเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะจะช่วยให้สมองสร้างข้อสมมติเกี่ยวกับประสบการณ์ใหม่ที่เข้ามา โดยการสร้างประสบการณ์ใหม่จะเกิดการระลึกถึงประสบการณ์เดิม และหาเหตุผลมารองรับ หาลักษณะร่วมของประสบการณ์ใหม่กับประสบการณ์เก่าแล้วสร้างความเข้าใจเกิดขึ้นด้วยตนเอง (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2549) และสามารถนำไปใช้ได้สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการสร้างแนวคิดได้ 5 ขั้นตอน (พัชรี ผลโยธิน, 2551) ดังนี้

1. การสังเกต ลักษณะเด่นของสิ่งนั้น

2. จำแนกความแตกต่างของสิ่งหนึ่งๆจากพวกได้

3. หาลักษณะร่วมของสิ่งต่างๆ โดยกำหนดเป็นหลักเกณฑ์ที่ใช้จัดจำแนก และใช้เป็นตัวแทนของแนวคิด โดยกำหนดนิยามคำจำกัดความ เพื่อเป็นตัวแทนแนวคิดนั้น

4. ระบุชื่อแนวคิดของสิ่งที่ได้เรียนรู้

5. ทดสอบและนำไปใช้โดยศึกษาจากตัวอย่างที่เป็นแนวคิดและไม่ใช่แนวคิดเพื่อหาความแตกต่าง

วิธีวัดแนวคิด

วิธีวัดแนวคิดหมายถึงการตรวจสอบว่านักเรียนมีแนวคิดอย่างไรในเรื่องนั้น วิธีการที่นิยมใช้ในการวัดแนวคิดคือ การสัมภาษณ์ การใช้แบบทดสอบคำถามปลายเปิด การใช้แผนผังแนวคิด และการใช้แบบทดสอบแบบสองหางโดยมีรายละเอียดดังนี้

การสัมภาษณ์

การรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เป็นการตรวจสอบวิธีคิดอย่างหนึ่งซึ่งข้อมูลที่ได้จะครบถ้วนและมีความสมบูรณ์อาจจะเป็นเพราะว่าวิธีการเขียนตอบนักเรียนไม่ตอบข้อคำถามก็ได้ แต่การสัมภาษณ์นักเรียนจะต้องตอบทุกคำถามกับผู้สัมภาษณ์ และจะได้ข้อมูลอื่นเพิ่มเติมนอกเหนือจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เช่นการสังเกตสีหน้าท่าทางคำพูด Osborne and Freyberg (1985) ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แสดงทัศนะเกี่ยวกับการวัดแนวคิดจากการสัมภาษณ์ว่าการนำแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งออกมาได้จริงนั้นมีเพียงวิธีการเดียวคือการให้นักเรียนได้พูดแสดงความคิดด้วยตนเองแต่การสัมภาษณ์จะเป็นการวัดแนวคิดที่เสียเวลาเป็นอย่างมาก

แบบทดสอบคำถามปลายเปิด

เป็นแบบทดสอบอัตนัยโดยให้ผู้ตอบมีอิสระในการตอบคำถามข้อมูลที่ได้จะแสดงให้เห็นถึงแนวคิดของผู้ตอบคำถามอย่างชัดเจนซึ่งเหมาะกับการใช้ในกลุ่มที่ศึกษาจำนวนมากผู้ตรวจต้องสร้างเกณฑ์ขึ้นเพื่อความยุติธรรมข้อสอบแบบอัตนัยจะเหมาะสำหรับใช้วัดความรู้ในระดับของการแก้ปัญหาและการวิเคราะห์และการประเมิน (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2542)

การใช้แผนผังแนวคิด

แผนผังแนวคิดมีจุดประสงค์สำหรับใช้แทนความสัมพันธ์อันมีความหมายระหว่างแนวคิดต่างๆโดยทำให้อยู่ในรูปแนวคิด 2 แนวที่แสดงออกด้วยภาษาและเชื่อมกันด้วยคำเชื่อมแผนผังแนวคิดจะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งแก่นักเรียนและครูเกี่ยวกับแนวคิดนอกจากนี้การใช้แผนผังแนวคิดสามารถใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจในแนวคิดที่ครูได้จัดการเรียนการสอนหรือสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2542)

การใช้แบบทดสอบแบบสองหาง

แบบทดสอบชนิดนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบแนวคิดที่สามารถระบุได้ว่านักเรียนมีแนวคิดอย่างไร เช่น แนวคิดที่ถูกต้อง แนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ แนวคิดที่คลาดเคลื่อน ไม่มีแนวคิด ลักษณะของแบบทดสอบจะมีสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือกและส่วนที่เป็นข้อสอบอัตนัยที่ใช้ในการอธิบายเหตุผลในการเลือก ในการสร้างแบบทดสอบที่ดีนั้นตัวเลือกและตัวลวงนั้นจะได้มาจากการสัมภาษณ์จากกลุ่มนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนไปแล้ว เพื่อศึกษาว่าแนวคิดใดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และนักเรียนมีแนวคิดในเรื่องนั้นอย่างไร ซึ่งแนวคิดที่ผิดพลาดนั้นจะนำมาสร้างเป็นตัวลวงขึ้น ทำให้ข้อสอบนี้สามารถใช้ในการจำแนกลักษณะของแนวคิดได้ดี (Treagust, 1995 อ้างใน ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแนวคิดของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบแบบสองหาง เนื่องจากจะสามารถทำให้ได้ข้อมูลได้อย่างละเอียดมากที่สุด (ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551) เพื่อนำข้อมูลนั้นมาวิเคราะห์แนวคิดที่แท้จริงของนักเรียน

การจัดกลุ่มแนวคิด

Marek *et al*. (1990) ได้การจัดแบ่งกลุ่มแนวคิดออกเป็น 4 กลุ่ม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มที่ 1 แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding) หมายถึง คำตอบแสดงถึงว่าเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

กลุ่มที่ 2 แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding) หมายถึงคำตอบแสดงถึงว่าเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่สมบูรณ์

กลุ่มที่ 3 แนวคิดคลาดเคลื่อน (Limited Understanding) หมายถึงมีคำตอบที่แสดงถึงว่าเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และมีบางส่วนที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 4 แนวคิดไม่ถูกต้อง (Misunderstanding) หมายถึงคำตอบแสดงถึงความไม่เข้าใจในแนวคิดนั้นๆ

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาที่ได้จัดแบ่งกลุ่มแนวคิดไว้แตกต่างกันอีก โดยจัดแบ่งกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม เช่น Westbrook and Marek (1992) และ Haidar (1997) คล้ายกับการแบ่งเป็น 4 กลุ่ม เพียงแต่แยกกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนออกมาอีก 1 กลุ่มคือ กลุ่มที่คำตอบมีทั้งแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อน(Partial Understanding with Specific Misconception) หมายถึงคำตอบมีทั้งแนวคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์บางส่วนและที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน ซึ่งแยกออกจากกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีการกำหนดชื่อกลุ่มที่แตกต่างกันดังนี้

1. แนวคิดถูกต้อง(Sound Understanding หรือ Complete Understanding: SU) คำตอบของนักเรียนถูกต้อง และตรงตามทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding: PU) คำตอบของนักเรียน มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์ ซึ่งคำตอบจะไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด แต่จะไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนปรากฏอยู่ในคำตอบของนักเรียน

3. แนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PUSM) คำตอบของนักเรียนส่วนหนึ่งมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์อยู่ แต่มีแนวคิดอีกส่วนหนึ่งที่คลาดเคลื่อนปรากฏอยู่ในคำตอบของนักเรียน

4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM) คำตอบของนักเรียนเป็นแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด แสดงความไม่เป็นเหตุเป็นผลกันรวมทั้งไม่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

5. ไม่มีแนวคิด (No Understanding: NU)นักเรียนไม่ตอบคำถามทวนคำถาม หรือตอบว่าไม่รู้

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์การจัดแบ่งกลุ่มแนวคิดตามหลักการของ Haidarออกเป็น 5 กลุ่มเนื่องจากเป็นวิธีการแบ่งกลุ่มระดับของแนวคิดตามเกณฑ์ได้ละเอียดผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกมาได้อย่างถูกต้องชัดเจน

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องของไหล

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์จัดเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นผลของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลผลิตวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (2542) กล่าวว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน แนวคิดหนึ่งๆอาจจะเกิดจากการนำแนวคิดหลายๆแนวคิดมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จึงมีลักษณะเป็นสากล แนวคิดทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนและความรู้ในระดับสูงชัดเจนดีขึ้น ดังนั้นการสอนนักเรียนให้เกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก็จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนดีขึ้นด้วย และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่างๆ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (สุรวิทย์ วงศ์ศรี, 2543)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 8 สาระและในสาระที่ 4 เป็นสาระเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) มีมาตรฐานการเรียนรู้ ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน เรื่องของไหลอยู่ในมาตรฐานที่ 4.1 คือการเข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าแรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม ซึ่งเนื้อหาเรื่องของไหลมีคุณลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. เป็นเนื้อหาเกี่ยวข้องกับกลศาสตร์ที่อธิบายเกี่ยวกับแรงในของเหลวที่กระทำกับวัตถุในของเหลวและพลังงานที่อธิบายเกี่ยวกับการอนุรักษ์มวลและอนุรักษ์พลังงาน

2. เป็นความรู้ที่นักเรียนสามารถมองเห็นและเข้าใจได้จากการทดลองและการอธิบายผลการทดลองจากความรู้ระดับจุลภาคเกี่ยวกับแรงระหว่างโมเลกุลซึ่งนักเรียนไม่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้

3. เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ต่างๆในธรรมชาติเช่นลักษณะการไหลของน้ำของอากาศสมบัติของของเหลวแรงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุแรงระหว่างโมเลกุล

4. เป็นเนื้อหาที่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้เช่นอธิบายหลักการออกแบบปีกเครื่องบินการไหลของน้ำในท่อการลอยการจมของวัตถุในของเหลวเช่นเรือดำน้ำการสร้างเขื่อนกั้นน้ำการยกวัตถุโดยเครื่องอัดไฮดรอลิกอธิบายการเคลื่อนที่บนผิวน้ำของสัตว์บางประเภทได้อธิบายความสามารถของวัตถุที่กึ่งจมกึ่งลอยอยู่ในน้ำได้เป็นต้น

ของไหลประกอบด้วยแนวคิดที่สำคัญดังต่อไปนี้

ความดันของของเหลว(Pressure)คือ เป็นความดันที่เกิดจากแรงดันที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในของเหลวทุกทิศทางในแนวตั้งฉากกับผิวของวัตถุที่สัมผัสกับของเหลวซึ่งความดันของของเหลวชนิดหนึ่งๆ นั้น จะขึ้นกับความลึกและความหนาแน่นของของเหลวโดยจะไม่ขึ้นกับปริมาตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กฎของปาสคัล (Pascal Principle) คือเมื่อเพิ่มความดันในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะถ่ายทอดไปยังทุกๆตำแหน่งในของเหลวรวมทั้งผนังของภาชนะด้วย ระดับความสูงเดียวกันทุกๆตำแหน่งจะมีความดันที่คงที่ ความดันมีความสัมพันธ์ของแรงต่อพื้นที่ที่ตั้งฉาก

แรงลอยตัว (Bouyancy) คือแรงลัพธ์ที่ของเหลวกระทำต่อผิวของวัตถุที่จมบางส่วนหรือจมทั้งหมด เป็นแรงต้านกับแรงที่พยายามทำให้วัตถุนั้นจมลง ขนาดของแรงลอยตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จม เมื่อวัตถุลอยนิ่งค่าแรงลัพธ์เป็นศูนย์

ความตึงผิว (Surface Tension)คือความพยายามในการยึดโมเลกุลบริเวณที่ผิวของของเหลวด้วยแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำในทิศที่พยายามดึงให้โมเลกุลบริเวณนี้ติดกับโมเลกุลภายในและข้างๆ ของเหลว ทำให้มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ที่ผิวถูกขึงตึงไว้ มีเท่ากับแรงลัพธ์นั้นและความยาวของผิวสัมผัส มีทิศตั้งฉากกับเส้นรอยต่อของผิววัตถุกับผิวของของเหลว และมีทิศขนานกับระนาบของของเหลว สารชนิดเดียวกันจะมีความตึงผิวที่เท่ากันเสมอ

ความหนืด (Viscosity) เป็นตัวบ่งชี้การต้านการไหลในของไหล ซึ่งมีแรงต้านการเคลื่อนที่อันเนื่องมาจากความหนืดของของไหลแรงต้านนี้เรียกว่า แรงหนืดตามกฎของสโตกส์ กล่าวว่าวัตถุทรงกลมตันเคลื่อนที่ในของเหลวค่าของแรงหนืดแปรผันตรงกับความเร็วของวัตถุ รัศมีของวัตถุ และชนิดของของเหลว

พลศาสตร์ของของไหล (Fluid Dynamics) อัตราการไหลคงที่ของกระแสการไหลจะตลอดการเคลื่อนที่ คือปริมาตรการไหลในช่วงเวลาหนึ่งจะมีปริมาตรคงที่เสมอ ทำให้เกิดความสัมพันธ์ของพื้นที่หน้าตัดของท่อการไหลแปรผกผันกับความเร็วของของไหล และเมื่อได้สายกระแสการไหลมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น ความดันในของไหลจะลดลงเป็นไปตามหลักการของแบร์นูลลี

แนวคิดเรื่อง ของไหลประกอบด้วย แนวคิดย่อยทั้ง6แนวคิดดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนของผู้วิจัย นักเรียนยังไม่เข้าใจเรื่อง แรงลอยตัว นักเรียนมักเข้าใจว่าแรงลอยตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ ซึ่งในที่จริงแรงลอยตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ และนักเรียนยังมักเข้าใจการที่วัตถุลอยบนน้ำได้ เพราะว่าความดันของของเหลวดันวัตถุให้ลอยได้นั้นเอง และในกรณีพลศาสตร์ของของไหลนักเรียนเข้าใจว่าเมื่อท่อกระแสการไหลเล็กลง ทำให้ความเร็วของท่อกระแสการไหลสูงขึ้นอัตราการไหลจะมีค่าสูงขึ้นด้วยแต่ที่จริงแล้วอัตราการไหลจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีค่าคงที่ จะเห็นได้ว่านักเรียนยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้นในชั้นเรียนของผู้วิจัย สอดคล้องกับงานวิจัยของขจรศักดิ์บัวระพันธ์ (2545) พบว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องแรงที่กระทำกับวัตถุในของเหลวนี้มาก Negishi (2007)ที่พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องแรงพยุง โดยเฉพาะเรื่องกฎของนิวตันซึ่งเป็นเรื่องพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ และ Billings (2001) ยังพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่อง ของไหลในหลายประเด็นดังนั้นจำเป็นต้องสร้างแนวคิดที่ถูกต้องให้เกิดกับนักเรียน

เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ความหมายของเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

เจตคติ เป็นศัพท์บัญญัติทางวิชาการตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Attitude” มีรากศัพท์มาจากภาษาลาตินว่า “Aptus” แปลว่า การโน้มเอียงมีผู้ใช้คำอื่นในความหมายเดียวกัน เช่น ทัศนคติ หรือ เจตคติ (รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์, 2533) มีนักศึกษาและนักจิตวิทยาให้ความหมายของคำว่าเจตคติไว้หลากหลาย สรุปได้ว่าเจตคติเป็นเรื่องของความชอบ ความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึกความฝังใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มักจะเกิดขึ้นเมื่อรับรู้เหตุการณ์ในสังคม (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2551)

Gardner (1975) กล่าวว่า เจตคติที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มี 2 ความหมาย คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เจตคติทั้งสองประการนี้ จะเกิดขึ้นพร้อมๆกันในตัวบุคคลเมื่อเขาได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่จะแสดงออกแตกต่างกัน โดยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงลักษณะวิธีการคิด ท่าที หรือพฤติกรรมที่แสดงต่อเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ หรืออื่นๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประกอบการพิจารณาการคิด ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึก ความชอบ ไม่ชอบ ความนิยมของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นท่าทีความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อวิทยาศาสตร์ โดยสามารถแสดงออกได้ 2 ทาง คือ

1. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิเสธ (Negative attitude) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ เบื่อหน่ายไม่ชอบวิชาวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิมาน(Positive attitude) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะพึงพอใจ ชอบอยากเรียน อยากรู้ความจริงทางวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบ ไม่ชอบ หรือความเบื่อหน่ายเกี่ยวกับประสบการณ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาต่อวิชาฟิสิกส์ทางด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ของวิชาฟิสิกส์ ประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์และแนวโน้มของพฤติกรรมที่จะนำความรู้วิชาฟิสิกส์ไปใช้ในอนาคต (ยุทธนา สเลลานนท์, 2533 และ รุจิรา พรอินทรโฆษิต, 2540)

ลักษณะของเจตคติ

ลักษณะของเจตคติที่ศึกษารวบรวมมาจากแนวคิดของนักจิตวิทยาหลายคน (Shaw and Wright, 1976; Sax, 1980 อ้างใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543; สุรางค์ โค้วตระกูล, 2550) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมองเจตคติว่ามีลักษณะดังนี้

1. เจตคติเป็นเพียงความรู้สึกโน้มเอียงที่ได้ประเมิน และเป็นตัวการในการจูงใจให้แสดงออกเป็นพฤติกรรม

2. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มากกว่ามีมาแต่กำเนิดและเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

3. มีทิศทางต่อเป้าเจตคติ เป็นความรู้สึกทางบวกและทางลบ

4. มีความเข้มข้นของความรู้สึกที่ต่อเนื่องกันตั้งแต่ความรู้สึกบวกมากไปจนกระทั่งลบมาก

5. มีความคงเส้นคงวา เป็นความรู้สึกคงที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก ถ้าเปลี่ยนแปลงต้องใช้เวลาในการเปลี่ยน

6. สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามสังคมที่บุคคลนั้นเป็นสมาชิกอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

องค์ประกอบของเจตคติ

Rosenberg and Hovland (1960 อ้างใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านสติปัญญา (Cognitive component) ประกอบด้วยความรู้ความคิด และความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด

2. ด้านความรู้สึก (Affective component) หมายถึงความรู้สึก หรืออารมณ์ของคนใดคนหนึ่งที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด

3. ด้านพฤติกรรม (Behavioral component) เป็นแนวโน้มของการกระทำ หรือการแสดงพฤติกรรมที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด

Trianddis (1990 อ้างใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543) กล่าวว่า เจตคติ มีองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ประการ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นการตอบสนองของบุคคลรับรู้และวินิจฉัยข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับทำให้เกิดเจตคติ ซึ่งแสดงออกมาในแนวคิดที่ว่า อะไรถูก อะไรผิด

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Effective Component) เป็นลักษณะทางอารมณ์ของบุคคลที่คล้อยตามความคิด ถ้าบุคคลมีความคิดที่ดีต่อสิ่งใดก็จะมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น เจตคติ จะแสดงออกในลักษณะของความชอบ ไม่ชอบ พอใจ หรือไม่พอใจ

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component)เป็นความพร้อมที่จะกระทำอันเป็นผลเนื่องมาจากความคิดและความรู้สึก ซึ่งจะแสดงออกมาในรูปของการยอมรับ หรือปฏิเสธ

ในการวิจัยผู้วิจัยได้พิจารณาด้านสติปัญญาเกี่ยวกับความเชื่อความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ และด้านความรู้สึกได้พิจารณาถึงความรู้สึกชอบพอในกิจกรรมการเรียนรู้ของวิชาฟิสิกส์ และด้านพฤติกรรม เป็นแนวโน้มการกระทำของนักเรียนที่เล็งเห็นถึงประโยชน์ของวิชา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฟิสิกส์และแนวโน้มของพฤติกรรมจะนำความรู้วิชาฟิสิกส์ไปใช้ในอนาคตผู้วิจัยจึงแบ่งการวิเคราะห์เจตคติออกเป็น4 ด้าน ประกอบด้วยด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ด้านประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์และด้านพฤติกรรมนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์

การเปลี่ยนแปลงเจตคติ

เนื่องจากเจตคติไม่ใช่ความจริงแต่เป็นเพียงความรู้สึกของบุคคลซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ เป็นการพิจารณาตัดสินคุณค่าที่ควรได้รับ นั่นคือถ้ามีเป้าเจตคติมาเกี่ยวข้อง บุคคลจะพิจารณาดูว่ามีประโยชน์สมควรได้รับหรือไม่ ถ้ามีประโยชน์จะมีเจตคติทิศทางบวก ในทางกลับกันถ้าไม่มีประโยชน์จะมีเจตคติทิศทางลบ (ล้วนสายยศ และ อังคณาสายยศ,2543) เจตคติบางอย่างไม่คงที่อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ เมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างกัน องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติ (Kelman, 1958; Watson and Johnson, 1972 อ้างใน รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์, 2533) คือ เจตคติสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากบุคคลนั้นเกิดการยินยอม (Complicance) ยอมรับอิทธิพลจากผู้อื่นเพราะต้องการให้ผู้อื่นปฏิบัติต่อตนให้พึงพอใจ และการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมภายใต้ความต้องการภายในที่มีอยู่ของตนเอง (Internalization) หากสิ่งที่เปลี่ยนแปลงนั้นสอดคล้องกับความต้องการเดิมอยู่แล้ว การมีส่วนร่วมในการอภิปรายและการตัดสินของกลุ่ม จะช่วยแก้ไขการต่อต้านที่จะเปลี่ยนเจตคติใหม่ๆ ทำให้การเปลี่ยนแปลงเจตคติเป็นกลุ่มจะง่ายกว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคล

การวัดเจตคติ

เนื่องจากเจตคติเป็นความรู้สึกที่มีแนวโน้มพร้อมที่จะแสดงออกต่อเป้าเจตคติ แต่อาจจะไม่แสดงออกมา เป็นเพียงแรงจูงใจที่ทำเกิดความโน้มเอียงจนเกิดความเร่าร้อนอยู่ภายในบุคคลนั้น การวัดเจตคติจึงจำเป็นจะต้องใช้หลากหลายวิธีเพื่อล้วงเอาความรู้สึกภายในของบุคคลนั้นออกมา เครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดมี 3 ชนิด คือ การสัมภาษณ์ การสังเกต และการรายงานตนเอง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์, 2533; ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

1. การสัมภาษณ์ (Interview) การพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย ผู้สัมภาษณ์ต้องยึดตามวัตถุประสงค์ที่จะวัด ข้อคำถามนั้นต้องกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเป้าเจตคติ การเตรียมการเป็นสิ่งสำคัญ สร้างข้อคำถามให้เป็นมาตรฐาน ครอบคลุมเป้าเจตคติทั้งด้านบวกและด้านลบ ข้อคำถามจะต้องมีความเป็นปรนัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การสังเกต (Observation) บางครั้งนักเรียนจะแสดงพฤติกรรมออกมาในบางช่วงเวลา ผู้วิจัยจะต้องมีประสาทสัมผัสทางตาและหูที่ดี ไวต่อการสังเกต จับประเด็นตรงที่เป้าหมายต้องการ โดยใช้เครื่องมือช่วยจดบันทึกเป็นข้อรายการ (checklist) แต่ต้องใช้เวลาในการสังเกตมากเพื่อหาความแน่นอนของพฤติกรรม

3. การรายงานตนเอง (Self-report) การแสดงความรู้สึกออกมาตามสิ่งเร้าที่เป็นข้อความแบบทดสอบหรือมาตรวัดที่ถือว่าเป็นมาตรฐานที่นิยมใช้กันมากคือ แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าที่เรียกว่าแบบวัดเจตคติ (Attitude scale) ได้แก่ แบบวัดเจตคติตามวิธีการของเทอร์สโตนและแบบวัดเจตคติตามวิธีการของลิเคิร์ท

แบบวัดเจตคติตามวิธีของเทอร์สโตน (Thurstone's scale) แบ่งความรู้สึกออกเป็น 11 ระดับ เป็นระดับความรู้สึกอย่างต่อเนื่องของบุคคลตั้งแต่น้อยที่สุดไปจนถึงมากที่สุด มีข้อคำถามทั้งที่เป็นทางบวก ลบ และกลาง แต่ละข้อคำถามระบุระดับทั้ง11 ระดับอย่างชัดเจนดังอย่างต่อไปนี้

(0) ครูเป็นบุคคลที่ได้รับการยกย่อง

น้อย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	มาก

การกำหนดมาตรานี้ให้ 11 มีค่ามากที่สุด และ1มีค่าน้อยที่สุด จาก 1 ถึง 11 เป็นความรู้สึกที่ต่อเนื่องกันไป บางครั้งอาจกำหนดมาตรา 11 น้อยที่สุดและมาตรา 1มากที่สุดก็ได้ แล้วแต่ความต้องการของผู้สร้าง หรืออาจกำหนดมาตรา 0ด้วยก็ได้(ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert's scale) วิธีนี้บางครั้งจะเรียกว่า Sammated Rating Method ข้อความคำถามจะเป็นทั้งด้านบวกและด้านลบใช้ 5มาตรา หรือ 6มาตรา เป็นต้น ตัวอย่างการเขียนการแสดงออกในมาตราวัดแบบลิเคิร์ท เช่น

[ ]เห็นด้วยอย่างยิ่ง	[ ]ชอบที่สุด
[ ]เห็นด้วย	[ ]ชอบมาก
[ ]ไม่แน่ใจ	[ ]ชอบ
[ ]ไม่เห็นด้วย	[ ]ไม่ชอบ
[ ]ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	[ ]ไม่ชอบมาก
	[ ]ไม่ชอบมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเอาเครื่องมือวัดเจตคติแบบรายงานตนมาใช้โดยเลือกนำวิธีการวัดเจตคติตามแบบวิธีการของลิเคิร์ท เพราะเป็นข้อคำถามทางด้านบวกและด้านลบด้านความรู้สึกความชอบไม่ชอบเป็นวิธีการวัดเจตคติที่นิยมใช้กันมากเช่นนำไปใช้วัดเจตคติในงานวิจัยของขนิษฐา เชื้อขำ (2550) ฮัซลินดา อัลมะอารีฟีย์ (2550) กาญจนา คังคะประดิษฐ์(2547) และยุทธนา สเลลานนท์(2533)รวมทั้งในงานวิจัยของ Nock(2009)ที่วัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือวัดตามวิธีการของลิเคิร์ท และผลการวิจัยพบว่าเมื่อจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีเจตคติสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Stephen (2007) ที่เปรียบเทียบการสอนแบบบรรยายกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และพบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะให้ความสำคัญกับนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยตนเองส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติดีขึ้น ผู้วิจัยจึงคาดว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยพัฒนานักเรียนให้มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ดีขึ้นในชั้นเรียนของผู้วิจัยเช่นกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยในชั้นเรียนเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนของผู้วิจัยเอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องของไหล และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ในการเก็บข้อมูลแนวคิดของนักเรียนผู้วิจัยใช้แบบวัดแนวคิดเรื่อง ของไหลที่มีลักษณะแบบวัดแบบสองหาง และเก็บข้อมูลเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ โดยแบบวัดเจตคติตามวิธีการของลิเคิร์ท

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้พัฒนาแนวคิดเรื่อง ของไหล และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดแนวคิดเรื่อง ของไหล แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน และบันทึกหลังสอนของครู โดยเครื่องมือแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้

เครื่องมือที่ใช้พัฒนาแนวคิดเรื่อง ของไหล และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางแบบสืบเสาะหาความรู้

แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของไหล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวน 6แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาเรียน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ รวม 16 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีขั้นตอนการจัดทำดังนี้

1. วิเคราะห์เอกสารทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร และศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนของผู้วิจัย มาสรุปเขียนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้

4. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาฟิสิกส์ แนวคิดหลักหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของไหล และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

5. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา จำนวน 6 แผน รวม 16 คาบเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาเรียนคาบละ 50 นาที ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องของไหล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (คาบ)
1	ความดันของของเหลว	4
2	กฎของปาสคัล	2
3	แรงลอยตัว	2
4	ความตึงผิว	2
5	ความหนืด	2
6	พลศาสตร์ของของไหล	4
	รวม	**16**

6. เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องของผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้ความเหมาะสมของภาษา และระยะเวลาที่ใช้

7. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะในด้าน เนื้อหาให้ละเอียดตามความเหมาะสมกับระดับช่วงชั้นของนักเรียนปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง ของไหล และปรับปรุงความเหมาะสมของภาษาในการใช้คำพูดกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือสำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้สอดคล้องกับคำถามงานวิจัย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2และช่วงเวลาที่ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงเครื่องมือการวิจัยใช้ในการเก็บรวมรวมข้อมูล

คำถามการวิจัย	**แบบวัดแนวคิด**	**แบบวัดเจตคติ**	**บันทึกหลังสอน**	**อนุทินสะท้อนความคิด**
1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง ของไหลของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร	✓			
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาเจตคติของนักเรียนได้หรือไม่อย่างไร		✓	✓	✓

ตารางที่ 3 แสดงช่วงเวลาที่ใช้เครื่องมือการวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือการวิจัย	**ก่อนเรียน**	**ระหว่างเรียน**	**หลังเรียน**
แบบวัดแนวคิดเรื่องของไหล	✓		✓
แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์	✓		✓
บันทึกหลังสอนของครู		✓	
อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน		✓	

1. แบบวัดแนวคิดเรื่องของไหล

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดแนวคิดของนักเรียนเรื่องของไหล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นแบบทดสอบแบบสองหาง จำนวน20 ข้อ สำหรับวัดความรู้ความเข้าใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในเรื่องความดันของของเหลว กฎของปาสคัล แรงลอยตัว ความตึงผิว ความหนืดและพลศาสตร์ของของไหล ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 วิเคราะห์ตำรา เอกสาร และศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องของไหล เพื่อรวบรวมเนื้อหาและแนวคิดที่นักเรียนต้องศึกษา

1.2 วิเคราะห์วิธีการสร้างแบบวัดแนวคิดและข้อคำถามแบบสองหางจากหนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 สร้างแบบวัดแนวคิดแบบสองหาง จำนวน20 ข้อ โดยใช้คำถามเป็นสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามและแสดงเหตุผลประกอบตามความเข้าใจ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 โครงสร้างแบบวัดแนวคิดเรื่องของไหล

เรื่อง	จำนวนข้อ	ข้อย่อยที่	รายละเอียดแนวคิด
ความดันของของเหลว	4	1	ค่าความดันขึ้นอยู่กับระดับความลึกและความหนาแน่นไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่และปริมาตร
		2	แรงดันของของเหลวมีทิศตั้งฉากกับพื้นที่ผิวของวัตถุที่สัมผัสของเหลวและกระทำต่อวัตถุทุกทิศทาง
		3	ค่าความดันขึ้นอยู่กับระดับความลึกจากผิวของของเหลว
		4	ค่าความดันขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของของเหลว
กฎของปาสคัล	3	5	ขนาดของพื้นที่หน้าตัดลูกสูบเล็กต่อลูกสูบใหญ่
		6	กฎของปาสคัลต้องอยู่ในระบบปิด
		7	การประยุกต์ใช้กฎของปาสคัล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เรื่อง	จำนวนข้อ	ข้อย่อยที่	รายละเอียดแนวคิด
แรงลอยตัว	3	8	ปริมาตรของของเหลวที่ล้นออกมาเท่ากับปริมาตรของวัตถุที่แทนที่ของเหลว
		9	แรงลอยตัวเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ล้นออกมาจากการถูกวัตถุแทนที่
		10	ชั่งวัตถุในน้ำค่าที่อ่านได้จากตาชั่งเท่ากับค่าน้ำหนักวัตถุหักล้างด้วยแรงลอยตัว
ความตึงผิว	3	11	ขนาดแรงตึงผิวขึ้นอยู่กับความยาวของรอยต่อระหว่างวัตถุกับผิวของของเหลว
		12	ทิศทางของแรงตึงผิวมีทิศทางตั้งฉากกับรอยต่อของวัตถุกับของเหลวและขนานกับระนาบของของเหลว
		13	แรงตึงผิวขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลว
ความหนืด	3	14	ความหนืดขึ้นอยู่กับความหนาแน่น
		15	แรงหนืดขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุที่เคลื่อนที่ผ่านของเหลว
		16	วัตถุเคลื่อนที่ตกอิสระในของเหลวจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่คือ แรงหนืด และแรงลอยตัว
พลศาสตร์ของของไหล	4	17	อัตราการไหลมีค่าคงที่
		18	อัตราการไหลเท่ากับผลคูณของขนาดพื้นที่ของท่อการไหลและผลคูณของความเร็ว
		19	การประยุกต์ใช้อัตราการไหลและหลักการของแบร์นูลลี
		20	การประยุกต์ใช้อัตราการไหลและหลักการของแบร์นูลลี
รวม	**20**		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 เสนอแบบวัดแนวคิดที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบพิจารณา

1.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดแนวคิดตามคำแนะนำ

1.6 เสนอแบบวัดแนวคิดที่สร้างขึ้นต่อผู้เชี่ยวชาญในด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดแนวคิดทั้งความตรงด้านเนื้อหาและแนวคิดของแบบวัด

1.7 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาแก้ไขให้ถูกต้องสอดคล้องกับแนวคิดในแต่ละด้านที่จะต้องการวัดนักเรียน จนเหมาะสมที่จะนำไปทดลองใช้

1.8 ทดลองใช้แบบวัดแนวคิด เรื่อง ของไหล กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ที่เคยผ่านการเรียนเรื่องของไหลมาแล้ว เพื่อดูความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของภาษา ระยะเวลา ตลอดจนข้อบกพร่องอื่นๆ

1.9 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบและจัดทำแบบวัดแนวคิดเรื่องของไหลจำนวน 20 ข้อ

2. แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ เป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีการของลิเคิร์ท ซึ่งมีมาตราวัดอยู่ 5ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ดังแสดงตารางที่ 5 ประกอบด้วยข้อความทั้งด้านบวก และด้านลบคละกัน จำนวน20 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

2.1 วิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

2.2 วิเคราะห์ทฤษฎีและวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีการของลิเคิร์ท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ระดับคะแนนการวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ระดับคะแนน	หมายถึง
5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	เห็นด้วย
3	ไม่แน่ใจ
2	ไม่เห็นด้วย
1	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2.4 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีลักษณะข้อความทั้งด้านบวกและด้านลบในส่วนของด้านเนื้อหา กิจกรรมการเรียน การใช้ประโยชน์และพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ จำนวน 20ข้อ

2.5 เสนอแบบวัดเจตคติที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ

2.6 ปรับปรุงแบบทดสอบตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.7 เสนอแบบวัดที่ปรับปรุงต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน3 ท่านเพื่อตรวจสอบความครอบคลุมของข้อคำถาม ความสอดคล้องของข้อคำถาม และความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้

2.8 ปรับปรุงแบบวัดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในเรื่องของการใช้ภาษา การครอบคลุมของข้อคำถามที่จะวัด จนมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ทดลอง

2.9 ทดลองใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา ที่เคยผ่านการเรียนเรื่องของไหลมาแล้วโดยวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนสองครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลาวัดห่างกัน 2 เดือน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน

อนุทินสะท้อนความคิด เป็นเครื่องมือที่ให้นักเรียนได้แสดงความรู้สึกและความคิดเห็นที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน และจะเขียนอนุทินเมื่อสิ้นสุดแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจะกำหนดให้เขียนครอบคลุมตามประเด็น ดังต่อไปนี้ สิ่งที่ได้เรียนรู้ สิ่งที่ไม่เข้าใจ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ความรู้สึกในการเรียน และข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างอนุทินสะท้อนความคิด ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 วิเคราะห์ตำรา เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างอนุทินเพื่อกำหนดรูปแบบของอนุทิน กำหนดหัวข้อที่ต้องการให้นักเรียนเขียนอนุทิน ให้สอดคล้องกับคำถามวิจัย โดยหัวข้อที่กำหนดในการเขียนอนุทิน มีดังต่อไปนี้

3.1.1 นักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างจากการจัดการเรียนการสอน

3.1.2 นักเรียนมีปัญหาหรือเกิดข้อสงสัยไม่เข้าใจอะไรบ้างจากการจัดการเรียนรู้

3.1.3 นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรบ้างเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เพราะเหตุใด

3.1.4 นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้อย่างไร

3.1.5 นักเรียนมีข้อเสนอแนะอะไรบ้างจากการจัดการเรียนรู้

3.2 เสนอหัวข้อที่กำหนดขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณา และปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมและนำไปใช้จริงต่อไป

4. แบบบันทึกหลังการสอนของครู

แบบบันทึกหลังสอนของครู จะบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ทุกวัน โดยทำการบันทึกอย่างละเอียด เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของผู้วิจัยมาปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในคาบถัดไป และใช้เป็นข้อมูลวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามงานวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 16 ซึ่งเป็นสถานที่ที่ผู้วิจัยทำการสอน เพื่อทำวิจัยในชั้นเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2. นำแบบวัดแนวคิด เรื่องของไหล และแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ไปให้นักเรียนทำก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ปฏิบัติการสอนด้วยตนเอง จำนวน 16คาบ คาบละ 50 นาทีโดยผู้วิจัยทำการบันทึกหลังการสอนทุกคาบ

4. หลังการจัดการเรียนรู้จบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทุกคนเขียนสรุปเป็นอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

5. เมื่อสิ้นสุดการสอนในบทเรียนเรื่องของไหล ให้นักเรียนทุกคนทำแบบวัดแนวคิดเรื่องของไหล และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ใช้เวลาในการทำ 90 นาที

6. นำคำตอบของนักเรียนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์แนวคิดเรื่องของไหล

1.1 รวบรวมคำตอบที่ได้จากแบบวัดแนวคิด เรื่องของไหล ของนักเรียนแต่ละคน แยกเป็นแนวคิดย่อย6แนวคิด คือ ความดันของของเหลว กฎของปาสคัล แรงลอยตัว ความตึงผิว ความหนืด และพลศาสตร์ของของไหล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 แบ่งคำตอบของนักเรียนในแต่ละแนวคิดย่อยออกเป็น 5 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ของ Haidar (1997) ดังนี้

1.2.1 แนวคิดถูกต้อง (Sound Uderstanding; SU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดเรื่องของไหลถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนสามารถเลือกคำตอบที่เป็นตัวเลือกถูกต้องและเขียนอธิบายคำตอบในส่วนของคำถามปลายเปิดถูกต้อง

1.2.2 แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Uderstanding; PU) หมายถึง คำตอบทุกคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับแนวคิดเรื่องของไหลแต่ยังไม่ครอบคลุมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

1.2.3 แนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Partial Uderstanding with Specific Misuderstanding; PUSM) หมายถึง นักเรียนเลือกตอบคำตอบสอดคล้องกับแนวคิดเรื่องของไหล แต่ยังอธิบายคลาดเคลื่อนหรือตอบทวนคำตอบเดิม หรือไม่ตอบคำถาม

1.2.4 แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misuderstanding; SM) หมายถึง คำตอบของนักเรียนทุกคำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคิดเรื่องของไหลหรือตอบทวนคำตอบเดิม

1.2.5 ไม่มีแนวคิด (No Uderstanding; NU) หมายถึงนักเรียนไม่ตอบคำถาม

1.3 หาค่าความถี่และค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มคำตอบ

1.4 ทำการวิเคราะห์เนื้อหาโดยนำคำตอบของนักเรียนมาจัดเป็นกลุ่มและหาความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่มแล้วเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง

2. วิเคราะห์เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

2.1 นำผลที่ได้จากการวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์มาคิดวิเคราะห์ เพื่อคิดเป็นร้อยละ หาค่าเฉลี่ย และความหมายของระดับเจตคติโดยใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยของเจตคติ

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 – 5.00	มีเจตคติอยู่ในระดับดีมาก
3.50 – 4.49	มีเจตคติอยู่ในระดับดี
2.50 – 3.49	มีเจตคติอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	มีเจตคติอยู่ในระดับต่ำ
1.00 – 1.49	มีเจตคติอยู่ในระดับต่ำมาก

2.2 ทำการวิเคราะห์เนื้อหา โดยนำผลจากการเขียนอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนบันทึกหลังสอนของครูจัดเป็นกลุ่มหาความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่ม แล้วเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดเรื่องของไหล และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6จำนวน25คน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลและคำตอบของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดแนวคิด เรื่อง ของไหล แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและ บันทึกหลังสอนของครูมาทำการวิเคราะห์และนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาแนวคิดเรื่องของไหล

ตอนที่ 2 การพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ตอนที่ 1 การพัฒนาแนวคิดเรื่องของไหล

การพัฒนาแนวคิดเรื่องของไหล ประกอบด้วย6 แนวคิดย่อย ได้แก่ ความดันในของเหลว กฎของปาสคัล แรงลอยตัว ความตึงผิว ความหนืดและพลศาสตร์ของของไหลโดยวัดจากแบบวัดแนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนและนำข้อมูลมาวิเคราะห์การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของสถิติเชิงบรรยายผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบวัดแนวคิดซึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดแบบสองหาง โดยผลการศึกษาในแต่ละแนวคิดแสดงในตารางที่ 7และมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ลักษณะแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องของไหล ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบวัดแนวคิดเรื่องของไหล ของนักเรียน

(N = 25)

แนวคิดย่อย	ร้อยละ ก่อน/หลังเรียน				
	SU*	PU*	PUSM*	SM*	NU*
ความดันของของเหลว	0/78.00	0/22.00	4.00/0.00	65.00/0	31.00/0
กฎของปาสคัล	0/60.00	0/38.67	9.33/1.33	77.33/0	13.33/0
แรงลอยตัว	0/68.00	0/26.67	4.00/5.33	86.67/0	9.33/0
ความตึงผิว	0/61.33	0/38.67	4.00/0	77.33/0	18.67/0
ความหนืด	0/66.67	4.00/25.33	20.00/8.00	60.00/0	16.00/0
พลศาสตร์ของของไหล	0/79.00	0/19.00	2.00/2.00	90.00/0	8.00/10.00
เฉลี่ย	**0/68.50**	**0.67/28.39**	**7.22/3.11**	**76.06/0**	**16.06/0**

*หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง, PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน, PUSM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน, SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด

ผลการวิจัยข้างต้นสรุปได้ว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องของไหล ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 68.50ซึ่งก่อนการจัดการเรียนรู้นั้นไม่ปรากฏว่านักเรียนมีแนวคิดถูกต้องอยู่เลย รองลงมาคือนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนเฉลี่ยร้อยละ 28.39 นักเรียนพัฒนามาจากก่อนการจัดการเรียนรู้ที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนเฉลี่ยร้อยละ 0.67 และนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 3.11 หลังการจัดการเรียนรู้ไม่พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่พบนักเรียนไม่มีแนวคิด แต่ก่อนการจัดการเรียนรู้ปรากฏว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เฉลี่ยร้อยละ 76.06 และพบว่านักเรียนไม่มีแนวคิดเฉลี่ยร้อยละ 16.06 โดยในแต่ละแนวคิดย่อยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. แนวคิดย่อยของนักเรียน เรื่อง ความดันของของเหลว

จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มคำตอบแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ความดันของของเหลว ในคำถามข้อที่ 1 2 3 และ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นำมาสรุปเป็นร้อยละดังแสดงในตารางที่ 8 ต่อไปนี้

ตารางที่ 8 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ความดันของของเหลว ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียน 25 คน

ข้อย่อยที่	รายละเอียดแนวคิด	กลุ่มแนวคิดของนักเรียนก่อน/หลัง (คน)				
		SU	PU	PU SM	SM	NU
1	ค่าความดันขึ้นอยู่กับระดับความลึกและความหนาแน่นไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่และปริมาตรของของเหลว	0/18	0/7	0/0	20/0	5/0
2	แรงดันของของเหลวมีทิศตั้งฉากกับพื้นที่ผิวของวัตถุที่สัมผัสกับของเหลวและกระทำต่อวัตถุทุกทิศทาง	0/20	0/5	2/0	18/0	5/0
3	ค่าความดันขึ้นอยู่กับระดับความลึกจากผิวของของเหลว	0/19	0/6	2/0	20/0	3/0
4	ค่าความดันขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของของเหลว	0/22	0/3	1/0	21/0	3/0
รวม (คน)		**0/79**	**0/21**	**5/0**	**79/0**	**16/0**
เฉลี่ย (ร้อยละ)		**0/78.00**	**0/22.00**	**4.00/0.00**	**65.00/0**	**31.00/0**

จากตารางที่ 8 พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ความดันของของเหลว แนวคิดของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น กล่าวคือนักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง (SU)เพิ่มขึ้นจากเดิมนักเรียนมีแนวคิดไม่ถูกต้องกลายเป็นมีแนวคิดถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 78.0 หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) พัฒนาขึ้นจากเดิมนักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกลายเป็นมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

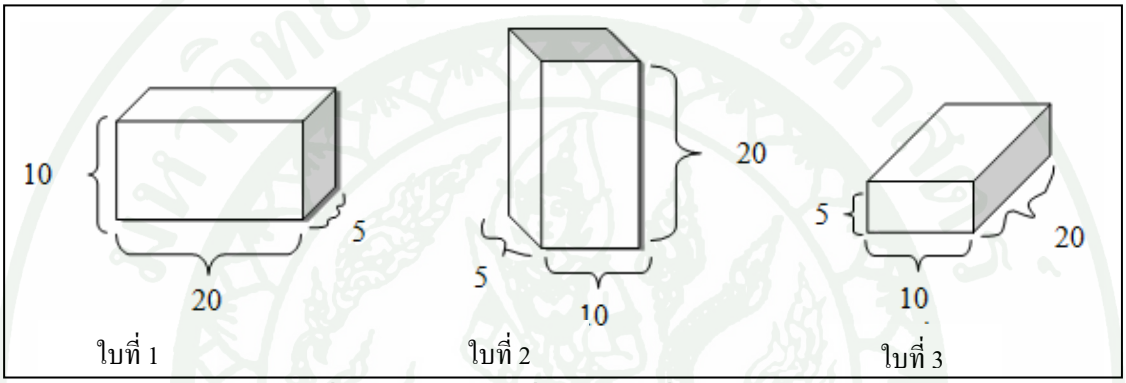
แนวคิดถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 22.0 นักเรียน มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนลดลงจากเดิมเฉลี่ยร้อยละ 4.00 เป็นไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อน โดยพบว่านักเรียนมีแนวคิดย่อย เรื่อง ความดันของของเหลว ในข้อย่อยที่ 4 เกี่ยวกับการวัดค่าความดันขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของของเหลวพัฒนาขึ้นมากที่สุด คือ นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์จำนวน 22 คน และในข้อย่อยที่ 1 เกี่ยวกับการวัดค่าความดันขึ้นอยู่กับระดับความลึกและความหนาแน่นไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่และปริมาตรของของเหลวนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดย่อย เรื่อง ความดันของของเหลว แนวคิดที่ถูกต้อง คือ ความดันของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับน้ำหนักที่กระทำกับวัตถุในทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสกับวัตถุ และจะมีค่าขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของของเหลว ความลึกจากผิวหน้าของของเหลว และแรงดันของของเหลวกระทำต่อวัตถุทุกทิศทางกับผิวที่สัมผัสกับวัตถุ ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเรื่องนี้เลย นักเรียนยังเข้าใจว่ายิ่งวัตถุลอยสูงจากก้นภาชนะมากเท่าไรยิ่งมีความดันของของเหลวดันให้วัตถุลอยมากขึ้นนักเรียนไม่ได้พิจารณาความลึกจากผิวของของเหลว นักเรียนเข้าใจว่าวัตถุมีน้ำหนักมากจะยิ่งมีค่าความดันมากด้วยซึ่งที่จริงแล้ววัตถุมีความลึกจากผิวของของเหลวมากจะทำให้มีความดันมากไม่ได้เกี่ยวข้องกับน้ำหนักของวัตถุซึ่งเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อน แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดมากขึ้น นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดถูกต้อง โดยเฉพาะในหัวข้อการวัดค่าความดันขึ้นอยู่กับระดับความหนาแน่นของของเหลวเป็นเพราะว่ากิจกรรมการทดลองในห้องเรียนครูให้นักเรียนศึกษาความดันของของเหลวหลายชนิด ทำให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างชัดเจน และในหัวข้อการวัดค่าความดันขึ้นอยู่กับระดับความลึกและความหนาแน่นไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่และปริมาตรของของเหลว ซึ่งนักเรียนพัฒนาเป็นจำนวนน้อยที่สุด อาจจะเป็นเพราะว่าในกิจกรรมการทดลองการวัดค่าความดันจากบารอมิเตอร์ไม่ได้เปลี่ยนแปลงปริมาตรของของเหลว ทำให้นักเรียนไม่คำนึงถึงเรื่องนี้นักแต่ยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนอยู่บ้าง (ร้อยละ 22.00) คือ นักเรียนยังอธิบายไม่ครอบคลุมว่าถ้าต้องการวัดความดันของของเหลวที่ก้นภาชนะ กรณีความลึกจากผิวของของเหลวต้องมีค่าเท่ากัน ค่าความดันจะขึ้นอยู่กับค่าของความหนาแน่นของของเหลวชนิดนั้นๆ และถ้าพิจารณาความดันว่าขึ้นอยู่กับระดับความลึกต้องกำหนดให้ของเหลวเป็นชนิดเดียวกัน และความลึกนั้นต้องพิจารณาจากผิวของของเหลวเสมอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากคำตอบของนักเรียนอธิบายได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับ ความดันของของเหลวได้โดยในแต่ละข้อย่อยมีรายละเอียดของข้อคำถามและการพัฒนาของคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

1.1 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง ความดันของของเหลว ข้อที่ 1กล่องใบหนึ่งมีความกว้าง ความยาว และความหนา ตามลำดับดังนี้ 10x20x5 cm ใส่น้ำจนเต็มปิดฝา แล้วนำมาจัดวางดังรูปที่ 1, 2 และ 3 ความดันที่ก้นกล่องในใบไหนมีค่ามากที่สุดเพราะเหตุใด



ใบที่ 1 ใบที่ 2 ใบที่ 3

ก. ความดันที่ก้นภาชนะในใบที่3 มีค่ามากที่สุด

ข. ความดันที่ก้นภาชนะของใบที่2 มีค่ามากที่สุด

ค. ความดันที่ก้นภาชนะของใบที่1 มีค่ามากที่สุด

ง. ความดันที่ก้นภาชนะทั้งสามใบมีค่าที่เท่ากัน

ภาพที่ 2 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่ 1เรื่อง ความดันของของเหลว

เมื่อวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้พบว่าหลังเรียนนักเรียนจำนวน 22คน มีแนวคิดถูกต้อง (SU) จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่า นักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากนักเรียนกลุ่มที่ไม่มีแนวคิด (NU) และนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความดันกับความลึกของของเหลวได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“ความดันที่ก้นภาชนะทั้งสามมีค่าเท่ากัน” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S02:แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน,พฤษภาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“มีปริมาตรมาก จึงมีความดันได้มากสุด” (SM)

ตอบของนักเรียนก่อนเรียน
(S10:แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน,พฤษภาคม2553)

“ของเหลวชนิดเดียวกันความดันจะขึ้นอยู่กับความลึกจากระดับผิวของของเหลว” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S02:แบบวัดแนวคิดหลังเรียน,กรกฎาคม 2553)

“ของเหลวชนิดเดียวกันความดันที่ก้นภาชนะขึ้นอยู่กับความลึกจากผิวของของเหลวยิ่งมีความลึกมากความดันที่ก้นภาชนะยิ่งมีค่ามากขึ้นตามสมการ $P = \rho gh$”(SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S10:แบบวัดแนวคิดหลังเรียน,กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีนักเรียนมีแนวคิดบางส่วน (PU) จำนวน 7 คน จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่า นักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากนักเรียนกลุ่มที่ไม่มีแนวคิด(NU) โดยคำตอบของนักเรียนอธิบายมายังไม่ครอบคุลมหลักการวิทยาศาสตร์ทั้งหมด คือ นักเรียนไม่ได้ระบุว่าของเหลวชนิดเดียวกันและวัดระดับความลึกจากผิวของของเหลวนั้น ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังต่อไปนี้

นักเรียนไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน
(S19 และ S24: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

“น้ำยิ่งลึกยิ่งความดันที่ก้นภาชนะยิ่งมีค่ามาก”(PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S19: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“ความดันนับจากผิวน้ำถึงก้นภาชนะ”(PU)

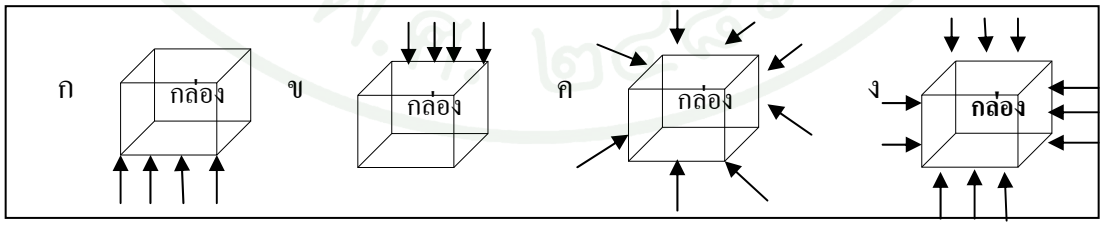
คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S24:แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) จำนวน 20 คนในข้อคำถามประเด็นการวางกล่องใบเดียวกัน แต่ลักษณะการวางที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าความลึกของของเหลวจากผิวบนของของเหลวต่างกันจะทำให้มีความดันแตกต่างกันด้วยจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่านักเรียนกลุ่มนี้หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้อง (SU) และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 80 (จำนวน 20 คน) และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 20 (จำนวน 5 คน) โดยนักเรียนไม่พิจารณาถึงความดันว่ามีความสัมพันธ์กับระดับความลึกของของเหลว หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) ร้อยละ 72 (จำนวน 18 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความดันกับความลึกของของเหลวได้ นักเรียนมีแนวคิด เรื่อง ความดันของของเหลว พัฒนาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 28 (จำนวน 7 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความดันกับระดับความลึกของของเหลวได้ แต่นักเรียนยังตอบไม่ครอบคลุม คือ ไม่ได้พิจารณาว่าจะต้องเป็นของเหลวชนิดเดียวกันด้วย เนื่องจากการทำกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนพิจารณาของเหลวเพียงชนิดเดียว เพื่อดูระดับความลึกที่แตกต่างกัน ทำให้นักเรียนไม่ได้อธิบายถึงข้อนี้

1.2 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง ความดันของของเหลว ข้อที่ 2 ให้นักเรียนอธิบายว่ากล่องจมอยู่ในน้ำจะมีแรงดันของของเหลวกระทำต่อกล่องในทิศทางใดเพราะเหตุใด



ภาพที่ 3 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่2 เรื่อง ความดันของของเหลว

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องจำนวน 20 คนโดยนักเรียนสามารถอธิบายทิศของแรงดันสอดคล้องกับแนวคิดที่ถูกต้องได้ว่าแรงดันจะมีทิศตั้งฉากกระทำต่อผิวสัมผัสกับของเหลวในทุกทิศทาง และจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่า นักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากกลุ่มของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) และจากนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

"มีแรงดันของน้ำกระทำจากด้านล่างขึ้นบนทำให้กล่องลอยได้" (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S03: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน,พฤษภาคม 2553)

"มีแรงดันของน้ำกระทำต่อกล่อง" (PUSM แบบอธิบายคลาดเคลื่อน)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S14: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

"แรงดันของของเหลวกระทำต่อกล่องทุกทิศทางในแนวตั้งฉาก" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S03: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

"แรงดันกระทำทุกทิศทางในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสกับของเหลว" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S14: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยแสดงว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (PU) จำนวน 5 คน โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าแรงดันของของเหลวกระทำทุกทิศทางในแนวตั้งฉาก แต่ไม่ระบุว่ากระทำต่อผิวที่สัมผัสกับของเหลวนั้นหรือนักเรียนสามารถบอกได้ว่าแรงดันของของเหลวกระทำต่อวัตถุทุกทิศทางแต่ไม่ระบุว่ากระทำในแนวตั้งฉากกับกระทำต่อผิวที่สัมผัสกับของเหลวนั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกนักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากนักเรียนกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S12 และ S22: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน,พฤษภาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“แรงดันของของเหลวกระทำต่อกล่องทุกทิศทางในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสของของเหลวนั้น” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S12: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“แรงดันของของเหลวกระทำต่อกล่องทุกทิศทาง” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S22: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

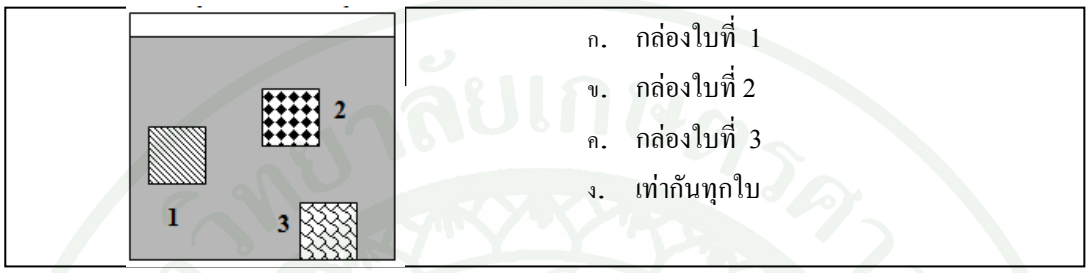
ผลการวิจัยยังชี้ว่า ก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM)2 คน หลังเรียนไม่ปรากฏว่ามีนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) อยู่เลย และในทำนองเดียวกันก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) จำนวน 18 คน หลังเรียนก็ไม่ปรากฏนักเรียนกลุ่มนี้มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) อยู่เลย โดยการวิเคราะห์เชิงลึกนักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้พัฒนาไปมีแนวคิดถูกต้อง (SU) หมดทุกคน

และจากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนไม่พบนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (NU) ในเรื่องนี้เช่นกัน เพราะนักเรียนกลุ่มนี้กลายเป็นนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนทั้งหมด

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) ร้อยละ 8 (จำนวน 2 คน) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 72 (จำนวน 18 คน) และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 20 (จำนวน 5 คน) โดยนักเรียนเข้าใจว่าแรงดันหมายถึงน้ำดันวัตถุขึ้นหรือลงในแนวดิ่งเพียงอย่างเดียว หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) ร้อยละ 80 (จำนวน 20 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายทิศทางของแรงดันได้อย่างถูกต้องว่าต้องกระทำทุกทิศทางในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสกับของเหลวนั้น นักเรียนมีแนวคิดเรื่อง ความดันของของเหลว พัฒนาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 20 (จำนวน 5 คน) โดยนักเรียนไม่ได้ระบุว่าแรงดันนั้นต้องกระทำในแนวตั้งฉากด้วย หรือแรงดันนั้นต้องกระทำกับวัตถุที่ผิวสัมผัสกับของเหลว อาจจะเป็นเพราะว่าในการทำกิจกรรมในห้องเรียนแรงกระทำต่อวัตถุนักเรียนยังมองไม่เห็นภาพเท่าที่ควรเนื่องจากเป็นนามธรรม นักเรียนต้องจินตนาการเองว่าแรงดันจะต้องกระทำทุกทิศทางในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอนั่นเอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง ความดันของของเหลว ข้อที่ 3กล่อง3กล่องมีขนาดที่เท่ากันแต่มีมวลต่างกันหย่อนลงในน้ำ กล่องที่ 1จมอยู่กลางน้ำ กล่องที่2จมอยู่ที่ผิวน้ำพอดี กล่องที่ 3 จมอยู่ที่ก้นภาชนะ ดังรูป นักเรียนคิดว่าความดันของน้ำกระทำต่อกล่องใบไหนมีค่ามากที่สุด เพราะเหตุใด



ภาพที่ 4 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง ความดันของของเหลว

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 19 คน จากการวิเคราะห์เชิงลึก นักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) จำนวน 2 คน และพัฒนามาจากนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในการทดสอบก่อนเรียน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าระดับความลึก ของของเหลวมีผลต่อค่าของความดันที่กระทำต่อกล่องแต่ละใบ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“กล่องใบที่ 2 ความดันของน้ำดันให้ลอยขึ้นสูงสุด” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S03: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“กล่องที่ 3 มีน้ำหนักมากที่สุดจึงมีความดันมากที่สุด” (PUSM แบบทวนคำตอบเดิม)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S05: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ที่ระดับความลึกจากผิวของของเหลวมากจะทำให้มีค่าความดันมากขึ้นด้วย” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S03: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ยิ่งมีความลึกจากผิวของของเหลวมากทำให้มีค่าความดันมากขึ้นสมการ P = ρgh” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S05: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่า นักเรียนในกลุ่มนี้จะกลายเป็นนักเรียนในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าวัตถุมีความดันจากน้ำทำให้ดันขึ้นไปยังผิวน้ำได้สูงสุด หลังเรียนนักเรียนพัฒนาความเข้าใจตามแนวคิดที่ถูกต้องได้มากขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เกิดขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“กล่องใบที่ 2 ความดันของน้ำดันให้ลอยขึ้นสูงสุด” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน
(S03: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“มีน้ำหนักมากทำให้จมน้ำลึกสุด ส่งผลให้มีความดันจากน้ำมาก” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน
(S11: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ที่ระดับความลึกจากผิวของของเหลวมากจะทำให้มีค่าความดันมากขึ้นด้วย” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S03: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“กล่องที่ 3อยู่ลึกที่สุดทำให้มีความดันกดทับมากที่สุด” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S11: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก ก่อนเรียนนักเรียนในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU) จำนวน 3 คน กลายเป็นนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ทุกคนในการทดสอบหลังเรียนดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S12: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, กรกฎาคม 2553)

"จมน้ำลึกสุด ส่งผลให้มีความดันจากน้ำมาก" (PU)

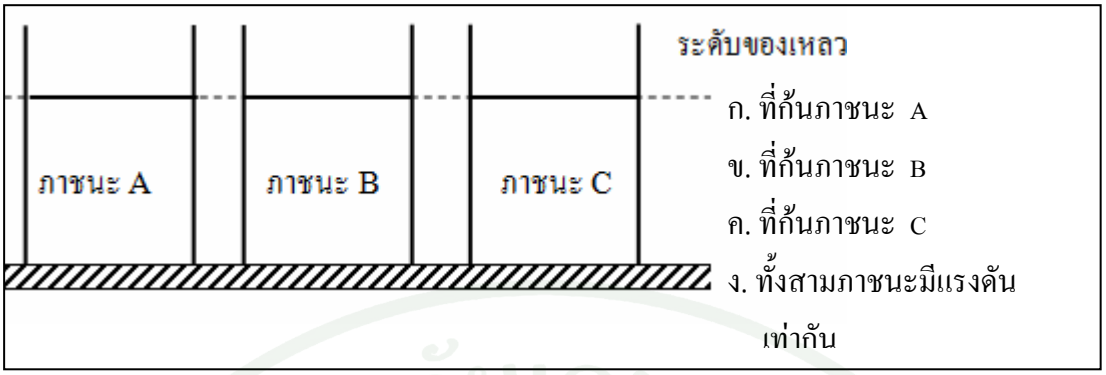
คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S12: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในภาพรวมพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) ร้อยละ 8 (จำนวน 2 คน) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 80 (จำนวน 20 คน) และ ไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 12 (จำนวน 3 คน) โดยนักเรียนเข้าใจว่าความดันของของเหลวดันให้วัตถุขึ้นไปได้สูงจากก้นมากสุด และนักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าวัตถุมีน้ำหนักมากจะต้องมีความดันมากด้วยเช่นกัน หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) ร้อยละ 76 (จำนวน 19 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าความดันที่เกิดขึ้นกับวัตถุที่จมในของเหลว ยิ่งวัตถุจมลึกจากผิวของของเหลวมากขึ้นจะมีความดันกระทำต่อวัตถุนั้นมากขึ้นด้วย ตามสมการ $P = \rho gh$ นักเรียนมีแนวคิดเรื่อง ความดันของของเหลวพัฒนาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 24 (จำนวน 6 คน) โดยนักเรียนไม่ได้ระบุว่าค่าความดันของของเหลวกระทำต่อวัตถุจะต้องวัดจากระดับผิวของของเหลว นักเรียนเพียงระบุว่าวัตถุอยู่ที่ระดับความลึกมากสุด นักเรียนไม่ได้อธิบายละเอียดว่า ระดับความลึกนั้นลึกอย่างไร ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่านักเรียนยังไม่ได้พิจารณาปัจจัยเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องว่า ความดันของของเหลวเกิดจากระดับความลึกจากผิวของของเหลวเสมอ ไม่ได้เกิดจากระดับความลึกจากส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจจะเกิดมาจากกิจกรรมการทดลองไม่ได้ให้นักเรียนทำการวัดระดับความลึกโดยตรงด้วยตนเอง แต่จะบอกระดับความลึกมาให้นักเรียนทดลองแล้ว นักเรียนจึงไม่ได้เล็งเห็นถึงเงื่อนไขของความดันกรณีความลึกต้องวัดจากผิวของของเหลว

1.4 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง ความดันของของเหลว ข้อที่ 4 เทน้ำ กลีเซอรีน และน้ำมัน ลงในภาชนะ A B และC ตามลำดับ ซึ่งมีขนาดภาชนะที่เท่ากัน ความดันที่กระทำที่ก้นภาชนะของภาชนะใดมีค่ามากที่สุดเพราะเหตุใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่ 4 เรื่อง ความดันของของเหลว

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 21 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความหนาแน่นกับความดันของของเหลวที่ระดับความลึกเดียวกันได้ถูกต้อง การวิเคราะห์เชิงลึกพบว่านักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากนักเรียนในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) และพัฒนามาจากนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“ที่ก้นภาชนะ B มีความดันของของเหลวมากที่สุด” (PUSM แบบอธิบายทวนคำตอบเดิม)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S11: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ที่ก้นภาชนะ C มีความดันของของเหลวมากที่สุดน้ำมันลอยน้ำได้สามารถดันน้ำให้ลอยขึ้นสูงได้จึงมีความดันมากสุด” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S25: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ความลึกเท่ากัน กลีเซอรีนมีความหนาแน่นมากที่สุดทำให้ที่ก้นของภาชนะมีความดันมากสุด ตามสมการ $P = \rho gh$” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S11: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

"ความลึกเท่ากันจากสมการ P = ρgh ภาชนะ B มีกลีเซอรีนซึ่งมีความหนาแน่นมากสุดบรรจุอยู่ ทำให้มีความดันที่ก้นของภาชนะมาก" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S25: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนเป็น 4 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความหนาแน่นกับความดันได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมว่าต้องอยู่ในระดับความลึกที่เท่ากันด้วย จากการวิเคราะห์เชิงลึก พบว่านักเรียนกลุ่มนี้ส่วนมากพัฒนามาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (NU) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S12 และS16: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

"ภาชนะ B ที่บรรจุกลีเซอรีนมีความหนาแน่นมากที่สุดจึงมีความดันมากสุด" (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S12: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

"มีความหนาแน่นมากส่งผลให้มีความดันมากด้วย" (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S16: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มของแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่มีแนวคิด (NU)

การวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) ร้อยละ 4 (จำนวน 1 คน) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 84 (จำนวน 21 คน) และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 12 (จำนวน 3 คน) โดยนักเรียนเข้าใจว่ายิ่งของเหลวสามารถลอยได้ จะมีความดันมากเช่นกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาจจะเป็นเพราะนักเรียนสังเกตเห็นน้ำมันลอยน้ำได้จึงคิดว่าอาจจะมีความดันจากน้ำมากจึงสามารถลอยได้หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) ร้อยละ 84 (จำนวน 21 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าที่ระดับความลึกเท่ากันความดันของของเหลวจะมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของของเหลวนั้น ยิ่งมีความหนาแน่นมากความดันจะมากด้วยนักเรียนมีแนวคิดเรื่อง ความดันของของเหลวพัฒนาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 16 (จำนวน 4 คน) โดยนักเรียนไม่ได้ระบุว่าต้องวัดในระดับความลึกเท่ากัน

2. แนวคิดย่อยของนักเรียน เรื่อง กฎของปาสคัล

จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มคำตอบแนวคิดของนักเรียน เรื่อง กฎของปาสคัล ในคำถามข้อที่ 1 2 และ3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นำมาสรุปเป็นร้อยละดังแสดงในตารางที่ 9 ต่อไปนี้

ตารางที่ 9 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง กฎของปาสคัล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียน 25 คน

ข้อย่อยที่	รายละเอียดแนวคิด	กลุ่มแนวคิดของนักเรียนก่อน/หลัง(คน)				
		SU	PU	PU SM	SM	NU
1	ขนาดของพื้นที่หน้าตัดลูกสูบเล็กต่อลูกสูบใหญ่	0/14	0/10	4/1	18/0	3/0
2	กฎของปาสคัลต้องอยู่ในระบบปิด	0/18	0/7	2/0	20/0	3/0
3	การประยุกต์ใช้กฎของปาสคัล	0/13	0/12	1/0	20/0	4/0
	รวม (คน)	**0/45**	**0/29**	**7/1**	**58/0**	**10/0**
	เฉลี่ย (ร้อยละ)	**0/60.00**	**0/38.67**	**9.34/1.33**	**77.33/0**	**13.33/0**

จากตารางที่ 9พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง กฎของปาสคัล แนวคิดของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น กล่าวคือนักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากเดิมนักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้อง กลายเป็นมีแนวคิดถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 60.00 หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) พัฒนาขึ้นจากเดิมนักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน กลายเป็นมีแนวคิดถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 38.67หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 1.33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

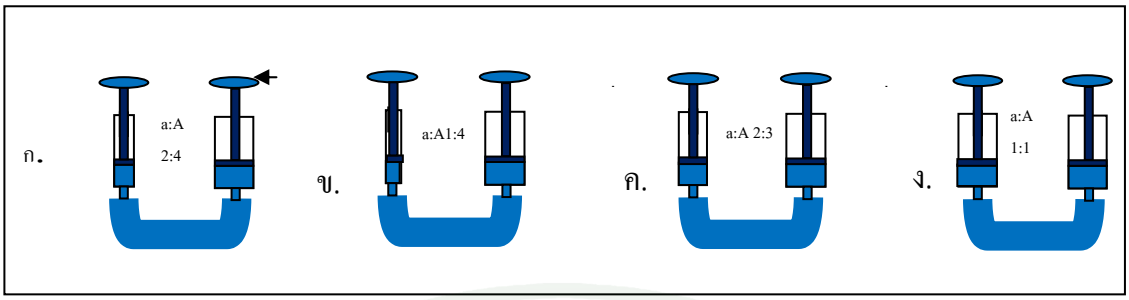
จากเดิมเฉลี่ยร้อยละ 9.34 ทั้งนี้จากการวิเคราะห์เชิงลึกพบว่านักเรียนกลุ่มนี้ทุกคนพัฒนามาจากกลุ่มของนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดทุกคน โดยพบว่านักเรียนมีแนวคิดย่อย เรื่อง กฎของปาสคัล ในข้อย่อยที่ 2 เกี่ยวกับกฎของปาสคัลต้องอยู่ในระบบปิด นักเรียนได้พัฒนาขึ้นเป็นจำนวนมากที่สุด คือ นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์จำนวน 18คน และในข้อย่อยที่ 3 เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้กฎของปาสคัล นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดย่อย เรื่อง กฎของปาสคัล แนวคิดที่ถูกต้อง คือ เมื่อออกแรงดันกระทำต่อของเหลวบนพื้นที่ในระบบปิด แรงจะถูกส่งไปยังทุกอนุภาคของของเหลวนั้น จะทำให้ความดันมีค่าคงที่ ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเรื่องนี้เลย นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขนาดของพื้นที่หน้าตัดใหญ่ว่าต้องมีขนาดใหญ่จึงจะสามารถรองรับวัตถุได้ปริมาณมากนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของความแตกต่างกันของพื้นที่หน้าตัดของเครื่องอัดเมล็ดสบู่ดำซึ่งเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อน แต่หลังจากการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง แต่ก็ยังคงมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนในเรื่องของระบบปาสคัลจะต้องอยู่ภายในระบบปิด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการทดลองในห้องเรียนอุปกรณ์การทดลองอยู่ในระบบปิดตลอดเวลา ทำให้นักเรียนไม่ได้พิจารณาว่ากฎของปาสคัลจะต้องอยู่ในระบบปิดเสมอแต่ในประเด็นเกี่ยวกับกฎของปาสคัลต้องอยู่ในระบบปิดนักเรียนสามารถตอบได้ว่าของเหลวจะต้องอยู่ในระบบปิด เพราะข้อคำถามมีรูปรูร่วของระบบอย่างชัดเจน สังเกตเห็นได้จากไม่มีนักเรียนคนใดที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อน ทั้งนี้ข้อคำถามที่ 3 เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้กฎของปาสคัลนักเรียนมีแนวคิดพัฒนาน้อยที่สุด อาจจะเป็นเพราะว่านักเรียนบางส่วนยังตอบไม่ครอบคลุมข้อกำหนดทั้งหมดของกฎของปาสคัลว่าจะต้องอยู่ในระบบปิดเสมอ

จากคำตอบของนักเรียนอธิบายได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับ กฎของปาสคัลได้โดยในแต่ละข้อย่อยมีรายละเอียดของข้อคำถามและการพัฒนาคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

2.1 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง กฎของปาสคัลข้อที่1ชุดการทดลองกฎของปาสคัล บรรจุของเหลวลงในกระบอกสูบ ลูกสูบเล็กวางถุงทรายขนาด 500กรัม จะต้องวางถุงทรายบนกระบอกใหญ่เท่าใด จึงจะทำให้ระดับความสูงของกระบอกสูบทั้งสองมีความสูงที่เท่ากัน(อัตราส่วน a : Aคือ อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดลูกสูบเล็ก ต่อพื้นที่หน้าตัดลูกสูบใหญ่)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่1 เรื่อง กฎของปาสคัล

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 14 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับความดันในระบบปิด เมื่อออกแรงดันกระทำบนพื้นที่หนึ่ง จะมีค่าความดันที่เท่ากันเสมอ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“ขนาดใกล้เคียงกันออกแรงได้กัน”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S11: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

“ลูกสูบยิ่งเล็กต้องออกแรงมาก”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S25: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ในลูกสูบระบบปิดความดันมีค่าคงที่ ยิ่งอัตราส่วนพื้นที่ลูกสูบเล็กต่อพื้นที่ลูกสูบใหญ่มากเท่าไรจะทำให้แรงที่กดบนลูกสูบเล็กยิ่งน้อยลงมากเท่านั้น ทำให้ยกน้ำหนักได้มากขึ้นด้วย” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S11: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“ในระบบปิดความดันคงที่พื้นที่ลูกสูบเล็กยิ่งน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่ลูกสูบใหญ่ แรงกดบนพื้นที่ลูกสูบเล็กจะมีค่าน้อย สามารถยกน้ำหนักได้มากขึ้น” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S25: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (PUSM) ลดลง (จาก4 คนเป็น 1 คน) โดยนักเรียนเข้าใจว่ายิ่งลูกสูบมีขนาดใหญ่จะยิ่งสามารถวางน้ำหนักได้เพิ่มมากขึ้น จากการวิเคราะห์เชิงลึก พบว่านักเรียนกลุ่มนี้ส่วนมากพัฒนาไปเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“รูป ข a ; Aเท่ากับ 1:4วางบนลูกสูบใหญ่ได้มากที่สุดกว่ารูปอื่น”(PUSMแบบทวนคำตอบเดิม)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S15: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“มีขนาดของ Aลูกสูบใหญ่มากที่สุด จึงสามารถวางน้ำหนักได้มากที่สุด” (PUSM คำตอบแบบคลาดเคลื่อน)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S19: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ในลูกสูบระบบปิดความดันมีค่าคงที่ ยิ่งอัตราส่วนพื้นที่ลูกสูบเล็กต่อพื้นที่ลูกสูบใหญ่มากเท่าไรจะทำให้แรงที่กดบนลูกสูบเล็กยิ่งน้อยลงมากเท่านั้น”(SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S15: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม2553)

“ในระบบปิดความดันมีค่าคงที่ อัตราส่วนของแรงดันต่อพื้นที่ที่ตั้งฉากมีค่าคงที่ ยิ่งอัตราส่วนพื้นที่ลูกสูบเล็กต่อพื้นที่ลูกสูบใหญ่มากเท่าไรจะทำให้แรงที่กดบนลูกสูบเล็กยิ่งน้อยลงมากเท่านั้น”(SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S19: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนเพิ่มขึ้นเป็น 10 คนโดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความดันที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกิดจากแรงกระทำต่อพื้นที่ที่ตั้งฉากได้แต่ไม่ระบุว่าต้องอยู่ในภาชนะปิด พบว่านักเรียนกลุ่มนี้ส่วนมากพัฒนามาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (NU)ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S12และS19: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ยิ่งพื้นที่หน้าตัดเล็กต่อพื้นที่หน้าตัดลูกสูบใหญ่ยิ่งมากจะสามารถยกน้ำหนักได้มากขึ้น” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S12: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“อัตราส่วนของแรงดันต่อพื้นที่ที่ตั้งฉากมีค่าคงที่ ยิ่งอัตราส่วนพื้นที่ลูกสูบเล็กต่อพื้นที่ลูกสูบใหญ่มากเท่าไรจะทำให้แรงที่กดบนลูกสูบเล็กยิ่งน้อยลงมากเท่านั้น” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S19: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

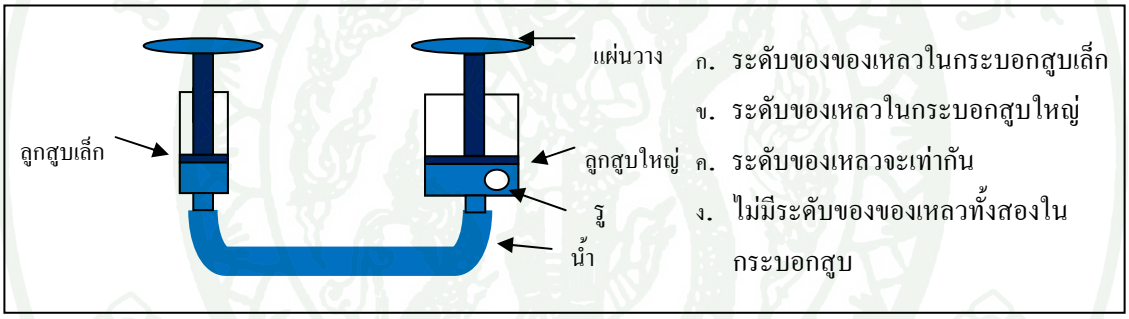
จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มของ แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM)ร้อยละ 16 (จำนวน 4 คน) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน(SM) ร้อยละ 72 (จำนวน 18 คน) และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 12 (จำนวน 3 คน) โดยนักเรียนเข้าใจว่าขนาดของลูกสูบเล็กหากมีขนาดใกล้เคียงกับลูกสูบใหญ่จะออกแรงไม่มาก ซึ่งนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเรื่องความดันคงที่ในระบบปิดตามกฎของปาสคัล หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU) ร้อยละ 56 (จำนวน 14 คน)ในลูกสูบระบบปิดความดันมีค่าคงที่ ยิ่งอัตราส่วนพื้นที่ลูกสูบเล็กต่อพื้นที่ลูกสูบใหญ่มากเท่าไรจะทำให้แรงที่กดบนลูกสูบเล็กยิ่งน้อยลงมากเท่านั้น ยกน้ำหนักได้มากขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ถูกต้อง นักเรียนมีแนวคิดเรื่อง กฎของปาสคัลพัฒนาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 40 (จำนวน 10 คน) โดยนักเรียนอธิบายได้ไม่ครอบคลุมว่าลูกสูบจะต้องอยู่ในระบบปิด ทั้งนี้จากการอธิบายนักเรียนว่าอัตราส่วนของแรงต่อพื้นที่ที่ตั้งฉากกับแรงมีค่าคงที่ นั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คือ ความดันในระบบมีค่าคงที่ แสดงว่านักเรียนเข้าใจระบบปาสคัลแต่ยังอธิบายขอบเขตกฎของปาสคัลไม่ครอบคลุมพอ คือ กฎของปาสคัลจะต้องอยู่ในระบบปิดเท่านั้นและนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ร้อยละ 4 (จำนวน 1 คน)โดยนักเรียนเข้าใจว่าขนาดของลูกสูบใหญ่จะสามารถรองรับน้ำหนักได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากต้องการวางน้ำหนักบนลูกสูบใหญ่ในปริมาณที่มาก นักเรียนจึงเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าจะต้องใช้ลูกสูบใหญ่รองรับน้ำหนักมากด้วยเช่นกัน

2.2 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง กฎของปาสคัล ข้อที่ 2นำชุดการทดลองกฎของปาสคัลมาเจาะรูที่ขอบล่างของกระบอก ดังรูป อยากทราบว่าเมื่อวางถุงทรายขนาด500กรัม บนลูกสูบเล็กพื้นที่หน้าตัดลูกสูบใหญ่เป็น5เท่าของพื้นที่หน้าตัดลูกสูบเล็ก และต่อมาวางถุงทรายมวล 2000กรัมบนลูกสูบใหญ่ อยากทราบว่าระดับของของเหลวภายในกระบอกสูบไหนจะสูงกว่า เพราะเหตุใด



ภาพที่ 7 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่2 เรื่อง กฎของปาสคัล

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 15 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่ากฎของปาสคัลต้องอยู่ในระบบปิด จึงจะทำให้แรงดันส่งต่อไปทั่วทุกอนุภาคของของเหลวได้ จากการวิเคราะห์เชิงลึก นักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจาก นักเรียนก่อนเรียนในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) จำนวน 2 คน และพัฒนามาจากนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน(SM) โดยนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงกฎปาสคัลว่าจะต้องมีข้อจำกัดว่าจะต้องอยู่ในระบบปิด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ไม่มีระดับของของเหลวอยู่ในกระบอกสูบ”(PUSM แบบทวนคำตอบเดิม)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“กระบอกสูบใหญ่จะมีระดับของเหลวที่สูงกว่า”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S08: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ลูกสูบไม่ได้อยู่ในระบบปิด แรงดันจึงไม่ถูกส่งต่อไปทั่วทุกอนุภาคของของเหลวได้ ทำให้ของเหลวไหลออกหมด ” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“ลูกสูบมีรู ไม่ได้อยู่ในระบบปิด ออกแรงดันๆดันของเหลวให้ไหลออกหมด” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S08: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 10 คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่าของเหลวจะไหลออกจากรูหมด ทำให้ไม่มีของเหลวหลงเหลือในกระบอกสูบอีกเลย แต่นักเรียนยังไม่อธิบายครอบคลุมว่า จะต้องอยู่ในระบบปิด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม(NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S19: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ระดับของเหลวในกระบอกสูบเล็กสูงกว่า เพราะลูกสูบใหญ่ของเหลวไหลออกหมด”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S17: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“แรงดันจึงไม่ถูกส่งต่อไปทั่วทุกอนุภาคของของเหลวได้ ทำให้ของเหลวไหลออกหมด ทำให้ไม่มีของเหลวในสองกระบอกสูบ” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S19: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“เพราะมีรูทำให้ของเหลวไหลออกหมด ไม่มีของเหลวภายในกระบอกทั้งสอง” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

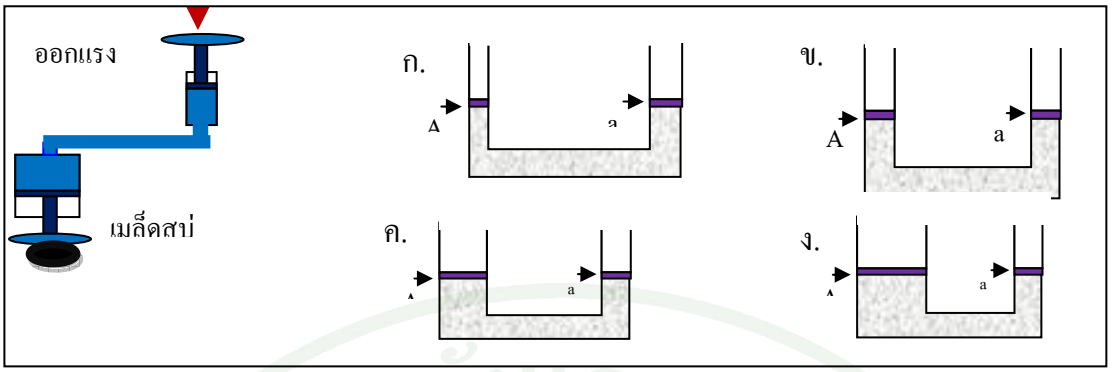
(S17: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

การวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มของ แนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM)ในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 80 (จำนวน 20 คน) มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ร้อยละ 8 (จำนวน 2คน)และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 12 (จำนวน 3 คน) โดยนักเรียนไม่พิจารณาว่าไม่ได้อยู่ในระบบปิดและนักเรียนบางคนตอบว่าของเหลวไหลออกหมดแต่ยังคงมีระดับของเหลวลูกสูบเล็กเหลืออยู่ หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU) ร้อยละ72 (จำนวน18 คน) โดยนักเรียนอธิบายเกี่ยวข้องกับกฎของปาสคัลจะต้องอยู่ในระบบปิด จึงจะทำให้แรงดันส่งต่อไปทั่วทุกอนุภาคของของเหลวได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดถูกต้องนักเรียนมีแนวคิดเรื่อง กฎของปาสคัลพัฒนาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ28(จำนวน 7คน) โดยนักเรียนอธิบายได้ไม่ครอบคลุมว่าลูกสูบจะต้องอยู่ในระบบปิด นักเรียนอธิบายเพียงแค่การออกแรงดันต่อพื้นที่ตั้งฉากดันให้ของเหลวไหลออกหมด

2.3 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง กฎของปาสคัล ข้อที่ 3หากต้องการนำเครื่องอัดไฮดรอลิกมาบดเมล็ดสบู่ดำดังรูปเพื่อนำมาทำเป็นน้ำมันไบโอดีเซล จะต้องออกแบบเครื่องอัดไฮดรอลิกให้มีพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบใหญ่Aเป็นตามรูปในข้อใด จึงจะทำให้ได้แรงบดเมล็ดสบู่ดำมากที่สุด โดยออกแรงกดบนลูกสูบเล็ก aแต่เพียงน้อย กำหนดให้พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบเล็ก aคงที่เท่ากันทั้งหมด เพราะเหตุใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง กฎของปาสคัล

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 13 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่ากฎของปาสคัลต้องอยู่ในระบบปิดความดันมีค่าคงที่ อัตราส่วนของพื้นที่ลูกสูบใหญ่ (A)ต่อพื้นที่ลูกสูบเล็ก (a)มากจะทำให้ออกแรงกดบนa น้อย ได้แรงบดบน Aมากขึ้น จากการวิเคราะห์เชิงลึกนักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจาก นักเรียนก่อนเรียนในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) จำนวน 1 คน และพัฒนามาจากนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน(SM) โดยนักเรียนพิจารณาแต่เพียงว่ายิ่งมีพื้นที่หน้าตัด A ใหญ่จะสามารถรองรับสบู่ดำปริมาณมากขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“ยิ่ง Aมีขนาดใหญ่ยิ่งสามารถรองรับเม็ดสบู่ดำได้ยิ่งมาก” (PUSM แนวคิดแบบคลาดเคลื่อน)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S12: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

“ลูกสูบ A และ a มีขนาดใกล้เคียงกันทำให้ออกแรงได้ดี” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S20: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

“ความดันในระบบปิดจะคงที่ อัตราส่วนของ Aและ aมากจะทำให้ออกแรงกดบนa น้อย ได้แรงบดบนAมาก” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S12: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ระบบปิดความดันมีค่าคงที่ อัตราส่วนของ Aต่อ aมากจะทำให้ออกแรงกดบนa น้อย ได้ผลต่อ Aมาก” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S20: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 12คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่าความดันภายในของเหลวมีค่าคงที่ อัตราส่วนของพื้นที่ลูกสูบใหญ่ (A)ต่อพื้นที่ลูกสูบเล็ก (a)มากจะทำให้ออกแรงกดบนa น้อย ได้แรงบดบน A มากขึ้น แต่นักเรียนยังไม่อธิบายครอบคลุมว่า จะต้องอยู่ในระบบปิด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“Aมีขนาดเท่ากับ a ทำให้ไม่เสียแรงต่างกันมาก ” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S21: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ความดันมีค่าคงที่ ยิ่ง Aต่อ aต่างกันมาก จะทำให้ออกแรงกดบนa น้อยลงกดสบู่ดำมากขึ้น” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S21: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

การวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มของ แนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM)ในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 80 (จำนวน 20 คน) มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ร้อยละ 4 (จำนวน 1คน) และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 16 (จำนวน 4คน)โดยนักเรียนคิดว่ายิ่งพื้นที่รองรับสบู่ดำมากจะส่งผลให้สามารถบดเมล็ดสบู่ดำได้ปริมาณมาก ซึ่งนักเรียนไม่ได้พิจารณาถึงอัตราส่วนของแรงต่อพื้นที่ หากต้องการออกแรงกดน้อยๆ ต้องให้อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดลูกสูบเล็กน้อยกว่าลูกสูบใหญ่มากๆนั่นเอง หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU)ร้อยละ 52 (จำนวน 13คน) โดยนักเรียนอธิบายเกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กับกฎของปาสคัลจะต้องอยู่ในระบบปิด จึงจะทำให้ความดันมีค่าคงที่ อัตราส่วนของพื้นที่หน้าตัดลูกสูบใหญ่ต่อพื้นที่หน้าตัดลูกสูบเล็กมากส่งผลให้ได้แรงกดสบู่ดำมาก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดถูกต้องทำให้นักเรียนมีแนวคิดเรื่อง กฎของปาสคัลพัฒนาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 48 (จำนวน 12คน) โดยนักเรียนอธิบายได้ไม่ครอบคลุมว่าลูกสูบจะต้องอยู่ในระบบปิด ทั้งนี้จากการอธิบายของนักเรียนว่าออกแรงดันต่อพื้นที่ตั้งฉากดันบนลูกสูบเล็ก ทำให้ส่งแรงกระทำบนลูกสูบใหญ่ ค่าความดันมีค่าคงที่ แต่นักเรียนยังไม่อธิบายว่าจะต้องอยู่ในระบบปิดด้วยเสมอ

3. แนวคิดย่อยของนักเรียน เรื่อง แรงลอยตัว

จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มคำตอบแนวคิดของนักเรียน เรื่อง แรงลอยตัว ในคำถามข้อที่ 1 2 และ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นำมาสรุปเป็นร้อยละดังแสดงในตารางที่ 10 ต่อไปนี้

ตารางที่ 10 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง แรงลอยตัว ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียน 25 คน

ข้อย่อยที่	**รายละเอียดแนวคิด**	กลุ่มแนวคิดของนักเรียนก่อน/หลัง (คน)				
		SU	PU	PU SM	SM	NU
1	ปริมาตรของของเหลวล้นเท่ากับปริมาตรของวัตถุที่แทนที่ของเหลว	0/20	0/5	0/0	23/0	2/0
2	แรงลอยตัวเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ล้นออกมาจากการถูกวัตถุแทนที่	0/18	0/5	0/2	22/0	3/0
3	ชั่งวัตถุในน้ำค่าที่อ่านได้จากตาชั่งเท่ากับค่าน้ำหนักวัตถุหักล้างด้วยแรงลอยตัว	0/13	0/10	3/2	20/0	2/0
รวม (คน)		**0/51**	**0/20**	**3/4**	**65/0**	**7/0**
เฉลี่ย (ร้อยละ)		**0/68.00**	**0/26.67**	**4.00/5.33**	**86.67/0**	**9.33/0**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่10 พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แรงลอยตัว แนวคิดของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น กล่าวคือนักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากเดิมนักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้อง กลายเป็นมีแนวคิดถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 68.00 หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) พัฒนาขึ้นจากเดิมนักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน กลายเป็นมีแนวคิดถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 26.67 ก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนพัฒนาขึ้นจากก่อนเรียนเฉลี่ยร้อยละ 5.33ทั้งนี้จากการวิเคราะห์เชิงลึกพบว่านักเรียนกลุ่มนี้ทุกคนพัฒนามาจากกลุ่มของนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดทุกคน โดยพบว่านักเรียนมีแนวคิดย่อย เรื่อง แรงลอยตัว ในข้อย่อยที่ 1 เกี่ยวกับปริมาตรของของเหลวที่ล้นเท่ากับปริมาตรของวัตถุที่แทนที่ของเหลวนั้น นักเรียนได้พัฒนาขึ้นเป็นจำนวนมากที่สุด คือ นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์จำนวน 20คน และในข้อย่อยที่ 3 เกี่ยวกับการชั่งวัตถุในน้ำค่าที่อ่านได้จากตาชั่งเท่ากับค่าน้ำหนักวัตถุหักล้างด้วยแรงลอยตัวนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดย่อย เรื่อง แรงลอยตัว แนวคิดที่ถูกต้อง คือ แรงลอยตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่ และเมื่อนำตาชั่งมาชั่งในของเหลว ระบบอยู่ในสภาพนิ่งแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์จะเกิดสมดุลของแรง ค่าของแรงลอยตัวมีค่าเท่ากับ ผลต่างของค่าน้ำหนักของวัตถุชั่งในอากาศกับค่าน้ำหนักอ่านได้จากตาชั่ง ก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเรื่องนี้เลย นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่มีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุจริง และนักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการหาปริมาตรของของเหลวที่ล้นออกมาจากวัตถุส่วนที่จม ซึ่งเกิดจากปริมาตรของวัตถุที่แทนที่ของเหลวไม่ใช่ปริมาตรทั้งหมดของวัตถุจริง แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดมากขึ้น นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดถูกต้องในประเด็นของปริมาตรของของเหลวล้นเท่ากับปริมาตรของวัตถุที่แทนที่ของเหลวคือนักเรียนสามารถหาค่าแรงลอยตัวจากน้ำที่ล้นออกมาได้ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนได้ให้นักเรียนทำการชั่งน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมา ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจในประเด็นนี้มากขึ้น และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน มีนักเรียนส่วนน้อยที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (ร้อยละ 5.33) จะเกิดขึ้นในประเด็นชั่งวัตถุในน้ำค่าที่อ่านได้จากตาชั่งเท่ากับค่าน้ำหนักวัตถุหักล้างด้วยแรงลอยตัว ทั้งนี้สอดคล้องกับนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้น้อยที่สุด นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงการใช้กฎของนิวตันมาอธิบาย อาจเป็นเพราะว่าขณะทำการทดลองในห้องเรียนนักเรียนไม่ได้ถือเครื่องชั่งให้อยู่ในสภาพนิ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากคำตอบของนักเรียนอธิบายได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับแรงลอยตัวได้โดยในแต่ละข้อย่อยมีรายละเอียดของข้อคำถามและการพัฒนาของคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

3.1 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง แรงลอยตัว ข้อที่ 1วัตถุทรงลูกบาศก์ภายในกลวงยาวด้านละ 2 เซนติเมตรส่วนที่เป็นเนื้อสารมีปริมาตร 0.125 ลูกบาศก์เซนติเมตรนำมาหย่อนลงในถ้วยยูเรกามีน้ำเต็มพอดีวัตถุจมลงก้นถ้วยน้ำที่ล้นออกมาจะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตรเพราะเหตุใด



ภาพที่ 9 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่1 เรื่อง แรงลอยตัว

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 13คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าปริมาตรของวัตถุมีค่าเท่ากับปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมา จากการวิเคราะห์เชิงลึกนักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจาก นักเรียนก่อนเรียนจากกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน(SM) โดยนักเรียนพิจารณาแต่เพียงว่าปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมามีค่าเท่ากับปริมาตรของเนื้อสารของวัตถุ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“น้ำล้นมีปริมาตรเท่ากับ0.125 ลูกบาศก์เซนติเมตร”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

“ปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมาเท่ากับปริมาตรของลูกบาศก์” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S06: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ปริมาตรของน้ำล้นออกมามีค่าเท่ากับปริมาตรของวัตถุที่แทนที่น้ำมีค่า 8ลูกบาศก์เซนติเมตร” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“วัตถุทรงภายในกลวงมีปริมาตรเนื้อสารเพียง 0.125 ลูกบาศก์เซนติเมตร หย่อนลงไปในน้ำวัตถุทรงลูกบาศก์แทนที่น้ำที่ปริมาตร 8ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำให้น้ำล้นออกมา” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S06: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 5คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่าปริมาตรน้ำที่ล้นออกมามีค่าเท่ากับปริมาตรที่วัตถุแทนที่น้ำ แต่นักเรียนอธิบายยังไม่ครอบคลุมจากการวิเคราะห์เชิงลึก นักเรียนกลุ่มนี้มาจากนักเรียนกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU) จำนวน 2 คนด้วย ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ปริมาตรน้ำล้นมีค่า 8ลูกบาศก์เซนติเมตร” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

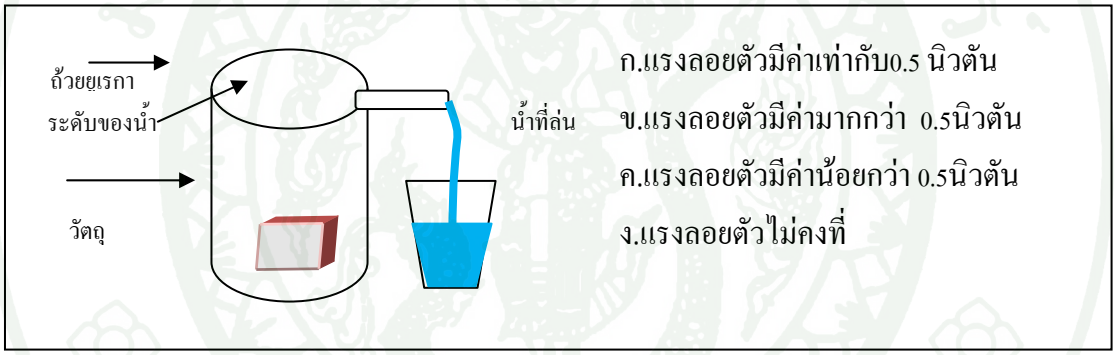
จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มของ แนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 92 (จำนวน 23 คน) และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 8(จำนวน 2 คน)โดยนักเรียนคิดว่าปริมาตรของน้ำที่ล้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ออกมามีค่าเท่ากับปริมาตรของเนื้อสารของวัตถุนั้น หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) ร้อยละ 80 (จำนวน 20 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าปริมาตรที่น้ำล้นเท่ากับปริมาตรของวัตถุที่แทนที่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดถูกต้องทำให้นักเรียนมีแนวคิดเรื่อง แรงลอยตัวพัฒนาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน(PU) ร้อยละ20(จำนวน 5 คน) โดยนักเรียนอธิบายได้ไม่ครอบคลุมว่าน้ำที่ล้นออกมาคือปริมาตรของวัตถุน้ำที่ถูกแทนที่นั่นเองแต่นักเรียนสามารถตอบถูกต้องว่าปริมาตรนั้นมีค่าเท่ากับ 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร แสดงว่านักเรียนมีความรู้แต่อาจจะไม่รอบคอบในการตอบให้ละเอียด

3.2 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง แรงลอยตัว ข้อที่ 2วัตถุทรงลูกบาศก์ตันยาวด้านละ 0.02 เมตร มีมวล 0.05 กิโลกรัม นำมาหย่อนลงในถ้วยยูเรกาที่มีน้ำเต็มพอดีทำให้วัตถุจมลงสู่ก้นถ้วย แรงลอยตัวมีค่าเท่าใด เพราะเหตุใด (ความหนาแน่นของน้ำ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)



ภาพที่ 10 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่2 เรื่อง แรงลอยตัว

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 18คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแรงลอยตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่ จากการวิเคราะห์เชิงลึกนักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจาก นักเรียนก่อนเรียนในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน(SM) โดยนักเรียนกลุ่มนี้พิจารณาเพียงว่าค่าของแรงลอยตัวคือน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาซึ่งสามารถหาได้จากน้ำหนักของวัตถุด้วยนักเรียนพิจารณาค่าน้ำหนักของวัตถุจากผลคูณของมวลกับค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งมีค่าประมาณ 0.5 นิวตันนั่นเอง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ แรงลอยตัวมีค่าเท่ากับ 0.5นิวตัน”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S04: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“แรงลอยตัวมีค่าเท่ากับแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุ”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S13: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

“แรงลอยตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวส่วนที่ถูกวัตถุแทนที่” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S04: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“ปริมาตรของน้ำที่ถูกวัตถุแทนที่เท่ากับปริมาตรของวัตถุ แต่ความหนาแน่นของน้ำน้อยกว่าวัตถุ จากสมการ $\rho = \frac{m}{V}$ มวลของน้ำจึงมีค่าน้อย ทำให้ค่าแรงลอยตัวมีค่าน้อยกว่า” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S13: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 5คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่าแรงลอยตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลว แต่นักเรียนอธิบายยังไม่ครอบคลุมว่าเฉพาะของเหลวที่ถูกแทนที่จากการวิเคราะห์เชิงลึก นักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในการทดสอบก่อนเรียน ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

“น้ำหนักของน้ำมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S08: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“แรงลอยตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลว” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S08: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่าหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (PUSM)จำนวน 2 คน โดยนักเรียนตอบทวนคำตอบเดิมจากการวิเคราะห์เชิงลึก พบว่านักเรียนกลุ่มนี้ส่วนมากพัฒนามาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดถูกต้อง (NU) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S22และ S24: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“แรงลอยตัวมีค่าน้อยกว่า 0.5 นิวตัน” (PUSMแบบทวนคำตอบเดิม)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S22: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“แรงลอยตัวเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ”(PUSMแบบทวนคำตอบเดิม)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S24: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

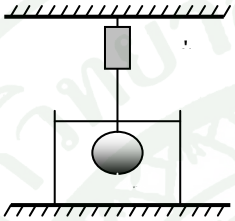
การวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 88 (จำนวน 22 คน) และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 12 (จำนวน 3 คน) โดยนักเรียนคิดว่าน้ำหนักของวัตถุมีค่าเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมา นักเรียนไม่เชื่อมโยงว่าแรงลอยตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ถูกวัตถุแทนที่ดังสมการ $F = mg$ และหาค่ามวลของน้ำจากสมการ $m = \rho V$ นั่นเอง หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU) ร้อยละ72(จำนวน 18คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแรงลอยตัวคือน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดถูกต้องทำให้นักเรียนมีแนวคิดเรื่องแรงลอยตัวพัฒนาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 20 (จำนวน 5 คน) โดยนักเรียนอธิบายได้ไม่ครอบคลุมว่าแรงลอยตัวคือน้ำหนักของของเหลว แต่เฉพาะที่ถูกวัตถุแทนที่ เพราะถ้าวัตถุไม่แทนที่ของของเหลวก็จะไม่ทำให้เกิดแรงลอยตัว อาจจะเป็นเพราะในกิจกรรมการทดลองในห้องเรียนครูให้นักเรียนทำการทดลองโดยให้วัตถุจมทั้งก้อน ไม่ได้เน้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ให้นักเรียนเห็นถึงวัตถุส่วนที่จมเท่านั้น ทำให้นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ครอบคลุมทุกคนนักเรียนจึงมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ร้อยละ 8 (จำนวน 2 คน)

3.3 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง แรงลอยตัว ข้อที่ 3นำวัตถุทรงกลมตันน้ำหนัก 5 นิวตัน แขวนด้วยเชือกเบาแล้วติดกับตาชั่งสปริงแล้วนำไปหย่อนลงในน้ำดังรูปคำกล่าวใดถูกต้องเพราะเหตุใด



ก. น้ำหนักที่ชั่งในน้ำมีค่าเท่ากับ 5นิวตัน
ข. น้ำหนักที่ชั่งในน้ำมีค่ามากกว่า 5นิวตัน
ค. น้ำหนักที่ชั่งในน้ำมีค่าน้อยกว่า 5นิวตัน
ง. น้ำหนักที่ชั่งในน้ำไม่สามารถหาค่าได้

ภาพที่ 11 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง แรงลอยตัว

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 13 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเครื่องชั่งอยู่ในสภาพนิ่ง ตาชั่งอ่านค่าได้จาก น้ำหนักของวัตถุลบแรงลอยตัว ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

“น้ำหนักของวัตถุมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S11: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“น้ำหนักชั่งในน้ำน้อยกว่าชั่งในอากาศ”(PUSMแบบทวนคำตอบเดิม)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S21: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“วัตถุอยู่ในสภาพนิ่งค่าอ่านได้จากตาชั่งคือค่าแรงตึงเชือกเกิดจากน้ำหนักวัตถุมีทิศลงหักลบกับแรงลอยตัวมีทิศขึ้น ทำให้ตาชั่งอ่านได้แรงน้อยกว่าน้ำหนักที่แท้จริงของวัตถุ” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S11: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“เมื่อเครื่องชั่งนิ่ง ตาชั่งอ่านค่าได้จาก น้ำหนักของวัตถุหักล้างกับแรงลอยตัว ดังนั้นค่าที่อ่านได้จากตาชั่งย่อมน้อยกว่าอ่านได้จากอากาศ” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S21: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 10คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่าตาชั่งอ่านค่าได้จาก น้ำหนักของวัตถุลบแรงลอยตัว แต่นักเรียนไม่ได้กล่าวว่าตาชั่งต้องอยู่ในสภาพนิ่งจากการวิเคราะห์เชิงลึกนักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังต่อไปนี้

“น้ำหนักของน้ำมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S06: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ตาชั่งอ่านค่าได้น้อยกว่าอ่านในอากาศเพราะมีแรงลอยตัวคอยหักล้างกับน้ำหนักของวัตถุจริง” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S06: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (PUSM)น้อยลง จากจำนวน3คนเหลือ จำนวน2 คน โดยนักเรียนตอบทวนคำตอบเดิม จากการวิเคราะห์เชิงลึก พบว่านักเรียนกลุ่มนี้ส่วนมากพัฒนามาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดถูกต้อง (NU) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S22: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“วัตถุอยู่ในน้ำลอยน้ำเสมอทำให้เบา ตาชั่งจึงอ่านค่าได้น้อยลง” (PUSM แบบแนวคิดคลาดเคลื่อน)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S22: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน(SM) ร้อยละ 80 (จำนวน 20 คน) นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) ร้อยละ 12 (จำนวน 3 คน) และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 8 (จำนวน 2 คน)โดยนักเรียนไม่พิจารณาถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนอาศัยสิ่งที่เคยพบเจอว่า เมื่ออยู่ในน้ำจะเบาลอยได้ ดังนั้นค่าที่อ่านได้จากตาชั่งน่าจะน้อยกว่าชั่งในอากาศ และนักเรียนไม่พิจารณากฎข้อที่ 1 ของนิวตันว่าด้วยวัตถุไม่มีแรงภายนอกมากระทำทำให้ความเร่งเป็นศูนย์เกิดสภาวะสมดุลแรง หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU) ร้อยละ 52 (จำนวน 13 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าในสภาวะที่ระบบอยู่นิ่งตามกฎของที่ 1 ของนิวตัน ตาชั่งอ่านค่าได้น้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ เพราะมีแรงลอยตัวมาช่วยพยุงในทิศเดียวกับตาชั่งและทิศสวนทางกับแรงโน้มถ่วง ทำให้ตาชั่งอ่านค่าได้น้อยกว่าน้ำหนักจริงของวัตถุ แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 40 (จำนวน 10 คน) โดยนักเรียนอธิบายว่าวัตถุมีแรงลอยตัวคอยช่วยพยุงให้อ่านค่าจากตาชั่งน้อยกว่าน้ำหนักจริงของวัตถุ และสามารถอธิบายได้ว่ามีแรงลอยตัวคอยหักล้างกับน้ำหนักของวัตถุจริง แต่นักเรียนอธิบายไม่ครอบคลุมถึงกรณีวัตถุจะต้องอยู่ในสภาพนิ่ง อาจเป็นเพราะในกิจกรรมการทดลองนักเรียนบางกลุ่มไม่ได้อ่านค่าจากเครื่องชั่งสปริงตอนเครื่องชั่งอยู่ในสภาพนิ่งทุกกลุ่ม และนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ร้อยละ 8 (จำนวน 2 คน)โดยนักเรียนไม่สามารถนำกฎข้อที่ 1 ของนิวตันมาอธิบายได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากภูมิหลังของนักเรียนที่ไม่ได้ถนัดเรื่องกฎของนิวตัน จากการอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน นักเรียนได้กล่าวว่ากฎข้อที่ 1 ของนิวตัน คือ กฎของความเฉื่อย นักเรียนยกตัวอย่างการเบรครถแล้วคนเอนไปด้านหน้า แต่นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงกรณีวัตถุอยู่ในสภาพนิ่งแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่านักเรียนมีความรู้เดิมเรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตันน้อย ส่งผลให้นักเรียนนำเรื่องนี้มาอธิบายได้แนวคิดถูกต้องน้อยเช่นกัน

4. แนวคิดย่อยของนักเรียน เรื่อง ความตึงผิว

จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มคำตอบแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ความตึงผิว ในคำถามข้อที่ 1 2 และ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นำมาสรุปเป็นร้อยละดังแสดงในตารางที่ 11 ต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ความตึงผิว ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียน 25 คน

ข้อย่อยที่	รายละเอียดแนวคิด	กลุ่มแนวคิดของนักเรียนก่อน/หลัง n(คน)				
		SU	PU	PU SM	SM	NU
1	ขนาดแรงตึงผิวขึ้นอยู่กับความยาวของรอยต่อระหว่างวัตถุกับผิวของของเหลว	0/14	0/11	1/0	15/0	9/0
2	ทิศทางของแรงตึงผิวมีทิศทางตั้งฉากกับรอยต่อของวัตถุกับของเหลวและขนานกับระนาบของของเหลว	0/17	0/8	0/0	23/0	2/0
3	แรงตึงผิวขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลว	0/15	0/10	2/0	20/0	3/0
	รวม (คน)	**0/45**	**0/29**	**7/1**	**58/0**	**10/0**
	เฉลี่ย (ร้อยละ)	**0/61.33**	**0/38.67**	**4.00/0**	**77.33/0**	**18.67/0**

จากตารางที่ 11พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ความตึงผิว แนวคิดของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น กล่าวคือนักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากเดิมนักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้อง กลายเป็นมีแนวคิดถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 61.00 หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) พัฒนาขึ้นจากเดิมนักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน กลายเป็นมีแนวคิดถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 38.67 หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 4.00 ทั้งนี้จากการวิเคราะห์เชิงลึกพบว่านักเรียนกลุ่มนี้ทุกคนพัฒนามาจากกลุ่มของนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดทุกคน โดยพบว่านักเรียนมีแนวคิดย่อย เรื่อง ความตึงผิว ในประเด็นเกี่ยวกับทิศทางของแรงตึงผิวมีทิศทางตั้งฉากกับรอยต่อของวัตถุกับของเหลวและขนานกับระนาบของของเหลว นักเรียนได้พัฒนาขึ้นเป็นจำนวนมากที่สุด คือ นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์จำนวน 17 คน และในประเด็นเกี่ยวกับขนาดแรงตึงผิวขึ้นอยู่กับความยาวของรอยต่อระหว่างวัตถุกับผิวของของเหลว นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนน้อยที่สุด

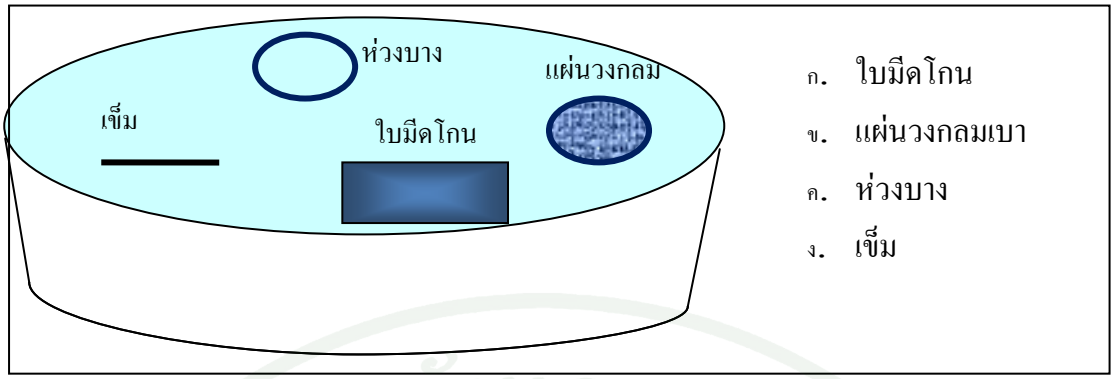
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดย่อย เรื่อง ความตึงผิว แนวคิดที่ถูกต้อง คือ สำหรับของเหลวหนึ่งๆ อัตราส่วนระหว่างแรงตึงผิวของของเหลวกับความยาวรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลวมีค่าคงตัว แรงตึงผิวของของเหลวมีทิศทางขนานกับระนาบของผิวของของเหลวและตั้งฉากกับเส้นขอบรอยต่อของวัตถุที่ของเหลวสัมผัส ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเรื่องนี้เลย นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความตึงผิวของน้ำเกลือมีค่ามากกว่าความตึงผิวของน้ำ เพราะนักเรียนเข้าใจว่าน้ำเกลือมีความเหนียวมากกว่าน้ำ และนักเรียนเข้าใจว่าผิวสัมผัสกับของเหลวมากจะทำให้ขนาดของแรงตึงผิวมีค่ามากด้วย แต่หลังจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 61.33) มีแนวคิดถูกต้อง ทั้งนี้หลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดถูกต้องพัฒนาขึ้นส่วนมากในประเด็นเกี่ยวกับทิศทางของแรงตึงผิวมีทิศทางตั้งฉากกับรอยต่อของวัตถุกับของเหลวและขนานกับระนาบของของเหลว แต่ยังคงมีบางส่วน (ร้อยละ 38.67) ที่ยังอธิบายไม่ครอบคลุมความสัมพันธ์ทั้งหมด ส่วนมากเกิดขึ้นในประเด็นเกี่ยวกับขนาดแรงตึงผิวขึ้นอยู่กับความยาวของรอยต่อระหว่างวัตถุกับผิวของของเหลว คือนักเรียนยังอธิบายไม่ครอบคลุมความสัมพันธ์ของแรงตึงผิวจะต้องเกิดขึ้นบริเวณที่รอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลวเท่านั้น

จากคำตอบของนักเรียนอธิบายได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับความตึงผิวได้โดยในแต่ละข้อย่อยมีรายละเอียดของข้อคำถามและการพัฒนาของคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

4.1 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง ความตึงผิว ข้อที่ 1กล่าวว่าค่อยๆวางวัตถุ 4ชนิดที่มีมวลเท่ากันคือ ใบมีดโกน (กxย=2เซนติเมตร ×3เซนติเมตร) เข็มยาว 3เซนติเมตร ห่วงบางรัศมี 1เซนติเมตร แผ่นวงกลมเบา รัศมี 1เซนติเมตร ลงบนของเหลวชนิดที่อยู่ในภาชนะเดียวกันพร้อมกันดังรูป ผลปรากฏว่าวัตถุทั้ง4ชนิดสามารถลอยนิ่งบนของเหลวนั้นได้ แรงตึงผิวที่กระทำต่อวัตถุชนิดใดมีค่ามากที่สุดเพราะเหตุใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่1 เรื่อง ความตึงผิว

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 14 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแรงตึงผิวขึ้นอยู่กับความยาวของรอยต่อของวัตถุกับของเหลวและความตึงผิวของของเหลว ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

"แผ่นวงกลมมีน้ำหนักมากที่สุดทำให้มีแรงตึงผิวมากที่สุด"(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S03: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

"ใบมีดโกนหนวดมีขนาดใหญ่มีพื้นที่รับน้ำมากที่สุด"(PUSM แบบแนวคิดคลาดเคลื่อน)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S05: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

"แรงตึงผิวเกิดจากผลคูณของความตึงผิวกับรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลว ในข้อนี้ของเหลวชนิดเดียวกัน แต่รอยต่อต่างกัน ใบมีดโกนมีรอยต่อยาวที่สุดทำให้มีแรงตึงผิวมากที่สุด" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S03: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

"จากสมการ $\gamma = \frac{F}{l}$ กรณีของเหลวชนิดเดียวกันมีความตึงที่เท่ากัน แรงตึงผิวยิ่งมากขึ้นเมื่อมีความยาวของรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลวมาก" (SU)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S05: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 11 คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่าแรงตึงผิวแปรผันตรงกับรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลว แต่นักเรียนไม่ได้กล่าวอธิบายปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบของแรงตึงผิวได้ทั้งหมด คือ ชนิดของของเหลวต้องเป็นชนิดเดียวกัน จากการวิเคราะห์เชิงลึก นักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน(NU) เป็นส่วนมาก ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน
(S16และS24: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“รอยต่อยิ่งมีความยาวทำให้แรงตึงผิวมากขึ้น”(PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S16: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“ความยาวรอยต่อของใบมีดโกนมีขนาด (2x2) + (3x2) = 10 เซนติเมตร มีความยาวกว่าชนิดอื่น ทำให้แรงตึงผิวมาก” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S24: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

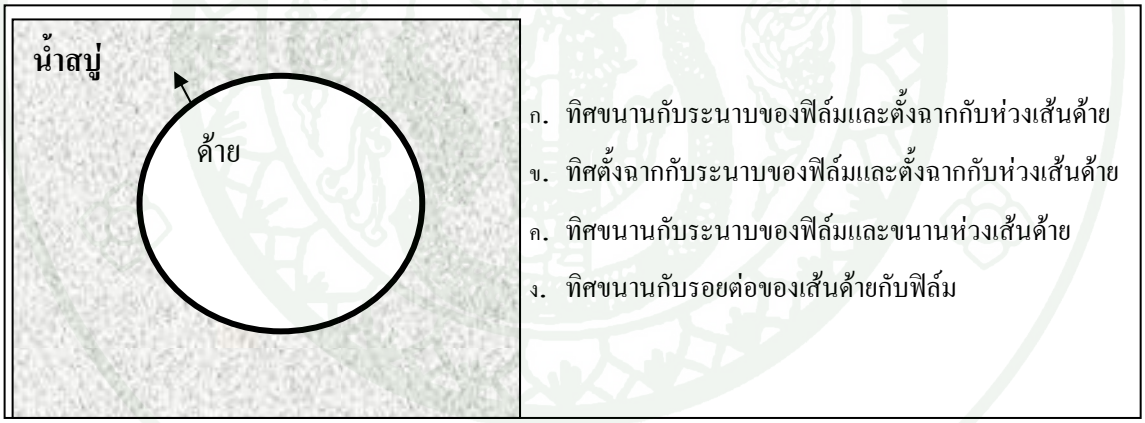
จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ไม่พบนักเรียนในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่พบนักเรียนในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 60 (จำนวน 15 คน) นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) ร้อยละ 4 (จำนวน 1 คน) และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 36 (จำนวน 9 คน)โดยนักเรียนอธิบายว่า แรงตึงผิว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกิดจากพื้นที่ของวัตถุที่สัมผัสกับของเหลวและขึ้นอยู่น้ำหนักของวัตถุนั้น ซึ่งแรงตึงผิวไม่ได้ขึ้นกับพื้นที่ที่สัมผัสกับของเหลวและน้ำหนัก แต่ขึ้นอยู่กับรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลวและชนิดของของเหลวนั้นๆ หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU) ร้อยละ 56 (จำนวน 14 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแรงตึงผิวเกิดจากผลคูณของความตึงผิวของของเหลวกับรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลวในที่นี้เป็นของเหลวชนิดเดียวกันวัตถุใดมีรอยต่อของวัตถุที่สัมผัสกับของเหลวมาก แสดงว่ามีแรงตึงผิวมากแต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 44 (จำนวน 11 คน)โดยนักเรียนอธิบายว่า แรงตึงผิวขึ้นอยู่กับความยาวของขอบรอยต่อของวัตถุกับของเหลวแต่นักเรียนไม่อธิบายว่าแรงตึงผิวยังมีปัจจัยเกี่ยวกับชนิดของของเหลวอีกด้วย ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะนักเรียนยังไม่พิจารณาปัจจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องที่ส่งผลต่อแรงตึงผิว

4.2 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง ความตึงผิว ข้อที่2นำด้ายเส้นเล็กผูกเป็นห่วงแล้ววางบนแผ่นฟิล์มสบู่ดังรูป จากนั้นนำเข็มมาจิ้มฟิล์มสบู่ที่อยู่ภายในห่วงด้ายจนทะลุ แรงตึงผิวจากฟิล์มสบู่กระทำต่อเส้นด้ายในทิศไหนเพราะเหตุใด



ภาพที่ 13 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่2 เรื่อง ความตึงผิว

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 17คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแรงตึงผิวมีทิศทางตั้งฉากกับรอยต่อของผิววัตถุกับผิวของของเหลวและมีทิศขนานกับระนาบของผิวของของเหลวดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“แรงตึงผิวจากแผ่นฟิล์มขนานไปกับรอยต่อ”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

“ทิศตั้งฉากกับระนาบของฟิล์มและตั้งฉากกับห่วงเส้นด้าย”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S09: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“แรงตึงผิวจะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างวัตถุกับของเหลว และมีทิศขนานกับระนาบของผิวของของเหลว” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“แรงตึงผิวจะมีทิศชี้ทุกทิศทางกับรอยต่อในแนวขนานกับแผ่นฟิล์มและ ในทิศตั้งฉากกับผิวรอยต่อของวัตถุกับของแผ่นฟิล์ม” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S09: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 8คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่าแรงตึงผิวมีทิศตั้งฉากกับรอยต่อและขนานกับผิวของของเหลว แต่นักเรียนไม่สามารถบอกรายละเอียดทั้งหมดให้ชัดเจนว่า จะต้องขนานไปกับระนาบของผิวของของเหลว ซึ่งแรงตึงผิวจะพิจารณาที่ผิวของวัตถุเท่านั้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม(NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S12: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ทิศขนานกับระนาบของฟิล์มและขนานห่วงเส้นด้าย” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S19: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“แรงตึงผิวนั้นมีทิศตั้งฉากกับรอยต่อของวัตถุทำให้ดึงเส้นด้ายตึงออกและขนานกับของเหลวเสมอ”(PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S12: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“แรงตึงผิวมีทิศตั้งฉากกับรอยต่อของวัตถุกับของเหลวและขนานกับของเหลว” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S19: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

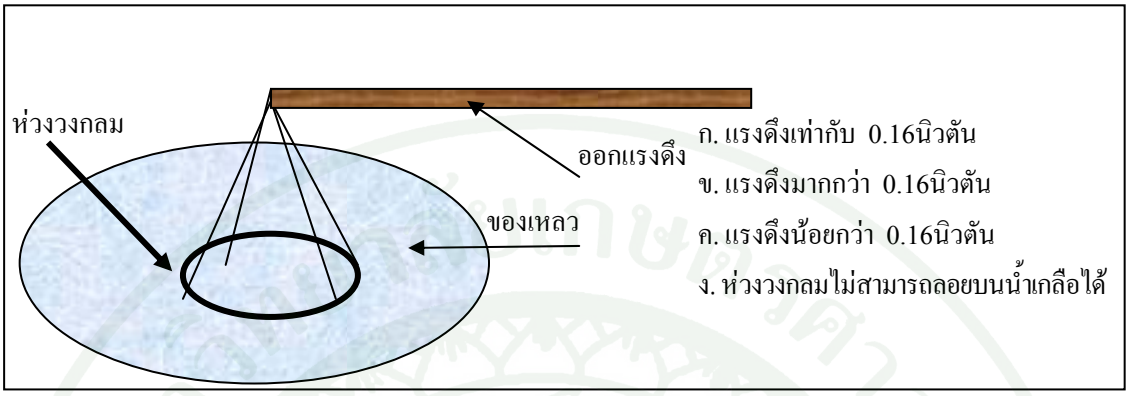
จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่พบนักเรียนในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 92 (จำนวน 23 คน) และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 8 (จำนวน 2 คน)โดยนักเรียนอธิบายคลาดเคลื่อนว่า แรงตึงผิวมีทิศขนานกับรอยต่อและผิวของของเหลว บางส่วนอธิบายว่าแรงตึงผิวมีทิศตั้งฉากกับรอยต่อและผิวของของเหลว ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะทิศทางของแรงตึงในชีวิตประจำวันนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ทางด้านนี้ทำให้นักเรียนตอบไม่ตรงกับแนวคิดถูกต้อง หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU)ร้อยละ 68(จำนวน 17คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแรงตึงผิวมีทิศตั้งฉากกับรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลว และมีทิศขนานไปกับระนาบของผิวของของเหลว แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 32(จำนวน 8คน) โดยนักเรียนอธิบายได้ไม่ครอบคลุมแรงที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด โดยนักเรียนไม่ได้อธิบายว่าแรงนั้นจะต้องเกิดบริเวณที่ผิวของของเหลวเท่านั้น ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าเรื่องแรงตึงเป็นเรื่องนามธรรมทำให้นักเรียนมองไม่เห็นภาพของแรงได้อย่างชัดเจนทำให้มีบางส่วน (จำนวน 8คน) ตอบได้ไม่ครอบคลุมทั้งหมด

4.3 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง ความตึงผิว ข้อที่ 3ทำการทดลองโดยนำห่วงกลมบางรัศมี 2 เซนติเมตร ผูกกับเชือกเบาแล้วนำไปลอยในน้ำ ปรากฏว่าค่อยๆออกแรงดึงจะต้องใช้แรงดึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

0.16 นิวตัน จึงจะทำให้ห่วงวงกลมหลุดออกจากผิวของน้ำได้พอดี หากทำการทดลองเหมือนเดิมแต่นำมาลอยบนน้ำเกลือห่วงวงกลมจะหลุดออกพอดีจากผิวของน้ำเกลือด้วยแรงดึงเท่าใด



ภาพที่ 14 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง ความตึงผิว

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 15 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแรงตึงผิวเป็นความสัมพันธ์ของความตึงผิวของของเหลวคูณกับความยาวของรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลว ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

"น้ำเกลือมีความเหนียวทำให้ดึงห่วงวงกลมออกได้ยาก ต้องใช้แรงดึงมาก"(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S09: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

"แรงดึงน้อยกว่า 0.16นิวตันเพราะดึงได้ง่ายกว่า"(PUSM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S15: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

"แรงตึงผิวเกิดจากผลคูณของความตึงกับรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลว น้ำเกลือมีความตึงผิวน้อยกว่าน้ำ ทำให้แรงตึงผิวน้อยลงด้วย" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S09: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ค่อยๆออกแรงดึง ทำให้แรงดึงมากสุดที่ทำให้ห่วงวงกลมหลุดจากผิวของของเหลวได้ จากสมการ $F = \gamma l$ ความตึงผิวของน้ำเกลือน้อยกว่าของน้ำ ส่งผลให้แรงตึงผิวน้อยกว่า” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S15: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 10 คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่าแรงตึงผิวเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความตึงผิวของของเหลวคูณกับความยาวของรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลว ซึ่งนักเรียนเข้าใจดีว่าน้ำเกลือมีความตึงผิวน้อยกว่าน้ำ แต่นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ไม่ครอบคลุมทั้งหมดว่านอกจากน้ำเกลือยังมีความตึงผิวน้อยกว่าน้ำแล้วยังต้องอธิบายด้วยว่าแรงตึงผิวที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัยของรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลวด้วย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“น้ำเกลือมีความเหนียวดึงให้ห่วงหลุดยาก” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S14: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ออกแรงดึงเท่ากันเพราะมีส่วนประกอบของน้ำเหมือนกัน”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S23: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“น้ำมีความตึงผิวมากกว่าน้ำเกลือส่งผลให้มีแรงตึงผิวมากด้วย” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S14: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“จากความสัมพันธ์ของแรงตึงผิวขึ้นอยู่กับค่าความตึงผิวกับรอยต่อของวัตถุกับของเหลว เมื่อน้ำความตึงมีผิวน้อยทำให้แรงตึงผิวมีค่าน้อยไปด้วย” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S23: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ไม่พบนักเรียนในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่พบนักเรียนในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 80 (จำนวน 20 คน) นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนร้อยละ 8 (จำนวน2 คน) และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 12 (จำนวน 3 คน)โดยนักเรียนอธิบายคลาดเคลื่อนว่าน้ำเกลือมีความเหนียวมากกว่าน้ำ ทำให้มีแรงตึงผิวมากขึ้นด้วย ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะนักเรียนใช้ประสบการณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นมาตอบคำถามหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) ร้อยละ 60 (จำนวน 1 5 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแรงตึงผิวเกิดจากความสัมพันธ์ของแรงตึงผิวของของเหลวคูณความยาวของรอยต่อของวัตถุกับผิวของของเหลวแต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 40 (จำนวน 10 คน) โดยนักเรียนอธิบายได้ถูกต้องแต่ไม่ครอบคลุมความสัมพันธ์ทั้งหมด คือ แรงตึงผิวขึ้นอยู่กับผลคูณของความตึงผิวของของเหลวกับความยาวของรอยต่อของวัตถุที่สัมผัสกับของเหลวนั้น ซึ่งนักเรียนไม่ได้ระบุให้ครอบคลุมว่าแรงตึงผิวจะเกิดเฉพาะบริเวณผิวหน้าของของเหลวเท่านั้น ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าขณะทำกิจกรรมจากชุดการทดลองเรื่องแรงตึงผิว นักเรียนได้จมห่วงบางลงไปในของเหลวทันทีแล้วค่อยๆใช้แรงดึงห่วงบางขึ้นขาดออกจากผิวของของเหลวแล้วบันทึกค่าแรงดึงนั้น ทำให้นักเรียนบางส่วน (จำนวน 10 คน) ไม่ได้พิจารณาว่าแรงตึงผิวจะเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณที่ผิวหน้าของของเหลวเท่านั้นนั่นเอง ไม่ได้เกิดทุกอนุภาคของของเหลว

5. แนวคิดย่อยของนักเรียน เรื่อง ความหนืด

จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มคำตอบแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ความหนืด ในคำถามข้อที่ 1 2 และ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นำมาสรุปเป็นร้อยละดังแสดงในตารางที่ 12 ต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ความหนืด ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียน 25 คน

ข้อย่อยที่	รายละเอียดแนวคิด	กลุ่มแนวคิดของนักเรียนก่อน/หลัง(คน)				
		SU	PU	PU SM	SM	NU
1	ความหนืดขึ้นอยู่กับความหนาแน่น	0/25	3/0	15/0	5/0	2/0
2	แรงหนืดขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุที่เคลื่อนที่ผ่านของเหลว	0/15	0/10	0/0	20/0	5/0
3	วัตถุเคลื่อนที่ตกอิสระในของเหลวจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่คือ แรงหนืด และแรงลอยตัว	0/10	0/9	0/6	20/0	5/0
	รวม (คน)	**0/50**	**3/19**	**15/6**	**45/0**	**12/0**
	เฉลี่ย (ร้อยละ)	**0/66.67**	**4.00/25.33**	**20.00/8.00**	**60.00/0**	**16/0**

จากตารางที่ 12 พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ความหนืด แนวคิดของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น กล่าวคือนักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากเดิมนักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้อง กลายเป็นมีแนวคิดถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 66.67หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) พัฒนาขึ้นจากเดิมนักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนเฉลี่ยร้อยละ 4.00กลายเป็นมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนเฉลี่ยร้อยละ 25.33 หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 8.00ลดลงจากเดิมเฉลี่ยร้อยละ 20.00 ทั้งนี้จากการวิเคราะห์เชิงลึกพบว่านักเรียนกลุ่มนี้ทุกคนพัฒนามาจากกลุ่มของนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดทุกคน และนักเรียนกลุ่มนี้พัฒนาไปเป็นนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องและนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน โดยพบว่านักเรียนมีแนวคิดย่อย เรื่อง ความหนืดในประเด็นเกี่ยวกับความหนืดขึ้นอยู่กับความหนาแน่นนักเรียนได้พัฒนาขึ้นเป็นจำนวนมากที่สุด คือ นักเรียนทุกคนมีแนวคิดถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ และในประเด็นเกี่ยวกับการที่วัตถุเคลื่อนที่ตกอิสระในของเหลวจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่คือ แรงหนืดและแรงลอยตัวนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนน้อยที่สุด

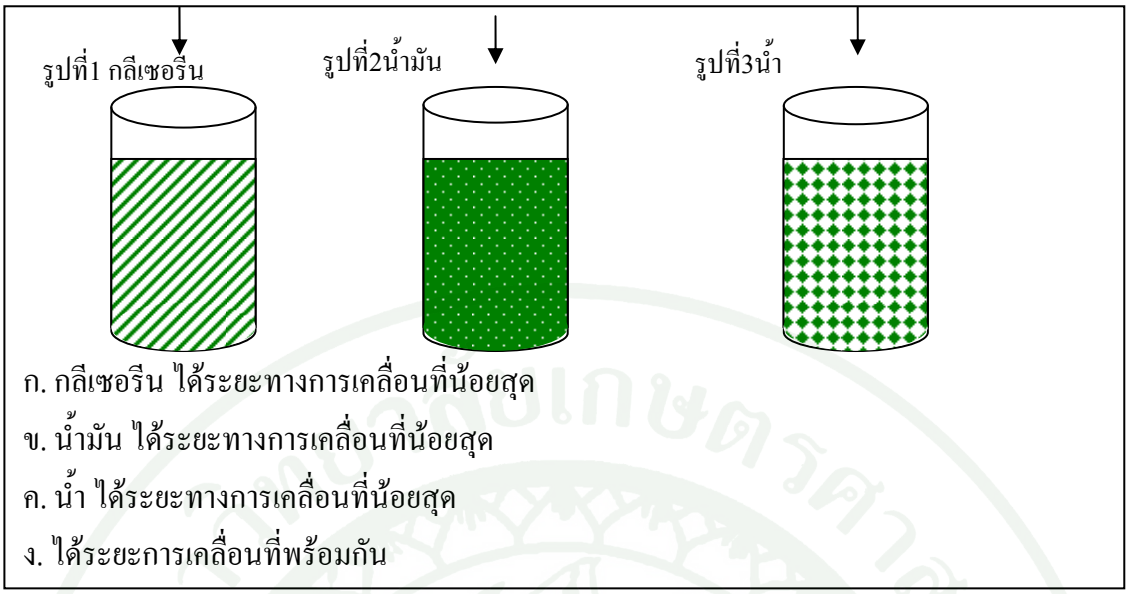
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดย่อย เรื่อง ความหนืด แนวคิดที่ถูกต้อง คือ ของเหลวมีความหนืดมากจะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าของเหลวที่มีความหนืดน้อย และจากกฎของสโตกส์ เมื่อปล่อยวัตถุทรงกลมตันให้เคลื่อนที่ในของเหลว ความหนืดของของเหลวจะทำให้เกิดแรงต้านการเคลื่อนที่ แรงหนืดแปรผันตรงกับชนิดของของเหลว ความเร็ว และขนาดของทรงกลมตันนั้น วัตถุตกอิสระภายในของเหลวหนืดนั้นมีแรงกระทำสามแรงคือ แรงโน้มถ่วงของโลก แรงหนืดและแรงลอยตัว ช่วงแรกวัตถุตกด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นและจะคงที่ในช่วงหลัง เพราะแรงหนืดกับ แรงลอยตัวเป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ทิศตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วง ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเรื่องนี้ นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขนาดของทรงกลมตันว่าขนาดเล็กจะมีแรงหนืดจากของเหลวกระทำมากทำให้วัตถุตกถึงพื้นได้ช้า แต่ที่จริงแล้ววัตถุมีน้ำหนักที่เท่ากัน และนักเรียนเข้าใจว่าการตกอิสระในของเหลวหนืดมีแต่แรงโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุเท่านั้น แต่ที่จริงแล้วยังมีแรงลอยตัวและแรงหนืดอีกด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดมากขึ้น นักเรียนทุกคนมีแนวคิดถูกต้องในประเด็นความหนืดขึ้นอยู่กับความหนาแน่นอาจจะเป็นเพราะว่านักเรียนมีความเข้าใจดีว่าของเหลวที่มีความหนืดมากจะเคลื่อนที่ได้ช้า และหลังการจัดการเรียนรู้ยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน คือนักเรียนสามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องแต่นักเรียนยังไม่ได้พิจารณากรณีกฎข้อที่ 1 ว่าด้วยเรื่องแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่นั่นเอง แต่มีนักเรียนน้อยมากที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (ร้อยละ 8.00) นักเรียนเข้าใจว่าวัตถุตกอิสระในของเหลวหนืดจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นตลอดการเคลื่อนที่ สอดคล้องกับประเด็นเกี่ยวกับการที่วัตถุเคลื่อนตกอิสระในของเหลวจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่คือแรงหนืดและแรงลอยตัว ซึ่งนักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องน้อยที่สุด

จากคำตอบของนักเรียนอธิบายได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับความหนืดได้โดยในแต่ละข้อย่อยมีรายละเอียดของข้อคำถามและการพัฒนาของคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

5.1 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง ความหนืด ข้อที่ 1นำของเหลวในภาชนะสามใบ ได้แก่ กลีเซอรีน น้ำมัน และน้ำ เทบนแผ่นไม้เรียบพร้อมกันของเหลวชนิดไหนมีระยะทางการเคลื่อนไปได้ระยะทางน้อยที่สุด เพราะเหตุใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่1 เรื่อง ความหนืด

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU)เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 25 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าของเหลวที่มีความหนืดมากจะทำให้การเคลื่อนที่ของของเหลวนั้นได้ช้าลง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S16: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“น้ำได้ระยะการเคลื่อนที่พร้อมกัน” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S09: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“กลีเซอรีน ได้ระยะทางการเคลื่อนที่น้อยสุด”(PUSMแบบทวนคำตอบเดิม)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

“กลีเซอรีนมีความเหนียวมากที่สุด”(PU)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน
(S23: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

"มีความหนืดมากจะทำให้การเคลื่อนที่ช้าลง" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S16: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

"กลีเซอรีนมีความหนืดมากจะทำให้การเคลื่อนที่ได้ช้าลง" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S09: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

"ของเหลวที่มีความหนืดมากจะทำให้การเคลื่อนที่ได้ช้าลง" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S02: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

"ของเหลวที่มีความหนืดมากทำให้การเคลื่อนที่ของของเหลวนั้นได้ช้าลง" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S23: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

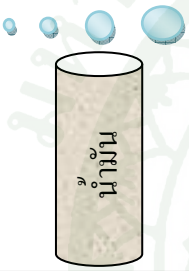
จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM)ร้อยละ60 (จำนวน 15คน)รองลงมานักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนร้อยละ 20 (จำนวน 5คน)นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 12 (จำนวน 3 คน)และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 8(จำนวน 2คน)โดยภาพรวมนักเรียนอธิบายคลาดเคลื่อนว่าของเหลวทุกชนิดได้ระยะการเคลื่อนที่เท่ากัน อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่รู้จักกลีเซอรีนและไม่เคยลองนำน้ำมันมาทดลอง ทำให้นักเรียนตอบผิด แต่มีบางส่วนตอบถูกต้องคือ กลีเซอรีนมีความเหนียวข้นทำให้เคลื่อนที่ไปได้ช้า แต่นักเรียนอธิบายในรูปแบบทวนคำตอบทำให้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวคิดคลาดเคลื่อน หลังเรียนนักเรียนทุกคนมีแนวคิดถูกต้อง(SU)ร้อยละ100 (จำนวน 25คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ถึงความสัมพันธ์ของความหนืดของของเหลวกับการเคลื่อนของของเหลว ว่ามีค่าแปรผกผันกัน คือ ความหนืดยิ่งมาก ความเร็วของของเหลวยิ่งเคลื่อนที่ได้ช้าลงนั่นเอง ทั้งนี้นักเรียนสามารถตอบได้แนวคิดถูกต้อง อาจจะเป็นเพราะว่าเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวกับนักเรียนเกี่ยวข้องกับความเหนียวข้นของของเหลว ซึ่งนักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้อย่างชัดเจนนั่นเอง

5.2 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง ความหนืด ข้อที่ 2ปล่อยวัตถุทรงกลมตันมีรัศมี 1 มิลลิเมตร 3 มิลลิเมตร 5 มิลลิเมตร และ7 มิลลิเมตร ลงในน้ำมันชนิดเดียวกันเกิดแรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุทรงกลมตันก้อนไหนมากที่สุด



ก. เกิดแรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุทรงกลมตันรัศมี 1 มิลลิเมตรมากที่สุด
ข. เกิดแรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุทรงกลมตันรัศมี 3 มิลลิเมตรมากที่สุด
ค. เกิดแรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุทรงกลมตันรัศมี 5มิลลิเมตรมากที่สุด
ง. เกิดแรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุทรงกลมตันรัศมี 7มิลลิเมตรมากที่สุด

ภาพที่ 16 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่2 เรื่อง ความหนืด

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดย่อย เรื่องความหนืด เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 15 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า จากกฎของสโตกส์ มีสมการว่า $F = 6\pi r v \eta$ แรงหนืดFแปรผันตามขนาดของวัตถุr ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“วัตถุมีขนาดเล็กทำให้เคลื่อนที่ช้า แรงหนืดจึงมากกว่า”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S14: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

“วัตถุมีขนาดเล็กเคลื่อนช้ากว่าเพราะมีของเหลวต้านการเคลื่อนที่”(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S18: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“จากกฎของสโตกส์ ขนาดของวัตถุใหญ่ จะทำให้มีแรงหนืดมาก” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S14: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“ตามกฎของสโตกส์ ว่า วัตถุทรงกลมตันตกลงในของเหลวแรงหนืดขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุ ความเร็วและชนิดของของเหลว วัตถุมีขนาดใหญ่แรงหนืดจะมีค่ามาก” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S18: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 10 คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่า วัตถุมีขนาดใหญ่ทำให้มีแรงต้านการเคลื่อนที่มาก แต่นักเรียนไม่ได้อ้างอิงถึงกฎของสโตกส์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S22: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“วัตถุมีน้ำหนักมากทำให้ตกช้าลงเพราะแรงหนืดต้านมาก” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S05: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“วัตถุมีขนาดใหญ่ทำให้มีแรงต้านการเคลื่อนที่มาก”(PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S22: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“วัตถุมีขนาดใหญ่ทำให้มีแรงหนืดกระทำยิ่งมาก”(PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

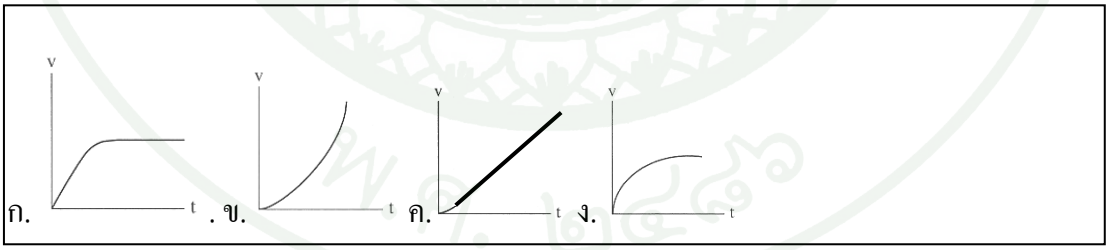
(S05: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) ในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) ร้อยละ 80 (จำนวน 20 คน) รองลงมานักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 20 (จำนวน 5 คน)โดยภาพรวมนักเรียนอธิบายคลาดเคลื่อนว่าวัตถุที่มีขนาดเล็กทำให้เคลื่อนที่ช้าเพราะมีของเหลวต้านการเคลื่อนที่ โดยนักเรียนไม่ได้พิจารณาว่าวัตถุมีแรงดึงดูดที่เท่ากันเพราะมีมวลเท่ากันดังนั้นตามกฎของสโตกส์หากมีพื้นที่ต้านของเหลวมากก็จะทำให้มีแรงหนืดมากหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU) ร้อยละ 60 (จำนวน 15 คน)โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแรงหนืดมากหากวัตถุทรงกลมตันมีรัศมีมาก เป็นตามกฎของสโตกส์แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 40 (จำนวน 10 คน) โดยนักเรียนอธิบายได้ถูกต้องแต่ไม่ครอบคลุมความสัมพันธ์ทั้งหมดว่าจะต้องเป็นไปตามกฎของสโตกส์ เนื่องจากการหาแรงหนืดมีหลากหลายกฎ ดังนั้นเราต้องยึดกฎของสโตกส์ในการอธิบาย

5.3 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง ความหนืด ข้อที่ 3ถ้าปล่อยลูกกลมโลหะตันลงในน้ำมันเครื่องถังหนึ่งที่มีความหนืดสูงมากอยากทราบว่ากราฟรูปไหนที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะ



ภาพที่ 17 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง ความหนืด

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 10คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า วัตถุตกอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นจนเกิดมีแรงลอยตัวกับแรงหนืดกระทำทำให้วัตถุมีแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

"วัตถุมีความเร่งคงที่"(SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

"วัตถุจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ" (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S09: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

"เมื่อปล่อยวัตถุจะตกอิสระด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก แต่มีแรงหนืดและแรงลอยตัวในทิศตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลกทำให้แรงลัพธ์เป็นศูนย์ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

"เมื่อปล่อยวัตถุความเร็วจะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่มีแรงหนืดและแรงลอยตัวในทิศตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลกทำให้แรงลัพธ์เป็นศูนย์ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S09: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 9 คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่า วัตถุจะตกอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกวัตถุมีความเร่งทิศลง ต่อมาวัตถุมีความเร่งเป็นศูนย์ แต่นักเรียนยังอธิบายได้ไม่ครอบคลุมความสัมพันธ์ทั้งหมด แรงลัพธ์มากระทำเป็นศูนย์นั่นเอง เนื่องมาจากมีแรงหนืดและแรงลอยตัวมากระทำในทิศตรงข้ามมีค่าเท่ากัน กับแรงโน้มถ่วง ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

"วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพราะตกภายใต้แรงดึงดูดของโลก" (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S12: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ความเร่งของการเคลื่อนที่คงที่ตลอดการเคลื่อนที่ ทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S21: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“วัตถุจะตกอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกวัตถุมีความเร่งทิศลง ต่อมาวัตถุมีความเร่งเป็นศูนย์” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S12: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“เริ่มแรกวัตถุมีความเร่งในทิศลง ต่อมาวัตถุมีความเร่งเป็นศูนย์เพราะมีแรงต้านจากแรงลอยตัวกับแรงหนืด” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S21: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) เป็นจำนวน6 คน จากการวิเคราะห์เชิงลึก พบว่านักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากนักเรียนกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)ทั้งหมด โดยนักเรียนสามารถตอบได้ถูกต้องแต่นักเรียนไม่ได้อธิบายตอบว่าเป็นเพราะสาเหตุอะไร บางส่วนอธิบายคลาดเคลื่อน ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S06และS22: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ความเร็วเพิ่มขึ้น” (PUSM คำตอบแบบแนวคิดคลาดเคลื่อน)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S06: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“มีความเร็วเพิ่มจนคงที่” (PUSMคำตอบแบบแนวคิดคลาดเคลื่อน)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S22: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 80 (จำนวน 20 คน) และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 20 (จำนวน 5 คน)โดยนักเรียนได้ให้คำอธิบายแต่เพียงว่าวัตถุตกอิสระมีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมากระทำทำให้วัตถุต้องมีความเร็วที่เพิ่มขึ้น ซึ่งนักเรียนไม่ได้พิจารณาแรงอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ทั้งนี้เนื่องมาจากเรื่องแรงโน้มถ่วงของโลกนักเรียนเคยเรียนมาแล้วหลายครั้งจึงสามารถตอบได้ว่ามีความเร่งเกิดขึ้น แต่นักเรียนยังไม่เคยลองพิจารณาแรงที่เกิดขึ้นจริงว่ามีแรงต้านการเคลื่อนที่เช่นกัน ในทำนองเดียวกันวัตถุตกอิสระในอากาศมีแรงต้านจากอากาศ แต่ในความเป็นจริงแล้วครูไม่ได้กล่าวเน้นถึงเรื่องนี้นัก (จากประสบการณ์สอนของผู้วิจัย) หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU) ร้อยละ 40 (จำนวน 10 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายเพิ่มเติมมากขึ้นว่ามีแรงต้านการเคลื่อนที่มากระทำด้วย คือ แรงลอยตัวและแรงหนืด ในทิศสวนทางกับทิศของแรงโน้มถ่วง ทำให้แรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์จนวัตถุมีความเร็วคงที่ แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 36 (จำนวน 9 คน) ซึ่งแทบจะไม่แตกต่างกับจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องนัก โดยนักเรียนอธิบายว่าอย่างถูกต้องแต่นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ยังไม่ครอบคลุมว่าวัตถุช่วงหลังมีแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์ เพราะเกิดจากการหักล้างกันของแรงต้านกับแรงโน้มถ่วงนั่นเองและยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) ร้อยละ 24 (จำนวน 6 คน) โดยนักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าเกิดแรงกระทำอย่างไรในทิศทางใด นักเรียนเพียงตอบได้ว่ามีกราฟความสัมพันธ์แบบใดแต่อธิบายในเชิงลึกไม่ได้ จากการวิเคราะห์เชิงลึกนักเรียนที่ตอบเรื่องกฎข้อที่ 1 ไม่ได้ในกรณีแรงลอยตัว ตอบในเรื่องกฎข้อที่ 1 ในข้อนี้ไม่ได้เช่นกัน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่านักเรียนยังไม่มีความรู้พื้นฐาน เรื่อง แรงอย่างเพียงพอ

6. แนวคิดย่อยของนักเรียน เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล

จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มคำตอบแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ความดันของของเหลว ในคำถามข้อที่ 1 2 3 และ 4ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นำมาสรุปเป็นร้อยละดังแสดงในตารางที่ 8ต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียน 25 คน

ข้อย่อยที่	รายละเอียดแนวคิด	กลุ่มแนวคิดของนักเรียนก่อน/หลัง (คน)				
		SU	PU	PU SM	SM	NU
1	อัตราการไหลมีค่าคงที่	0/20	0/3	0/2	23/0	2/0
2	อัตราการไหลเท่ากับผลคูณของขนาดพื้นที่ของท่อการไหลและผลคูณของความเร็ว	0/21	0/4	2/0	21/0	2/0
3	การประยุกต์ใช้อัตราการไหลและหลักการของแบร์นูลลี	0/16	0/9	0/0	23/0	2/0
4	การประยุกต์ใช้อัตราการไหลและหลักการของแบร์นูลลี	0/22	0/3	0/0	23/0	2/0
รวม (คน)		**0/79**	**0/19**	**2/2**	**90/0**	**8/0**
เฉลี่ย (ร้อยละ)		**0/79.00**	**0/19.00**	**2.00/2.00**	**90.00/0**	**8.00/0**

จากตารางที่13พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องพลศาสตร์ของของไหล แนวคิดของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น กล่าวคือนักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากเดิมนักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้อง กลายเป็นมีแนวคิดถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 79.0 หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) พัฒนาขึ้นจากเดิมนักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน กลายเป็นมีแนวคิดถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 19.0 นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนทั้งก่อนและหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 2.00 จากการวิเคราะห์เชิงลึกนักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดและนักเรียนกลุ่มนี้พัฒนาไปเป็นนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องทุกคน โดยพบว่านักเรียนมีแนวคิดย่อย เรื่องพลศาสตร์ของของไหลในประเด็นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้หลักการของแบร์นูลลีนักเรียนได้พัฒนาขึ้นเป็นจำนวนมากที่สุด จำนวน 22 คน และในขณะเดียวกันนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้เป็นจำนวนน้อยที่สุด ซึ่งในประเด็นการประยุกต์ใช้หลักการของแบร์นูลลีมีข้อคำถามที่แตกต่างกันไป นักเรียนจะมีแนวคิดพัฒนาน้อยในข้อคำถามเกี่ยวกับการนำหลักการของแบร์นูลลีมาประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการสร้างหัวฉีดพ่นน้ำ และนักเรียนมีแนวคิดพัฒนามากสุดในข้อคำถามการนำหลักการของแบร์นูลลีมาประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการเป่าลูกโป่งให้แยกจากกัน

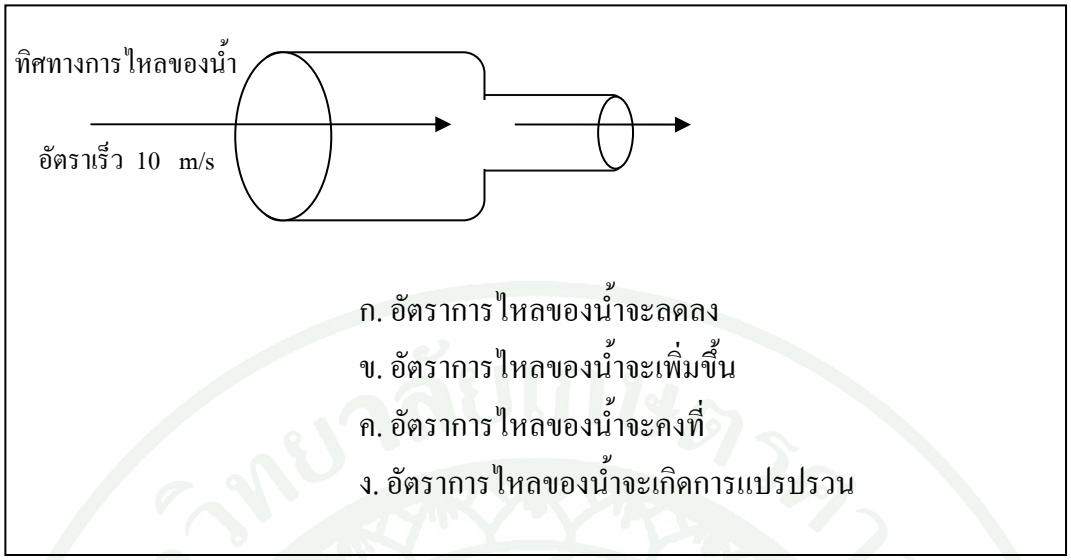
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดย่อย เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล แนวคิดที่ถูกต้อง คือ อัตราการไหลมีค่าคงที่ จะได้ความสัมพันธ์ของพื้นที่หน้าตัดแปรผกผันกับความเร็ว และจากหลักการของแบร์นูลลี่ ของไหลอยู่ในระดับเดียวกันความเร็วของของไหลมีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้ความดันมีค่าลดลง ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเรื่องนี้ นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขนาดของท่อ นักเรียนคิดว่าถ้าขณะที่เปลี่ยนขนาดท่อจากท่อเล็กเป็นท่อใหญ่ จะทำให้น้ำมีความเร็วมากขึ้นและปริมาตรของน้ำไหลได้มากกว่าท่อเล็ก หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดมากขึ้น นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดถูกต้อง และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน นักเรียนสามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ แต่มีนักเรียนส่วนน้อยที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (ร้อยละ 2) ทั้งนี้โดยภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบและอธิบายถูกต้อง เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนออกแบบการทดลองและเห็นผลทันที โดยให้นักเรียนได้ทำการเป่าลมผ่านลูกโป่งสองลูกที่วางห่างกัน นักเรียนสามารถเห็นผลการทดลองได้อย่างชัดเจน คือลูกโป่งแยกออกจากกัน สอดคล้องกับในประเด็นการประยุกต์ใช้หลักการของแบร์นูลลี หลังเรียนนักเรียนได้พัฒนาขึ้นมากที่สุด ทั้งนี้ยังมีบางส่วนที่อธิบายได้ไม่ครอบคลุมความสัมพันธ์ในเชิงทฤษฎีของอัตราการไหลและหลักการของแบร์นูลลี ซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีสมการเข้ามาอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น สอดคล้องกับประเด็นการประยุกต์ใช้หลักการของแบร์นูลลีสร้างเป็นหัวฉีดพ่นน้ำ นักเรียนอธิบายได้ไม่ครอบคลุมหลักการวิทยาศาสตร์ อาจจะเป็นเพราะครูให้ใบงานแก่นักเรียนให้ไปสืบเสาะค้นหาความรู้เรื่องนี้ แต่นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติจริงส่งผลให้นักเรียนอธิบายได้ไม่ครอบคลุม

จากคำตอบของนักเรียนอธิบายได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับพลศาสตร์ของของไหลได้โดยในแต่ละข้อย่อยมีรายละเอียดของข้อคำถามและการพัฒนาของคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

6.1 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล ข้อที่ 1ท่อน้ำวางในแนวระดับมีน้ำไหลอย่างสม่ำเสมอด้วยอัตราเร็ว 10 m/sท่อคอดลงครึ่งหนึ่งจากตอนแรก อัตราการไหลของน้ำจะเป็นอย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 18 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่1 เรื่องพลศาสตร์ของของไหล

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 20คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับอัตราการไหลคงที่ได้และอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการไหลได้อย่างถูกต้องดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

"ยิ่งท่อมีขนาดเล็กลงน้ำจะไหลได้น้อยลง" (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

"อัตราการไหลของน้ำลดลง" (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S08: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

"อัตราการไหลมีค่าคงที่ เท่ากับพื้นที่หน้าตัดของท่อคูณด้วยความเร็ว ถ้าพื้นที่หน้าตัดแคบลงความเร็วจะมีค่าเพิ่มขึ้น" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“อัตราการไหลมีค่าคงที่ตลอด จากสมการ $A_1v_1 = A_2v_2$ ดังนั้น $A\alpha\frac{1}{v}$ ทำให้ความเร็วมากขึ้นเมื่อท่อมีขนาดเล็กลง” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S08: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 3คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่าอัตราการไหลจะคงที่ แต่นักเรียนอธิบายไม่ครอบคลุมถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นว่าอัตราการไหลจะเป็นความสัมพันธ์ของพื้นที่หน้าตัดคูณด้วยความเร็วของของไหลมีค่าคงที่คือ เมื่อท่อมีขนาดเล็กของไหลจะไหลได้เร็ว และหากท่อมีขนาดใหญ่ของไหลจะไหลได้ช้าลงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

“น้ำไหลด้วยความเร็วเท่ากันตลอดการเคลื่อนที่” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S23: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“อัตราการไหลคงที่ตลอดการเคลื่อนที่” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S23: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) เป็นจำนวน 2คน จากการวิเคราะห์เชิงลึก พบว่านักเรียนกลุ่มนี้พัฒนามาจากนักเรียนกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)ทั้งหมด โดยนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงอัตราการไหลของน้ำว่ามีค่าคงที่ และไม่ได้แสดงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นว่าพื้นที่หน้าตัดของท่อการไหลแปรผกผันกับความเร็วของของไหล ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

ไม่ตอบคำถาม (NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S06: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

"ท่อเล็กลงน้ำไหลเร็วเพิ่มขึ้น" (PUSMตอบแบบทวนคำตอบเดิม)

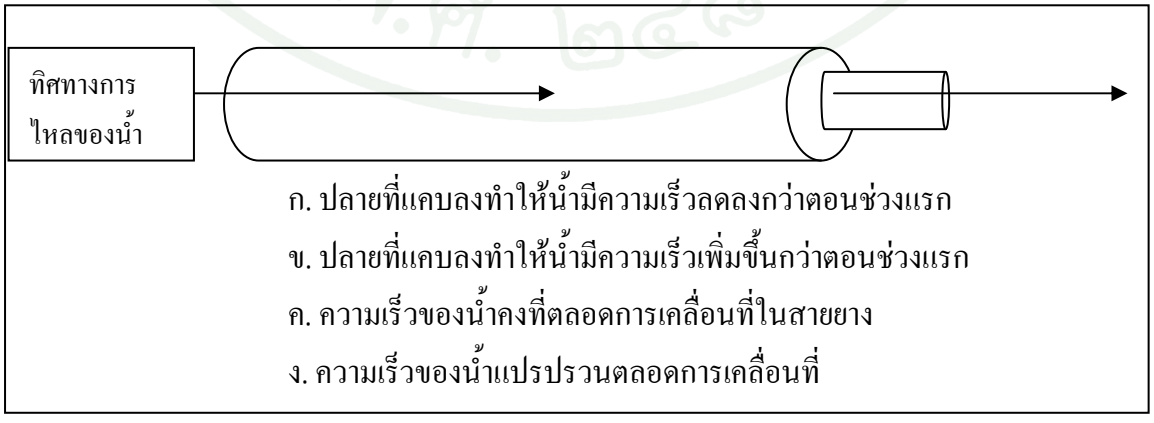
คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S22: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 92(จำนวน 23คน) และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 8 (จำนวน 2คน)โดยนักเรียนได้ให้คำอธิบายว่าเพราะท่อเล็กลงจึงทำให้ความเร็วลดลงด้วย บางส่วนอธิบายว่าน้ำไหลเท่าเดิมทำให้ความเร็วไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมีค่าเท่าเดิม หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU) ร้อยละ 80(จำนวน 20คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดถูกต้องว่า อัตราการไหลมีค่าเท่ากับปริมาตรการไหลของของเหลวในช่วงเวลาหนึ่งซึ่งมีค่าคงที่เสมอและเป็นความสัมพันธ์ของพื้นที่หน้าตัดคูณด้วยความเร็วของของไหล แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 12(จำนวน 3คน) โดยนักเรียนได้อธิบายถูกต้องว่า อัตราการไหลมีค่าคงที่ แต่นักเรียนไม่ได้แสดงความสัมพันธ์ว่าอัตราการไหลเกิดจากความเร็วคูณกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ และยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) ร้อยละ 8(จำนวน2คน) โดยนักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มไม่มีแนวคิด (ที่ไม่ตอบคำถาม) โดยนักเรียนตอบโดยไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เข้าไปเกี่ยวข้อง

6.2 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง พลศาสตร์ของของไหลข้อที่2สายยางวางในแนวระดับมีน้ำไหลอย่าสม่ำเสมอด้วยอัตราเร็ว 20 m/s ถ้าต่อปลายให้แคบลงจากตอนแรก ความเร็วของน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร



ก. ปลายที่แคบลงทำให้น้ำมีความเร็วลดลงกว่าตอนช่วงแรก

ข. ปลายที่แคบลงทำให้น้ำมีความเร็วเพิ่มขึ้นกว่าตอนช่วงแรก

ค. ความเร็วของน้ำคงที่ตลอดการเคลื่อนที่ในสายยาง

ง. ความเร็วของน้ำแปรปรวนตลอดการเคลื่อนที่

ภาพที่ 19 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่3 เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบว่านักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 21คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับอัตราการไหลของน้ำว่ามีความสัมพันธ์ของผลคูณของพื้นที่หน้าตัดกับความเร็วซึ่งมีค่าคงที่ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

"ขนาดท่อเล็กลงส่งผลให้ความเร็วของน้ำไหลช้าลงด้วย" (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

"ความเร็วของน้ำคงที่ตลอดการเคลื่อนที่ของสายยาง" (PUSM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S05: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

"อัตราการไหลคงที่จะได้สมการ $A_1v_1 = A_2v_2$ ดังนั้น $A\alpha\frac{1}{v}$ ดังนั้นยิ่งมีพื้นที่หน้าตัดเล็กลงความเร็วของน้ำจะยิ่งเพิ่มมากขึ้น" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S02: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

"อัตราการไหลของน้ำมีค่าเท่ากับผลคูณของพื้นที่หน้าตัดกับความเร็วซึ่งมีค่าคงที่ ดังนั้นพื้นที่หน้าตัดใหญ่ความเร็วของน้ำจะช้าลง" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S05: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 4คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องแต่นักเรียนยังอธิบายไม่ครอบคลุมความสัมพันธ์ทั้งหมดของอัตราการไหล ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังต่อไปนี้

"น้ำไหลด้วยความเร็วเท่ากันตลอดการเคลื่อนที่" (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S21: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

"พื้นที่หน้าตัดเล็กลงทำให้ความเร็วของน้ำเพิ่มขึ้น" (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

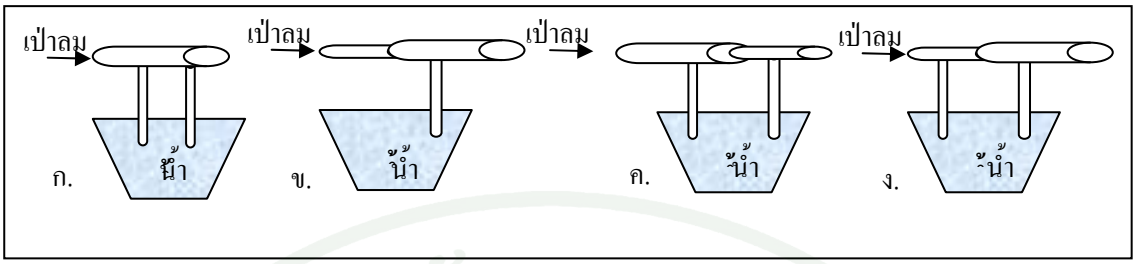
(S21: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 84 (จำนวน 21 คน)นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PUSM) ร้อยละ 8 (จำนวน 2 คน) และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 8 (จำนวน 2 คน) โดยภาพรวมนักเรียนได้ให้คำอธิบายว่าท่อมีขนาดเล็กลงทำให้น้ำไหลได้น้อยส่งผลให้ท่อมีความเร็วลดลงด้วย ซึ่งนักเรียนไม่ได้พิจารณากรณีอัตราการไหลมีค่าคงที่ หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) ร้อยละ 82 (จำนวน 21 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายอัตราการไหลมีค่าคงที่ เกิดจากผลคูณของพื้นที่หน้าตัดกับความเร็วซึ่งมีค่าคงที่ความเร็วจะแปรผกผันกับพื้นที่หน้าตัดของท่อแต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 16 (จำนวน 4 คน) โดยนักเรียนได้อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความเร็วแปรผกผันกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายแสดงความสัมพันธ์ให้ครอบคลุมว่าอัตราการไหลจะต้องมีค่าคงที่เสมอ ทั้งนี้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มขึ้นเนื่องมากจากการจัดการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง โดยเปิดน้ำจากท่อแล้วปิดปลายท่อให้เล็กลง น้ำได้ระยะทางในการพุ่งไปในแนวราบไกลขึ้น โดยน้ำนั้นก็มาจากก๊อกเดียวกันนั่นเอง

6.3 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่อง พลศาสตร์ของของไหลข้อที่3เมื่อนำหลอดไปจุ่มน้ำซึ่งอยู่ในแก้วที่เปิดฝาไว้ แล้วเป่าลมทางด้านซ้าย ให้ลมออกทางด้านขวา หลอดชนิดไหนที่น่าจะสามารถพ่นให้น้ำพุ่งออกมาได้ง่ายที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่ 3 เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 16คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการเป่าลมให้น้ำออกจากหลอดโดยใช้หลักการของแบร์นูลลีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“ท่อใหญ่ตลอดลำสามารถดึงน้ำได้มากกว่าและสามารถผลักน้ำไปยังท่อเล็กด้านหน้าได้สะดวก” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S01: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“น้ำจากท่อเล็กดันน้ำไปท่อใหญ่ได้น้ำจึงพุ่งออกมาเมื่อเป่าลม” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S09: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

“จากหลักการอัตราการไหล คือ ผลคูณของพื้นที่หน้าตัดกับความเร็วมีค่าคงที่ และหลักการของแบร์นูลลีว่าของไหลชนิดเดียวกันที่เคลื่อนที่ในแนวระดับเดียวกันความเร็วมีค่าเพิ่มขึ้นความดันจะมีค่าลดลง ทำให้น้ำพุ่งจากพื้นที่มากความเร็วต่ำความดันสูง ดันน้ำไปยังท่อเล็ก” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S01: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“อัตราการไหล และแบร์นูลลีเมื่อเป่าลมเข้าไปในท่อพื้นที่หน้าตัดใหญ่ความเร็วลมต่ำความดันจะมาก ลมผ่านไปยังท่อเล็กพื้นที่หน้าตัดเล็กความเร็วลมมากความดันน้อย น้ำถูกดันขึ้นมาปลายท่อพุ่งออกมาได้” (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S09:แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 9คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่า แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายครอบคลุมความสัมพันธ์ทั้งหมด ของอัตราการไหลและแบร์นูลลี ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“ขนาดของท่อเท่ากันทำให้น้ำสามารถไหลไปได้ดีกว่า” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S13: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ขนาดของปลายท่อใหญ่น้ำไหลได้ปริมาณมากสุดและมีท่อดึงน้ำสองท่อจะทำให้ดึงน้ำมาได้” (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S20: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ท่อใหญ่มีความเร็วต่ำความดันสูงดันน้ำสู่ท่อเล็กได้” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S13:แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

“จากหลักการแบร์นูลลีและอัตราการไหลคงที่ทำให้น้ำไหลออกจากปลายเล็กได้มาก โดยท่อใหญ่ดันน้ำไปยังท่อเล็กได้จึงสามารถเป่าน้ำออกมาได้” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

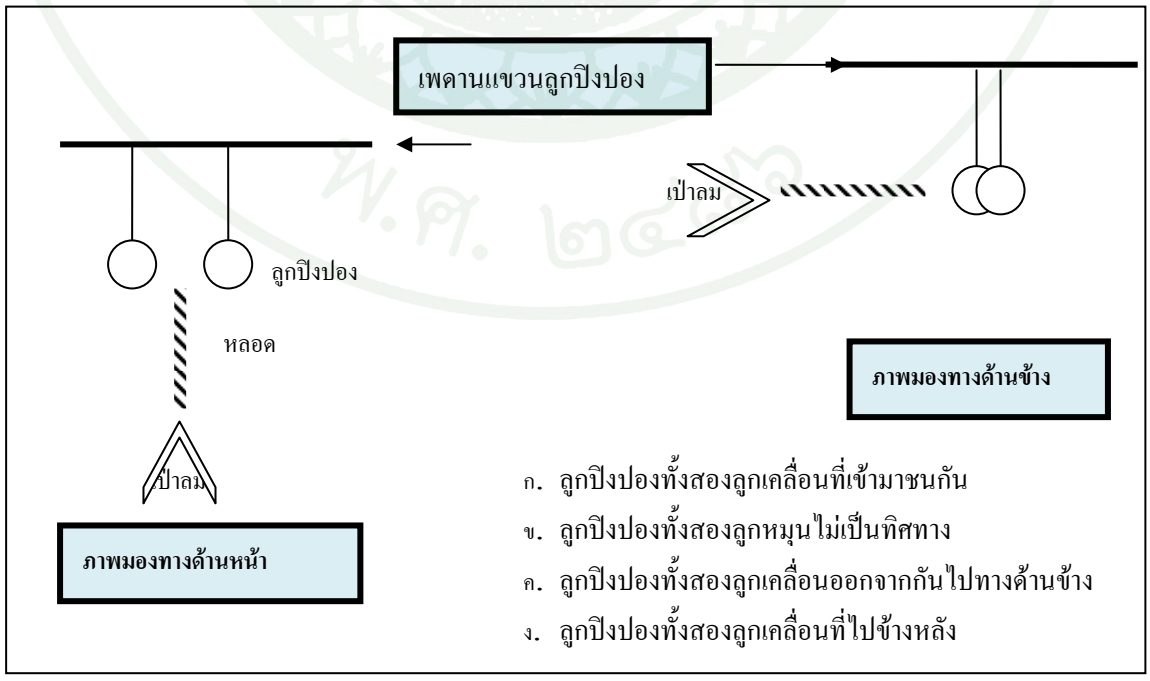
(S20: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ92 (จำนวน 23 คน) และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 8 (จำนวน 2 คน) โดยภาพรวมนักเรียนได้ให้คำอธิบายว่าท่อใหญ่ตลอดทั้งท่อสามารถดันน้ำได้ดีกว่า เพราะมีแรงดันดันน้ำปริมาณมากๆได้ นักเรียนไม่ได้อธิบายในเชิงของความสัมพันธ์ของอัตราการไหลและหลักการของแบร์นูลลี ว่าอัตราการไหลเท่ากับผลคูณของพื้นที่หน้าตัดกับความเร็วมีค่าคงที่ และหลักการของแบร์นูลลีว่าของไหลชนิดเดียวกันเคลื่อนที่ในแนวระดับเดียวกันความเร็วมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้ความดันมีค่าลดต่ำลง ดังนั้นของไหลเคลื่อนที่ผ่านท่อใหญ่ จะมีความเร็วต่ำ ความดันจะสูง ไปสู่ท่อเล็กของไหลจะมีความเร็วสูงความดันต่ำ สามารถดูดน้ำให้ขึ้นมาได้หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU) ร้อยละ 56 (จำนวน 16 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการไหลและหลักการของแบร์นูลลีได้ถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 36 (จำนวน 9 คน) โดยนักเรียนได้อธิบาย ได้ว่าควรเป่าลมเข้าท่อใหญ่เพื่อดันน้ำให้เข้าท่อเล็กได้ แต่นักเรียนไม่แสดงถึงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลและหลักการของแบร์นูลลี ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนครูได้ให้นักเรียนออกแบบหลอดที่สามารถดึงน้ำได้ให้เหมือนหัวฉีดสเปรย์ โดยให้นักเรียนไปศึกษาหลักการทำงานของหัวฉีดสเปรย์ นักเรียนจึงสามารถตอบได้ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนนักเรียนยังอธิบายโดยใช้หลักการไม่ครอบคลุมความสัมพันธ์ทั้งหมดดังที่กล่าวมา

6.4 คำถามของแนวคิดย่อย เรื่องพลศาสตร์ของของไหลข้อที่ 4 นำหลอดมาเป่าลมอย่างแรง ให้ลมนั้นเคลื่อนที่ผ่านระหว่างลูกปิงปอง ที่แขวนอยู่ 2ลูก ดังรูป ผลที่เกิดจะเป็นอย่างไร



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 21 ประกอบคำถามแนวคิดย่อยข้อที่4 เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดถูกต้องเป็น 22คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการเป่าลมจากหลอดให้ผ่านช่องของลูกปิงปอง โดยใช้หลักการของแบร์นูลลีอธิบายความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้องดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

"แรงลมจะผลักให้ลูกปิงปองแยกจากกัน" (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S03: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม2553)

"ลูกปิงปองถูกแรงลมผลักไปด้านหลัง" (SM)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(S15: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

"จากหลักการของแบร์นูลลี่ว่าของไหลเมื่อเป่าลมในแนวระดับมีความเร็วมากขึ้นจะมีความดันน้อยลง เป่าลมจากหลอดทำให้อากาศมีความเร็วสูงขึ้นความดันต่ำกว่าความดันของอากาศรอบลูกปิงปองทำให้ลูกปิงปองถูกดันเข้ามาชนกัน" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S03: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

"หลักการของแบร์นูลลี่ เราเป่าลมตรงกลางลูกปิงปองทำให้มีความเร็วสูงซึ่งความดันจะต่ำ ทำให้บริเวณของลูกปิงปองมีความดันสูงกว่าถูกดูดให้เคลื่อนที่เข้าหากัน" (SU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(S15: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถูกต้องเป็น 3คน โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่า แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายครอบคลุมความสัมพันธ์ทั้งหมดของหลักการของแบร์นูลลีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ไม่ตอบคำถาม(NU)

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน
(S16: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, พฤษภาคม 2553)

“ความเร็วสูงจะมีความดันต่ำ” (PU)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
(S16: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กรกฎาคม 2553)

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน(PUSM) ในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และในกลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)ร้อยละ 92 (จำนวน 22 คน) และนักเรียนไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 8 (จำนวน 2 คน)โดยภาพรวมนักเรียนได้ให้คำอธิบายว่าแรงลมจะเป่าให้ลูกปิงปองเคลื่อนที่ได้ทางด้านหลังหรือแยกออกจากกันหรือเคลื่อนที่ไม่เป็นระเบียบ ไม่มีนักเรียนตอบว่าลูกปิงปองจะเคลื่อนที่เข้าหากันเลย จะเห็นว่านักเรียนใช้หลักของแรงกระทำต่อมวลมาอธิบายในข้อนี้ ซึ่งที่จริงเราเป่าลมจากหลอดไปยังตรงกลางของลูกปิงปอง ไม่ได้กระทบลูกปิงปองแต่อย่างไร หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง(SU) ร้อยละ 88(จำนวน 22 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์หลักของแบร์นูลลีได้ถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 12(จำนวน 3คน) โดยนักเรียนตอบได้ถูกต้องว่าลูกปิงปองจะต้องเคลื่อนที่เข้าหากัน เพราะในการจัดการเรียนรู้ของครูได้ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงโดยผลปรากฏว่าลูกปิงปองลู่เข้าหากัน ทั้งนี้นักเรียนบางส่วน (จำนวน 22 คน)ได้อธิบายหลักการความสัมพันธ์อย่างชัดเจน แต่ยังมีนักเรียนส่วนน้อย (จำนวน 3 คน) อธิบายไม่ครอบคลุมหลักการของแบร์นูลลี

ตอนที่ 2 การพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เรื่องของไหลโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ตามแบบวิธีการของลิเคิร์ทให้นักเรียนทำก่อนเรียนและหลังเรียน เนื้อหาของแบบวัดเป็นข้อความทั้งด้านบวกและด้านลบเกี่ยวกับด้านเนื้อหาของวิชาฟิสิกส์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์และพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ และคำตอบของนักเรียนในระหว่างการสอนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จาก อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน และบันทึกการสอนของครูมาทำการวิเคราะห์ผลได้ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการสรุปแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ด้าน	ระดับเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์		การเพิ่มขึ้นของเจตคติ (ร้อยละ)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
เนื้อหา	1.90	3.82	101.05
กิจกรรม	1.77	4.15	134.46
ประโยชน์	1.73	3.96	128.90
พฤติกรรม	1.56	3.60	130.77
ระดับเจตคติรวมทั้งหมด	**1.75**	**3.89**	**122.29**

จากตารางที่ 14 ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีเจตคติด้านพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์น้อยที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย 1.56 ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนมีความประสงค์ที่จะมุ่งเป้าหมายอนาคตของตนเองในการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาที่ไม่ใช้ทางสาขาที่เกี่ยวข้องในวิชาฟิสิกส์เป็นส่วนมาก หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าในเจตคติด้านพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ก็ยังคงมีค่าเฉลี่ยน้อยสุดเช่นกัน คือมีค่าเฉลี่ย 3.60 แต่ เจตคติเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับดี หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เจตคติด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ มีค่าเฉลี่ย 4.15 เจตคติอยู่ในระดับดี เจตคติพัฒนาขึ้น ร้อยละ 134.46 ซึ่งเป็นเจตคติที่พัฒนาได้สูงสุดเช่นกัน ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากก่อนหน้านี้นักเรียนไม่ได้เรียนในลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไม่เคยได้ทำกิจกรรมการทดลองลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองและไม่เคยได้นำสิ่งรอบตัวมาประกอบเป็นปัญหาในการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับต่ำก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แต่หลังการทำกิจกรรมทำให้นักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจตคติพัฒนามากขึ้น แต่ถึงอย่างไรก็ตามหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้นักเรียนมีเจตคติทุกด้านอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์

ข้อที่	ข้อความ	จำนวนนักเรียน คน (ร้อยละ) ก่อน/หลัง					คะแนน ก่อน/หลัง	เฉลี่ยระดับเจตคติ ก่อน/หลัง
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง		
1	เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นเนื้อหาที่น่าสนใจ	1/8 (4/32)	1/12 (4/48)	2/5 (8/20)	9/0 (36/0)	12/0 (48/0)	45/103	1.80/4.12
2	ฉันรู้สึกน่าเบื่อหน่ายกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์	11/0 (44/0)	8/3 (32/12)	3/6 (12/24)	2/9 (8/36)	1/7 (4/28)	49/95	1.96/3.80
3	เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้ยาก	13/3 (52/12)	6/6 (24/24)	4/8 (16/32)	½ (4/8)	1/6 (4/24)	46/77	1.84/3.08
4	ฉันชอบเรียนวิชาฟิสิกส์เพราะมีเนื้อหาที่น่าสนใจ	1/9 (4/36)	2/8 (8/32)	3/6 (12/24)	8/1 (32/4)	11/1 (44/4)	49/98	1.96/3.92
5	เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	1/12 (4/48)	2/7 (8/28)	¾ (12/16)	7/2 (28/8)	12/0 (48/0)	48/104	1.92/4.16
เฉลี่ยเจตคติรวมด้านเนื้อหาก่อน/หลัง = 1.90/3.82								

จากตารางที่ 15 ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีเจตคติ ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับต่ำทุกประเด็น คือ หัวข้อเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นเนื้อหาที่น่าสนใจ ฉันรู้สึกเบื่อหน่ายกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้ยากฉันชอบเรียนวิชาฟิสิกส์เพราะมีเนื้อหาที่น่าสนใจและเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันโดยในหัวข้อเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นเนื้อหาที่น่าสนใจเป็นหัวข้อที่นักเรียนมีเจตคติน้อยที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย 1.80 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีเจตคติด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในระดับดีในทั้ง 4ประเด็น คือ หัวข้อเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นเนื้อหาที่น่าสนใจหัวข้อฉันชอบเรียนวิชาฟิสิกส์เพราะมีเนื้อหาที่น่าสนใจหัวข้อฉันรู้สึก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น่าเบื่อหน่ายกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์และหัวข้อเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ส่วนในประเด็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้ยากนักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 3.08

จากผลการวิจัยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีความคิดว่าเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นเนื้อหาที่ไม่น่าสนใจ น่าเบื่อ ยาก ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันทำให้ไม่ชอบในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีเจตคติด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น หัวข้อเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้ยากนักเรียนคิดว่าเนื้อหาวิชาฟิสิกส์น่าสนใจไม่น่าเบื่อ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้รู้สึกชอบในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์มากขึ้น แต่ยังคงมีความคิดอยู่ว่า เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นเรื่องที่เรียนรู้ได้ยากอยู่

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและบันทึกของครูหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ที่พบว่านักเรียนมีเจตคติด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ของครูเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและครูมีการยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่ใกล้ตัวของนักเรียนประกอบการอธิบายเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ตัวอย่างเช่น การดำน้ำของนักเรียนยิ่งดำลึกเท่าไรยิ่งรู้สึกหูอื้อจากความดันมากขึ้น และเมื่อนักเรียนว่ายน้ำนักเรียนจะรู้สึกเบาหรือการที่ยกของในน้ำแล้วรู้สึกเบาเป็นเพราะเกิดจากแรงลอยตัวคอยพยุงตัวนักเรียนไว้ เป็นต้นทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานและให้ความสนใจในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น แต่ก็ยังมีนักเรียนแสดงความเห็นถึงเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ว่าเป็นวิชาที่เข้าใจยาก อาจจะเป็นเพราะมีสมการแก้ปัญหาโจทย์สถานการณ์ต่างๆ รวมทั้งต้องนำความรู้ทางวิชาคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ยากแก่การทำความเข้าใจ ประกอบกับช่วงแรกๆนักเรียนยังไม่เคยชินกับการสอนโดยใช้กิจกรรมการทดลอง ส่งผลให้นักเรียนสรุปแนวคิดสำคัญที่ได้จากการทดลองไม่ได้ ดังตัวอย่างข้อคิดเห็นของนักเรียน ต่อไปนี้

“บางเวลาคิดว่าเป็นวิชาที่น่าเบื่อ เพราะไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาได้”

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 1: S02, พฤษภาคม 2553)

“สนุกสนานที่ได้ทำการทดลอง และเห็นผลการทดลองที่ชัดเจน เข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์ขึ้น”

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 2: S02, พฤษภาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

"สนุกสนานกับการทดลอง ไม่เครียด"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 3: S24, พฤษภาคม2553)

"รู้สึกฟิสิกส์ไม่น่าเบื่ออย่างที่คิด ชอบฟิสิกส์ขึ้นเยอะ"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่4: S12, พฤษภาคม2553)

"ฟิสิกส์ไม่ยากอย่างที่คิด ฟิสิกส์มันอยู่รอบๆ ตัวเรา"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 5: S09, กรกฎาคม 2553)

"นักเรียนเพลิดเพลินกับการทดลอง สามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 6: S15, กรกฎาคม 2553)

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

ข้อที่	ข้อความ	จำนวนนักเรียน คน (ร้อยละ) ก่อน/หลัง					คะแนนก่อน/หลัง	เฉลี่ยระดับเจตคติก่อน/หลัง
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง		
6	ฉันไม่เคยรู้สึกท้าทายความสามารถเมื่อทำกิจกรรมทางฟิสิกส์	12/2 (48/8)	9/2 (32/8)	3/6 (12/24)	1/7 (4/28)	0/8 (0/32)	43/92	1.92/3.68
7	การทำกิจกรรมทางฟิสิกส์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ	10/0 (40/0)	9/1 (36/4)	5/3 (20/12)	1/8 (4/32)	0/13 (0/52)	47/108	1.72/4.32
8	การทำกิจกรรมทางฟิสิกส์ทำให้เสียเวลาเรียน	14/1 (56/4)	8/1 (32/4)	2/1 (8/4)	1/13 (4/52)	0/9 (0/36)	40/103	1.88/4.12
9	การทำกิจกรรมทางฟิสิกส์ช่วยให้ฉันเข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์มากขึ้น	0/12 (0/48)	0/9 (0/36)	5/3 (20/12)	10/1 (40/4)	10/0 (40/0)	45/107	1.60/4.28
10	การทำกิจกรรมทางฟิสิกส์ทำให้ฉันเร้าใจที่จะ	0/13 (0/52)	1/8 (4/32)	4/3 (16/12)	7/1 (28/4)	13/0 (52/0)	43/108	1.80/4.32

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

	แก้ปัญหาการทดลอง							
11	การทำกิจกรรมทางฟิสิกส์ทำให้ฉันรู้สึกท้าทายเมื่อได้ค้นพบความรู้	0/11 (0/44)	0/8 (0/32)	6/5 (24/20)	9/1 (36/4)	10/0 (40/0)	46	1.72/4.16
เฉลี่ยเจตคติรวมด้านเนื้อหาก่อน/หลัง = 1.90/3.82								

จากตารางที่ 16 ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีเจตคติด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับต่ำในทุกประเด็น ได้แก่ หัวข้อฉันไม่เคยรู้สึกท้าทายความสามารถเมื่อทำกิจกรรมทางฟิสิกส์การทำกิจกรรมทางฟิสิกส์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อการทำกิจกรรมทางฟิสิกส์ทำให้เสียเวลาเรียน การทำกิจกรรมฟิสิกส์ช่วยให้ฉันเข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์มากขึ้นการทำกิจกรรมทางฟิสิกส์ทำให้ฉันเร้าใจที่จะแก้ปัญหาการทดลองและการทำกิจกรรมทางฟิสิกส์ทำให้ฉันรู้สึกท้าทายเมื่อได้ค้นพบความรู้ โดยในหัวข้อการทำกิจกรรมฟิสิกส์ช่วยให้ฉันเข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์มากขึ้นเป็นหัวข้อที่นักเรียนมีเจตคติต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเจตคติเท่ากับ 1.60 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีเจตคติด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ในระดับดีทุกประเด็น

จากผลการวิจัยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีความคิดว่ากิจกรรมวิชาฟิสิกส์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ ในการแก้ปัญหาการทดลอง รู้สึกเสียเวลากับกิจกรรมการทดลองในคาบเรียนซึ่งไม่ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อวิชาฟิสิกส์มากขึ้นแต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีเจตคติด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้นนักเรียนคิดว่ากิจกรรมวิชาฟิสิกส์ไม่น่าเบื่อ กิจกรรมวิชาฟิสิกส์ช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์มากขึ้นทำให้ไม่เสียเวลาที่จะทำกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ ร่วมกับรู้สึกท้าทายตนเองในการแก้ปัญหาหาคำตอบของการทดลอง

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและบันทึกของครูหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีเจตคติด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น โดยพบว่านักเรียนชอบและมีความสนุกสนานไม่เบื่อหน่ายกับการได้ทำกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ที่หลากหลายนักเรียนรู้สึกว่าตนเองไม่เสียเวลาไปกับการทำกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ เพราะนักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์จากการทำกิจกรรมมากขึ้น ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของครูเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งปกตินักเรียนไม่เคยได้ทำกิจกรรมมาก่อนอาจจะทำให้ระยะแรกนักเรียนไม่รู้ว่าจะทำกิจกรรมการทดลองเพื่อหาคำตอบอย่างไรแต่ครูก็เอาปัญหาที่เกิดขึ้นรอบตัวในชีวิตประจำวันของนักเรียนมากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจทำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ให้นักเรียนรู้สึกเร้าใจสนใจที่จะแก้ปัญหาการทดลอง นักเรียนได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่มทำให้มีโอกาสอภิปรายแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้กับนักเรียนคนอื่นๆ รวมทั้งการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ตัวอย่างเช่น ภาพเคลื่อนไหว คลิปวีดีโอ รูปภาพต่างๆ มีใบกิจกรรมหลากหลายเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันดังตัวอย่างข้อคิดเห็นของนักเรียนต่อไปนี้

"เบื่อนิดๆ เพราะไม่รู้จะทำอะไร"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 1: S02, พฤษภาคม 2553)

"สนุกดีเพราะครูมีกิจกรรมการทดลองหลากหลายมาให้ตลอด"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 2: S02, พฤษภาคม2553)

"สนุกสนานเพราะได้ทำการทดลองด้วยตนเอง"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 3: S25, พฤษภาคม2553)

"ชอบ เพราะได้ทดลองมีการแก้ปัญหาที่เราสงสัยในชีวิตประจำวันของเราเอง"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 4: S14, พฤษภาคม2553)

"สนุกสนานดี ท้าทายความสามารถของตนเองดี"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 5: S12, กรกฎาคม 2553)

"สนุกครูมีกิจกรรมเยอะมาให้ทำให้รู้สึกไม่เบื่อเวลาครูสอน และยิ่งเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่6: S22, กรกฎาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์

ข้อที่	ข้อความ	จำนวนนักเรียน คน (ร้อยละ) ก่อน/หลัง					คะแนน ก่อน/หลัง	เฉลี่ยระดับเจตคติ ก่อน/หลัง
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง		
12	ฉันไม่เคยสนใจรับรู้ความก้าวหน้าทางวิชาฟิสิกส์	10/0 (40/0)	9/2 (36/8)	5/6 (20/24)	1/10 (4/40)	0/7 (0/28)	47/97	1.84/3.88
13	ฉันไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในการทำงานในอนาคต	13/2 (52/8)	9/2 (36/8)	2/6 (8/24)	1/8 (4/32)	0/7 (0/28)	41/91	1.88/3.64
14	ฉันสามารถนำความรู้ทางวิชาฟิสิกส์แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	0/10 (0/40)	0/8 (0/32)	4/6 (16/24)	6/1 (24/4)	15/0 (60/0)	39/102	1.64/4.08
15	ฉันใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัวได้	0/12 (0/48)	0/9 (0/36)	3/2 (12/8)	10/2 (40/8)	12/0 (48/0)	41/106	1.56/4.24
เฉลี่ยเจตคติรวมด้านเนื้อหาก่อน/หลัง = 1.90/3.82								

จากตารางที่17 ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีเจตคติด้านประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับต่ำในทุกประเด็น ประกอบด้วยหัวข้อ คือ หัวข้อฉันไม่เคยสนใจรับรู้ความก้าวหน้าทางวิชาฟิสิกส์ฉันไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในการทำงานในอนาคตฉันสามารถนำความรู้ทางวิชาฟิสิกส์แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้และฉันใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆรอบตัวได้โดยในหัวข้อฉันใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆรอบตัวได้เป็นหัวข้อที่นักเรียนมีเจตคติต่ำที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเจตคติเท่ากับ 1.56หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีเจคติด้านประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์ในระดับดีทุกประเด็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีความคิดว่าวิชาฟิสิกส์ไม่มีประโยชน์แก่ตนเอง จึงทำให้ไม่สนใจความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ เพื่อที่จะนำความรู้นั้นไปใช้ในการทำงานแก้ปัญหาในชีวิตของตนเอง และไม่คิดว่าความรู้วิชาฟิสิกส์ที่เรียนจะนำไปอธิบายปรากฏการณ์รอบตัวเองได้ แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีเจตคติด้านประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้นในทุกหัวข้อนักเรียนมีเจตคติในระดับดี นักเรียนคิดว่าความรู้ในวิชาฟิสิกส์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตของนักเรียนได้ ทำให้ต้องสนใจในการศึกษาความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์เพื่อที่จะนำความรู้มาใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างเต็มที่

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและบันทึกของครูหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ที่พบว่านักเรียนมีเจตคติด้านประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น โดยพบว่านักเรียนมีการนำข้อคำถามเกี่ยวกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์มาอภิปรายร่วมกันในการจัดกิจกรรมในห้องเรียนเพิ่มขึ้นนักเรียนสามารถอภิปรายร่วมกับเพื่อนถึงประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์ได้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของครูจัดกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้วิชาฟิสิกส์กับชีวิตประจำวัน ยกตัวอย่างให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์รอบตัวของนักเรียนแล้วนำความรู้วิชาฟิสิกส์ไปอธิบายและไปแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น นักเรียนคิดว่าการเบรกของรถมีหลักการทำงานอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างกับการยกรถในอู่ซ่อมรถหรือไม่ หรือ นักเรียนจะออกแบบเรือให้บรรทุกวัตถุหนัก 20 นิวตันได้อย่างไรเรือถึงจะไม่จม เป็นต้น ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานเร้าใจในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตรอบตัวของนักเรียนและเล็งเห็นถึงความสำคัญของความรู้วิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้นด้วย ดังตัวอย่างข้อคิดเห็นของนักเรียน

“นำความรู้ไปใช้ในการดำน้ำได้”

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 1: S02, พฤษภาคม 2553)

“สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ในการต่อเรือได้ หรือหาค่าน้ำหนักที่จะบรรทุกในเรือได้”

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 2: S09, พฤษภาคม 2553)

“สามารถนำความรู้นี้ประยุกต์สร้างอุปกรณ์ยกน้ำหนัก โดยที่เราไม่ต้องออกแรงเยอะ”

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 3: S11, พฤษภาคม2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“สามารถอธิบายว่าทำไมจิงโจ้น้ำวิ่งบนน้ำได้ ตื่นเต้นดี”

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่4: S20, พฤษภาคม2553)

“ความรู้ฟิสิกส์สามารถนำไปใช้ประโยชน์รอบตัวมากจริงๆสนุกมาก”

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 5: S03, กรกฎาคม 2553)

“ผมสามารถทำกาลักน้ำได้จากความรู้เรื่องแบร์นูลลี และผมก็สนใจเรื่องการบินของเครื่องบิน โดยใช้หลักการนี้ด้วย ฟิสิกส์มีอะไรใหม่ๆให้เรียนรู้มากจริงๆ”

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 6: S06, กรกฎาคม 2553)

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น ความถี่)ร้อยละ(ก่อน/หลัง					คะแนน ก่อน/หลัง	เฉลี่ยระดับเจตคติ ก่อน/หลัง
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง		
16	ฉันมีความสุขที่ใช้เวลาว่างในการศึกษาความก้าวหน้าทางวิชาฟิสิกส์	0/10 (0/40)	0/7 (0/32)	4/5 (16/20)	10/2 (40/8)	11/1 (44/4)	43/98	1.64/3.92
17	ฉันไม่มีความสุขที่ได้รับมอบหมายให้ทำงานทางวิชาฟิสิกส์	15/1 (60/4)	8/2 (32/8)	2/7 (8/28)	0/8 (0/32)	0/7 (0/28)	37/93	1.72/3.72
18	การพูดคุยกับเพื่อนเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ	14/1 (56/4)	9/1 (36/4)	2/7 (8/28)	0/13 (0/52)	0/3 (0/12)	38/91	1.48/3.64
19	การเรียนวิชาฟิสิกส์ฉันฟังครูอธิบายเท่านั้น ไม่เคยค้นคว้าเพิ่มเติม	16/1 (64/4)	7/3 (28/12)	2/6 (8/24)	0/8 (0/32)	0/7 (0/28)	36/92	1.52/3.68
20	ถ้ามีโอกาสเรียนต่อฉันจะเลือกเรียนสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์	0/2 (0/8)	1/5 (4/20)	10/13 (40/52)	6/2 (24/8)	8/3 (32/12)	54/76	1.44/3.04
เฉลี่ยเจตคติรวมด้านเนื้อหาก่อน/หลัง = 1.56/3.60								

จากตารางที่ 18 ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีเจตคติด้านพฤติกรรมต่อวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับต่ำ ประกอบด้วยหัวข้อ ฉันมีความสุขที่ใช้เวลาว่างในการศึกษาความก้าวหน้าทางวิชาฟิสิกส์ฉันไม่มีความสุขที่ได้รับมอบหมายให้ทำงานทางวิชาฟิสิกส์การพูดคุยกับเพื่อนเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ฉันฟังครูอธิบายเท่านั้น ไม่เคยค้นคว้าเพิ่มเติม แต่หัวข้อถ้ามีโอกาสเรียนต่อฉันจะเลือกเรียนสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์เจตคติด้านพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับต่ำมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเจตคติเท่ากับ 1.44 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีเจตคติด้านพฤติกรรมต่อวิชาฟิสิกส์ อยู่ในระดับดีทุกประเด็นยกเว้นหัวข้อถ้ามีโอกาสเรียนต่อฉันจะเลือกเรียนสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์เจตคติด้านพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเจตคติเท่ากับ 3.04

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีพฤติกรรมต่อวิชาฟิสิกส์ที่ไม่มีความสุขที่จะใช้เวลาว่างในการศึกษาความก้าวหน้าค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมหรือทำงานที่รับมอบหมายในวิชาฟิสิกส์ รวมทั้งเบื่อหน่ายที่จะพูดคุยความรู้ฟิสิกส์กับเพื่อนๆ เพราะนักเรียนคิดว่าคงจะไม่เรียนสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้เจตคติด้านพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น นักเรียนใช้เวลาว่างในการศึกษาความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ นักเรียนมีความสุขที่จะพูดคุยและรับฟังเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและบันทึกของครูหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้พบว่าพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ในทางที่ดีเพิ่มขึ้น โดยนักเรียนส่งงานที่ได้รับมอบหมายได้ตรงเวลา การอภิปรายพูดคุยในห้องเรียนนักเรียนก็ไม่แสดงอาการเบื่อหน่ายแต่นักเรียนกลับมีความสนใจในการศึกษาต่อในสาขาวิชาฟิสิกส์ เช่น วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ หรือวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้การนำฟิสิกส์ไปใช้แก้ปัญหาหรือ สิ่งรอบตัวเรา ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยแล้วสืบค้นข้อมูลมาอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนหรือส่งงานที่ได้รับมอบหมายในรูปแบบใบงานให้สืบค้นข้อมูล ผลการเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา ประจำปี 2553 ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มศึกษากลุ่มนี้เข้าเรียนต่อในสาขาวิศวกรรมศาสตร์ 7 คน (คิดเป็นร้อยละ 28) นอกเหนือจากนี้เป็นสาขาอื่นๆ เช่น นิติศาสตร์ รัฐศาสตร์ แพทย์แผนไทย เป็นต้นเพราะเหตุนี้จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของเจตคติหัวข้อถ้ามีโอกาสเรียนต่อฉันจะเลือกเรียนสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.04) ตัวอย่างข้อคิดเห็นของนักเรียนดังนี้

“รู้สึกสนุกสนานดีเวลาร่วมกันค้นคว้าหาข้อมูลทางฟิสิกส์กับเพื่อนๆ”

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 1: S02, พฤษภาคม 2553)

“ฉันชอบสอบถามเพื่อนเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นรอบตัวโดยใช้หลักการฟิสิกส์ท้าทายดีค่ะ”

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 2: S04, พฤษภาคม 2553)

“เวลาครูมอบหมายงานให้ทำ รู้สึกได้รับความรู้เพิ่มเติม อยากทำงานแบบนี้เยอะๆ”

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 3: S07, พฤษภาคม2553)

“นำความรู้นี้ไปสอบเรียนต่อเข้ามหาวิทยาลัยได้”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่ 4: S15, พฤษภาคม2553)

"ผมอยากเป็นช่างกล จะเรียนต่อที่ไหนดี หรือสาขาไหนดี"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่5: S22, กรกฎาคม 2553)

"อยากเรียนต่อสายวิศวกรรมศาสตร์ อยากให้ครูช่วยแนะนำบ้าง"

(อนุทินสะท้อนความคิดครั้งที่6: S25, กรกฎาคม2553)

การอภิปรายผล

ตอนที่ 1 การพัฒนาแนวคิดเรื่องของไหล

จากการศึกษาปัญหาในชั้นเรียนด้านแนวคิดของของไหลและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ นำไปสู่การออกแบบงานวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พัฒนาแนวคิดของของไหลและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เรื่อง ของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องของไหลโดยยึดหลักการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น เกิดความสนุกกับการเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Billings(2001)ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นและมีความสนุกกับการเรียนผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าเมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่องของไหลนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดพัฒนาขึ้นโดยจำนวนของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนทุกแนวคิดโดยเฉพาะแนวคิดย่อยเรื่องพลศาสตร์ของของไหล รองลงมาคือแนวคิดย่อยเรื่องความดันของของเหลว ขณะที่จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อน (PUSM) แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่มีแนวคิด (NU) เรื่อง ของไหล ลดน้อยลง ดังที่ Guzzetti *et al*. (1993) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ได้สอดคล้องกับ Eisenkraft (2003) ที่ได้กล่าวว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานและแนวคิดเดิมของนักเรียนสามารถทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น เพราะในการสร้างความรู้ที่ถูกต้องนั้นนักเรียนต้องได้รับความรู้ใหม่สอดคล้องกับกรอบความรู้เดิม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ฝึกให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเองและนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาสร้างเป็นแนวคิดใหม่ ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับ Negishi (2007) ที่สนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนทำให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนลดน้อยลงและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้สามารถพัฒนาแนวคิดนักเรียนได้ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติค้นหาด้วยตนเองในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัย นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ขึ้น (National Reseach Council, 1996) ทั้งนี้เนื่องจากครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกชี้แนะแนวทางในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (พงรัตน์ ธรรมชาติ, 2545) สอดคล้องกับงานวิจัยของเรวัติ คุภมั่งมี (2542) ที่พบว่าครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกโดยเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะรู้จากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูจะป้อนคำถามและจะให้กำลังใจและเสริมแรงในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมและในขั้นสำรวจนักเรียนได้มีการวางแผนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังช่วยนำเสนอสิ่งที่สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจ สามารถเชื่อมโยงความรู้ให้สอดคล้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง สร้างความอยากรู้อยากเห็นพร้อมทั้งเกิดความสนุกสนานและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจสิ่งต่างๆ ในมุมมองที่เป็นรูปธรรมมากขึ้นและจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนต่อไป (Dewey, 1916)

แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนยังมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อน(PUSM) เกิดขึ้นในสองแนวคิดย่อย คือ เรื่องแรงลอยตัวและความหนืด สำหรับแนวคิดเรื่องแรงลอยตัวนักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับวัตถุลอยตัวอยู่ในสภาพนิ่ง โดยนักเรียนจะอธิบายไม่ถูกต้อง เนื่องจากไม่เข้าใจเรื่องกฎข้อที่ 1 ของนิวตันว่าแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์ นักเรียนไม่ได้อธิบายเกี่ยวข้องกับหลักการนี้ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น“วัตถุอยู่ในน้ำลอยน้ำเสมอทำให้เบาตาชั่งจึงอ่านค่าได้น้อยลง” ในทำนองเดียวกันกับ ในแนวคิดเรื่องความหนืด กรณีวัตถุตกลงในของเหลวหนืดช่วงแรกตกด้วยความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ในขณะเดียวกันก็จะมีแรงต้านการเคลื่อนที่คือแรงลอยตัวกับแรงหนืดมาหักล้างกับแรงโน้มถ่วง ทำให้ความเร่งมีค่าเป็นศูนย์เนื่องจากมีแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตันเช่นกันโดยนักเรียนไม่ได้อธิบายเกี่ยวข้องกับหลักการนี้ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน“ความเร็วมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเพราะมีแรงโน้มถ่วงของโลกมากระทำ” ซึ่งสาเหตุของแนวคิดคลาดเคลื่อนดังกล่าว อาจเกิดจากนักเรียนขาดความเข้าใจในกฎของนิวตันซึ่งสอดคล้องกับ Westbrook and Marek (1992)ที่กล่าวว่า ถ้านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อาจส่งผลต่อให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องอื่นตามไปด้วย ดังนั้นหากนักเรียนมีแนวคิดเรื่องแรงและการเคลื่อนที่คลาดเคลื่อนมาก่อนแล้ว อาจจะส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้แนวคิดเรื่อง ของไหล คลาดเคลื่อนเช่นกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2545) ที่พบว่า นิสิต ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแรงภายในของเหลว ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของครูเน้นบรรยายจึงส่งผลให้นักเรียนไม่เข้าใจอย่างถูกต้องและยังสอดคล้องกับงานวิจัยของนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2548)ที่พบว่าการสอนนักเรียนยังคงมีความเข้าใจเรื่องแรงคลาดเคลื่อนอยู่เช่นกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Negishi (2007) ที่พบว่านักเรียนทั้งในเอเชียและในสหรัฐมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องกฎของนิวตัน ซึ่งเป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ แต่การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนลดน้อยลงได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของนิคม ทองบุญ(2542) ที่พบว่านักเรียนยังมีความรู้พื้นฐานไม่ดีพอในเรื่องแรงลัพธ์กระทำเป็นศูนย์ในสภาวะนิ่ง

ตอนที่ 2 การพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

จากการศึกษาเกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เฉลี่ย 1.75 จัดว่ามีเจตคติอยู่ในระดับต่ำผลการวิจัยที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ที่พบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับต่ำ (ยุทธนา สเลลานนท์, 2533; Blain, 2001; Stephen, 2007) อันเป็นผลมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่ไม่ตอบสนองต่อความต้องการของนักเรียนที่ต้องการการจัดกิจกรรมการสอนที่หลากหลายนอกเหนือจากการบรรยายเพียงอย่างเดียว ครูไม่ได้สร้างความสนใจในเนื้อหาให้แก่นักเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากจะสืบค้นเพื่อตอบข้อสงสัยนั้น และลงมือปฏิบัติเพื่อเสาะหาคำตอบได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานอยากที่จะเรียนในงานวิจัยนี้พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์พัฒนาเพิ่มขึ้นทุกด้านมีค่าเฉลี่ย 3.89ซึ่งจัดว่ามีเจตคติอยู่ในระดับดี ประกอบด้วยด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ด้านประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์และด้านพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ โดยพบว่าด้านที่นักเรียนมีเจตคติเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง โดยได้ศึกษาความรู้ด้วยตนเอง ทำการศึกษาทดลองได้ด้วยตนเอง ครูชี้แนะแนวทางในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (พงรัตน์ ธรรมชาติ, 2545) ในการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้เน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การสืบเสาะหาความรู้ การประดิษฐ์อุปกรณ์เพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นจริง นักเรียนได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่มทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์และการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ช่วยให้นักเรียนสนุกสนานสนใจที่จะเรียนรู้ ดังคำกล่าวของ Billings (2001) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและเกิดความสนุกสนานระหว่างเรียนไม่เบื่อหน่ายกับกิจกรรมการทดลอง จากลักษณะกิจกรรมดังกล่าวทำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nock (2009) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Stephen (2007) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเน้นความสำคัญของนักเรียนมากกว่าการสอนแบบบรรยายส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่าเจตคติด้านพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่วางเป้าหมายของการศึกษาในระดับสูงในสาขาที่ตนต้องการจะประกอบอาชีพในอนาคต จึงใช้เวลาว่างในการศึกษาความรู้เฉพาะสาขาที่ตนจะศึกษาต่อนั่นเอง และส่วนในประเด็นเจตคติด้านเนื้อหา นักเรียนยังคงมองว่าวิชาฟิสิกส์ยังคงยากต่อการทำความเข้าใจสอดคล้องกับงานวิจัยของนิคม ทองบุญ (2542) ที่พบว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ค่อนข้างยาก มีเนื้อหามากมากกว่าที่จะเรียนแบบท่องจำได้ อาจจะทำให้ความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางฟิสิกส์ของนักเรียนคลาดเคลื่อน จึงเป็นการง่ายที่จะทำให้เกิดข้อสรุปที่ผิดพลาดในการะบวนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการยากต่อการแก้ไขภายหลัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาแนวคิดและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาแนวคิดและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง ของไหลของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาเจตคติของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 16 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553จำนวน25 คนคละเพศชายและหญิงเป็นเพศชาย 15 คน เพศหญิง 10 คน

สิ่งที่ศึกษา

สิ่งที่ศึกษา คือ 1) แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องของไหล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และ 2) เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้การตอบคำถามวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแบบวัดแนวคิดเรื่องของไหลจำนวน 20 ข้อ ครอบคลุม 6แนวคิดย่อย คือ ความดันของของเหลว กฎของปาสคัล แรงลอยตัว ความตึงผิว ความหนืดและพลศาสตร์ของของไหล แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ด้วยวิธีตามแบบลิเคิร์ทจำนวน 20ข้ออนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนแบบบันทึกหลังสอนของครู

การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิดเรื่องของไหลและแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์โดยทำการวัดก่อนเรียนและหลังเรียน เก็บข้อมูลระหว่างเรียนเพื่อศึกษาเจตคติโดยใช้อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนหลังจากการเรียนสิ้นสุดในแต่ละแผนและเก็บข้อมูลจากบันทึกหลังสอนของครูทุกแผนการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

วัดแนวคิดเรื่องของไหลก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบวัดแนวคิดแบบสองหาง นำข้อมูลมาตรวจรายข้อจำแนกเป็นแนวคิดย่อย 6 แนวคิด และนำคำตอบมาจำแนกเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 5 แนวคิด ตามเกณฑ์ของ Haidar (1997)หาค่าร้อยละของแนวคิดวิทยาศาสตร์ในแต่ละกลุ่มแนวคิด นอกจากนี้ยังรวบรวมข้อมูลแนวคิดของนักเรียนจากอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนบันทึกหลังสอนของครูแล้วนำเสนอเป็นความเรียงเพื่อสรุปแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ตามแบบวิธีลิเคิร์ท นำข้อมูลมาจำแนกรายทั้ง 4ด้าน นำเสนอข้อมูลในรูปความถี่ และร้อยละ รวบรวมข้อมูลจากอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและบันทึกหลังสอนของครูนำเสนอในรูปแบบความเรียงเพื่อสรุปการพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาแนวคิดและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปผลได้ว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องของไหล ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 16 สามารถพัฒนาแนวคิดเรื่องของไหลได้ คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 68.55 รองลงมามีส่วนน้อยที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนเฉลี่ยร้อยละ 28.39 และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 3.11 โดยมีนักเรียนบางส่วนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแนวคิดย่อย เรื่อง แรงลอยตัวและความหนืดและสามารถพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนได้ คือ โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนมีเจตคติรวมก่อนเรียน 1.75 อยู่ในระดับต่ำ หลังการจัดการเรียนมีเจตคติรวมต่อวิชาฟิสิกส์ มีค่าเฉลี่ย 3.89 อยู่ในระดับดี ซึ่งทุกด้านมีเจตคติอยู่ในระดับดี โดยเฉพาะในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ นักเรียนมีเจตคติสูงสุด มีค่าเฉลี่ย 4.15 รองลงมาคือเจตคติด้านประโยชน์ของวิชาฟิสิกส์ มีค่าเฉลี่ย 3.96 ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ มีค่าเฉลี่ย 3.82 และเจตคติด้านพฤติกรรมของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าด้านอื่น คือ 3.60 แต่ยังคงมีเจตคติอยู่ในระดับดี จะเห็นได้ว่าเจตคติของนักเรียนได้พัฒนาขึ้นเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1. การวิจัยครั้งนี้ควรจะสร้างแบบสัมภาษณ์ประกอบกับแบบวัดแนวคิดเรื่องของไหลและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ จะได้ข้อมูลเชิงลึกที่ชัดเจนละเอียดมากยิ่งขึ้น กรณีนักเรียนไม่ตอบคำถามครูจะได้นำแบบสัมภาษณ์มาถามเพื่อให้นักเรียนตอบจะได้มีข้อมูลเชิงลึกสำหรับวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น

2. การวิจัยครั้งนี้การเก็บข้อมูลมีเวลาจำกัด ต้องใช้เวลามากในการจัดกิจกรรมการเรียนในห้องเรียน แต่ทางโรงเรียนมีกิจกรรมภายนอกอื่นๆ ร่วมด้วย ทำให้ไม่สามารถจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ได้อย่างเต็มที่ การวิจัยครั้งต่อไปควรทำภาคเรียนที่ 2 เพราะภาคเรียนที่ 1 นักเรียนมีกิจกรรมที่ต้องทำในโรงเรียนมาก

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในงานวิจัยนี้บางแนวคิดย่อยนักเรียนยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร เช่น แนวคิดย่อยเรื่องแรงลอยตัว และความหนืด งานวิจัยครั้งต่อไปจึงควรปรับปรุงและหาวิธีการให้นักเรียนพัฒนาสองแนวคิดนี้ให้มากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กาญจนา คังคะประดิษฐ์. 2547 .**การสอนให้เกิดแนวคิดเรื่องพันธะเคมีตามแนวคอนสตรักติวิซึมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมวิชาการ. 2546. **คู่มือพัฒนาสื่อการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศักดิ์. 2549. **การคิดมโนทัศน์**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: ซัคเซสมีเดีย.

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. 2549. การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุของนักศึกษาครู วิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 3 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง. **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์** 12: 97-119.

ขนิษฐา เชื้อขำ. 2550. **ผลการใช้กิจกรรมเกมโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเรื่องระบบนิเวศเพื่อพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2542. **ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย.

จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า. 2548. **ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถด้านการคิดวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชาตรี สำราญ. 2545. **ครูรู้ได้อย่างไรว่าเด็กเกิดการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

ชลสีต์ จันทาสี. 2543. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกการมัธยม, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไตรรัตน์ รัตนเดช. 2551. **การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เทวินทร์ นิลกลัด. 2548. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมภูมิปัญญาชาวไทยภูเขา.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทิศนา แขมมณี. 2552. **ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระชัย ปูรณโชติ. 2536. **ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นิคม ทองบุญ. 2542. **มโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง มวล แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดพัทลุง**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นุชรี อุปภัย. 2551. **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: แม็กซ์พอยท์.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธ์. 2549. **เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสาหรับการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2551. **จิตวิทยาการศึกษา**. กรงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

พัชรี ผลโยธิน. 2551. **วิทยาการการจัดการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พันธ์ ทองชุมนุม. 2547. **การสอนวิทยาศาส์ระดับประถม**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2544. **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีการและเทคนิคการสอน**. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้น จำกัด.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์. 2542. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด.

วรรณดี จันทรวงศ์. 2547. **การใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรักติวิซึมที่มีต่อแนวคิดเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาคริสเตียน**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุทธนา สเลลานนท์. 2533. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เชิงนิมาน เป็นกลางและเชิงนิเสธ ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยบทเรียนเทปโทรทัศน์ประกอบการเรียนกับการสอนตามคู่มือครู**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเอกการมัธยม, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

รุจิราพร อินทรโฆษิต. 2540. **การศึกษาด้านจิตพิสัยถึงระดับเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ตามโครงสร้างทางทฤษฎีของแครธ**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกการมัธยม, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์. 2533. **เอกสารคำสอนวิชา วผ306: การวัดทัศนคติเบื้องต้น**. คณะศึกษาศาสร์: มหาวิทยาลัยบูรพา.

เรวัติ ศุภมั่งมี. 2542. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543. **การวัดด้านจิตพิสัย.** กรุงเทพเทพมหานคร: โรงพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551. **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมพร จารุนัฎ. 2547. **การวางแผนการเรียนการสอนสื่อและกระบวนการ.** กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.

สมพงษ์ ใจดี. 2551. **ฟิสิกส์สู่มหาวิทยาลัย : สาระความรู้สู่สังคม**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมวุฒิชัยกิจ. 2547. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มคละผลสัมฤทธิ์และการสอนตามปกติ.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

สุรางค์ โค้วตระกูล. 2550. **จิตวิทยาการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่7. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรวิทย์ วงศ์ศรี. 2536. **การศึกษามโนทัศน์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดชัยภูมิ.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. 2545. **21วิธีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.** กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.

ฮัซลินดา อัลมะอาริฟีย์. 2550. **ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Billings, R.L. 2001. **Assessment of the learning cycle and inquiry based learning in high school physics education**. Master of science thesis in Division of Natural Science and Mathematics Education, Michigan State University.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Blain, M.P. 2001. **A mixed – Age Science Collaborative Between Elementary and High School Physics Studnts: A Study of Attitude Toward School Science and Inquiry Skil**l. Doctor of Philosophy Thesis in University of Connecticut.

Brooks, J. G. and M. G. Brooks. 1993. In **Search of Understanding: The Case for Constructivist Classroom.** New York: Alexandria.

Dewey, J. 1916. **Democracy and Education: an Introduction to the Philosophy ofEducation**. New York: MacMillan.

Guzzetti, B., Taylor,T.E., Glass,G.V. and Gamas,W.S. 1993. Promoting Conceptualchange in Science:A Comparative meta analysis of Instructional Interventionsfrom reading Education and Science Education. **Reading Research Quarterly**. 28(11): 117–159.

Haidar, A. H. and M. R. Abraham. 1991. A Comparison of Applied and Theoretical Knowledge of Concepts Based on the Particulate Nature of Matter**". Journal ofResearch in Science Teaching.** 28: 919-938.

Negishi, M. 2007. **Across – Cultural, Multilevel Study of Inquiry – Based Instruction Effects on Conceptual Understanding and Motivation in Physics**. Doctor of Philosophy Thesis in Educational Psychology, The University of Mississippi.

Nock, G. A. B. 2009. **The Effects on Community College Student Physics Achievement and Attitudes about Learning Physics due to Inquiry-based Laboratory Activities versus Cookbook Laboratory Activities**. Doctor of Philosophy Thesis in The University of Mississippi.

Osborne, R. J. and P. Freyberg. 1985. **Learning in Science: the Implications of Children's Science**. Auckland: Heinemann Publishers.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Stephen J. W. and J.F. Barry. 2007. "Learning Environment, Attitudes and Achievement among Middle-school Science Students Using Inquiry-based Laboratory Activities." **Science Education** 30: 321–341.

Garder, P.L. 1975. "Attitude to Science: A Review Study in Science Education. **Science Education**." 2: 1–4.

Trowbridge , L.W. and R.W. Bybee. 1996. **Teaching Secondary School Science; Stategies for Developing Scientific Literacy**. 6th ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc. A Simon & Schuster Company.

Westbrook, S. L. and E. A. Marek. 1992. "A Cross-Age Study of Student Understanding of Concept of Homeostasis." **Journal of Research in Science Teaching** 29: 51-61.

Kuslan, L.I. 1969. **Teaching Children Science: An Inquiry Approach**. Belmont, California: Wadsworth Poblishing Company, Inc.

Marek, E. A., C. Eubanks. And T. H. Gallaher. 1990. "Teachers' Understanding and The Use of The Learning Cycle". **Journal of Research in Science Teaching** 27: 821-834.

National Research Council. 1996. **National Science Education Standards**. Washington, D.C.: National Academy Press.

Romey, W.D. 1968. **Inquiry Techniques for teaching Science**. NewYork: Englewood Cliffs.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย จนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้ผ่านไปได้ด้วยดีคือ

1. ผศ.ชาตรี ฝ่ายคำตา
   ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ดร.ประจักษ์ แซ่อึ้ง
   ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3. นางสาววารุณีคงจินดามุณี
   ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนมหาวชิราวุธ จังหวัดสงขลา ในพระอุปถัมภ์ฯ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

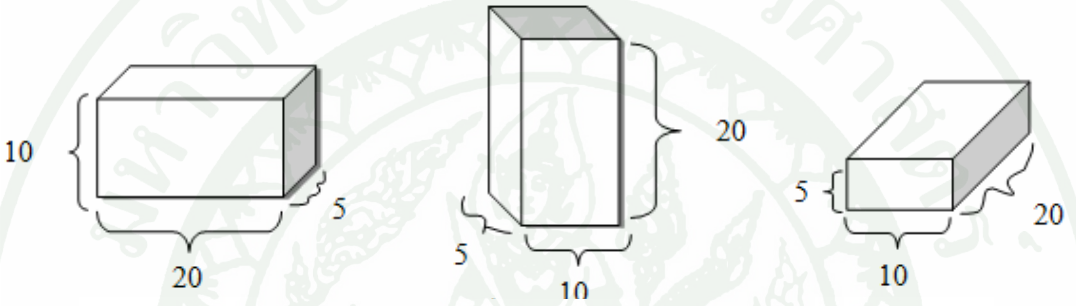
ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดเรื่อง ของไหล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดเรื่องของไหล

1. แนวคิดเรื่อง ความดันของของไหล

ข้อที่ 1 กล่องใบหนึ่งมี ความกว้าง ความยาว และความหนา ตามลำดับดังนี้ 10x20x5 cm ใส่น้ำจนเต็ม แล้วนำมาจัดวางดังรูป ที่ 1 2 และ 3ความดันที่ก้นภาชนะในใบไหนมีค่ามากที่สุด เพราะเหตุใด



ใบที่ 1 ใบที่ 2 ใบที่ 3

ก. ความดันที่ก้นภาชนะในใบที่ 3 มีค่ามากที่สุด

ข. ความดันที่ก้นภาชนะของใบที่ 2 มีค่ามากที่สุด

ค. ความดันที่ก้นภาชนะของใบที่ 1 มีค่ามากที่สุด

ง. ความดันที่ก้นภาชนะทั้งสามใบมีค่าที่เท่ากัน

เพราะเหตุใดประกอบ

……

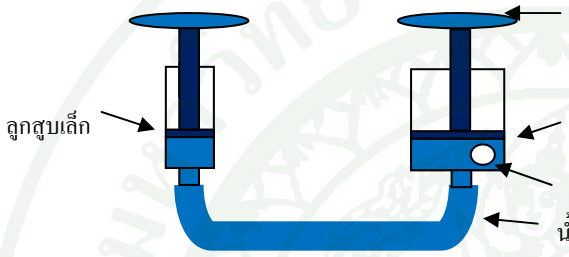
……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. แนวคิดเรื่อง กฎของปาสคัล

ข้อที่ 2 นำชุดการทดลองกฎของปาสคัลมาเจอะรูที่ขอบล่างของกระบอก ดังรูป อยากทราบว่าเมื่อวางถุงทรายขนาด 500กรัม บนลูกสูบเล็ก ที่มีพื้นที่หน้าตัดลูกสูบใหญ่เป็น 5เท่าของพื้นที่หน้าตัดลูกสูบเล็ก และต่อมาวางถุงทรายมวล 2000 กรัมบนลูกสูบใหญ่ อยากทราบว่าระดับของของเหลวภายในกระบอกสูบไหนจะสูงกว่า เพราะเหตุใด



ก. ระดับของของเหลวในกระบอกสูบเล็ก
ข. ระดับของเหลวในกระบอกสูบใหญ่
ค. ระดับของเหลวจะเท่ากัน
ง. ไม่มีระดับของของเหลวทั้งสองในกระบอกสูบ

เพราะเหตุใดประกอบ

.....

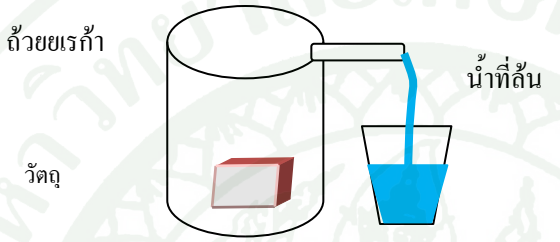
.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. แนวคิดเรื่อง แรงลอยตัว

ลูกบาศก์ภายในกลวงยาวด้านละ 2เซนติเมตรแต่ส่วนที่เป็นเนื้อสารมีปริมาตร 0.125 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังรูปที่ 1 นำมาหย่อนลงในถ้วยยูเรก้ามีน้ำเต็มพอดี วัตถุจมลงก้นถ้วย ดังรูปที่ 2 น้ำก็ล้นออกมาจะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร เพราะเหตุใด



ก. ปริมาตรของน้ำที่ไหลออกมาเท่ากับ 0.125ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. ปริมาตรของน้ำที่ไหลออกมาน้อยกว่า 0.125ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. ปริมาตรของน้ำที่ไหลออกมามากกว่า 0.125ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. ปริมาตรของน้ำที่ไหนออกมาไม่คงที่

เพราะเหตุใดจึงคิดว่าปริมาตรมีค่าเช่นนั้น

……

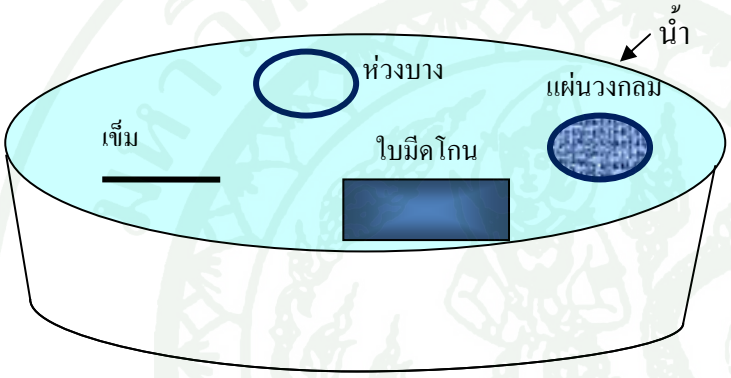
……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. แนวคิดเรื่องความตึงผิว

ค่อยๆวางวัตถุ 4 ชนิด มีมวลเท่ากันคือ ใบมีดโกนหนวด กว้าง 2เซนติเมตรและ ยาว 3เซนติเมตรเข็มยาว 3เซนติเมตร ห่วงบางรัศมี 1เซนติเมตร แผ่นวงกลมเบา รัศมี 1เซนติเมตร ลงบนของเหลวชนิดเดียวกัน ผลปรากฏว่าวัตถุทั้ง 4 ชนิดสามารถลอยบนของเหลวนั้นได้ แรงตึงผิวที่กระทำต่อวัตถุชนิดใดมีค่ามากที่สุด เพราะเหตุใด



ก. ใบมีดโกนหนวด
ข. แผ่นวงกลมเบา
ค. ห่วงบาง
ง. เข็ม

เพราะเหตุใดจึงคิดว่ามีแรงตึงผิวมากที่สุด คิดได้จากวิธีใด

……

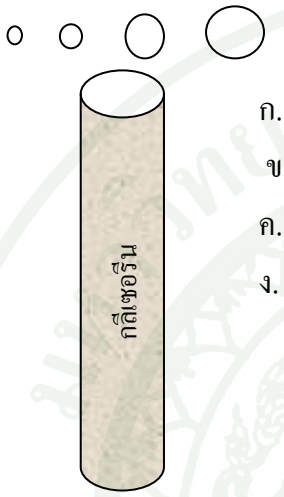
……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. แนวคิดเรื่องความหนืด

ปล่อยวัตถุทรงกลมตันมวลเท่ากันมีรัศมี 1 มิลลิเมตร, 3 มิลลิเมตร, 5 มิลลิเมตร และ 7 มิลลิเมตร ลงในกลีเซอรีน คำกล่าวใดสรุปได้ถูกต้องที่สุด เพราะเหตุใด



ก. เกิดแรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุทรงกลมตันรัศมี 1 มิลลิเมตรมากที่สุด
ข. เกิดแรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุทรงกลมตันรัศมี 3มิลลิเมตรมากที่สุด
ค. เกิดแรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุทรงกลมตันรัศมี 5 มิลลิเมตรมากที่สุด
ง. เกิดแรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุทรงกลมตันรัศมี7มิลลิเมตรมากที่สุด

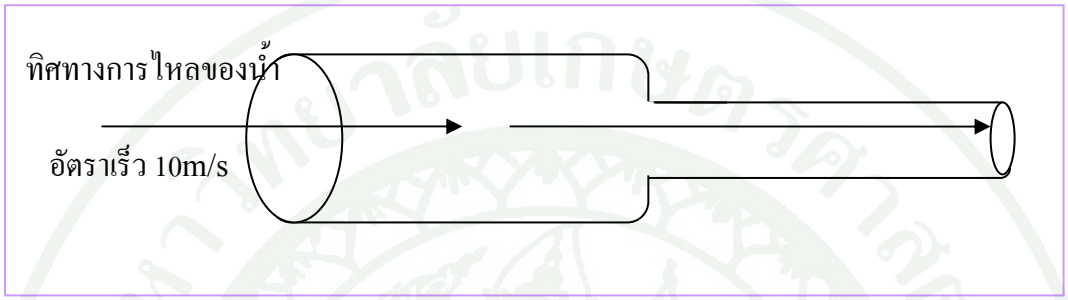
เพราะเหตุใดจึงคิดว่าเกิดแรงหนืดมากที่สุด

……
……
……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. แนวคิดเรื่องพลศาสตร์ของของไหล

ท่อน้ำวางในแนวระดับ มีน้ำไหลอย่าสม่ำเสมอด้วยอัตราเร็ว 10m/sถ้าท่อคอดลงครึ่งหนึ่งจากตอนแรก จะเกิดปรากฏการณ์ใดบ้าง เพราะเหตุใด



ก. อัตราการไหลของน้ำจะลดลง
ข. อัตราการไหลของน้ำจะเพิ่มขึ้น
ค. อัตราการไหลของน้ำจะคงที่
ง. อัตราการไหลของน้ำจะเกิดการแปรปรวน

เพราะเหตุใด
……
……
……

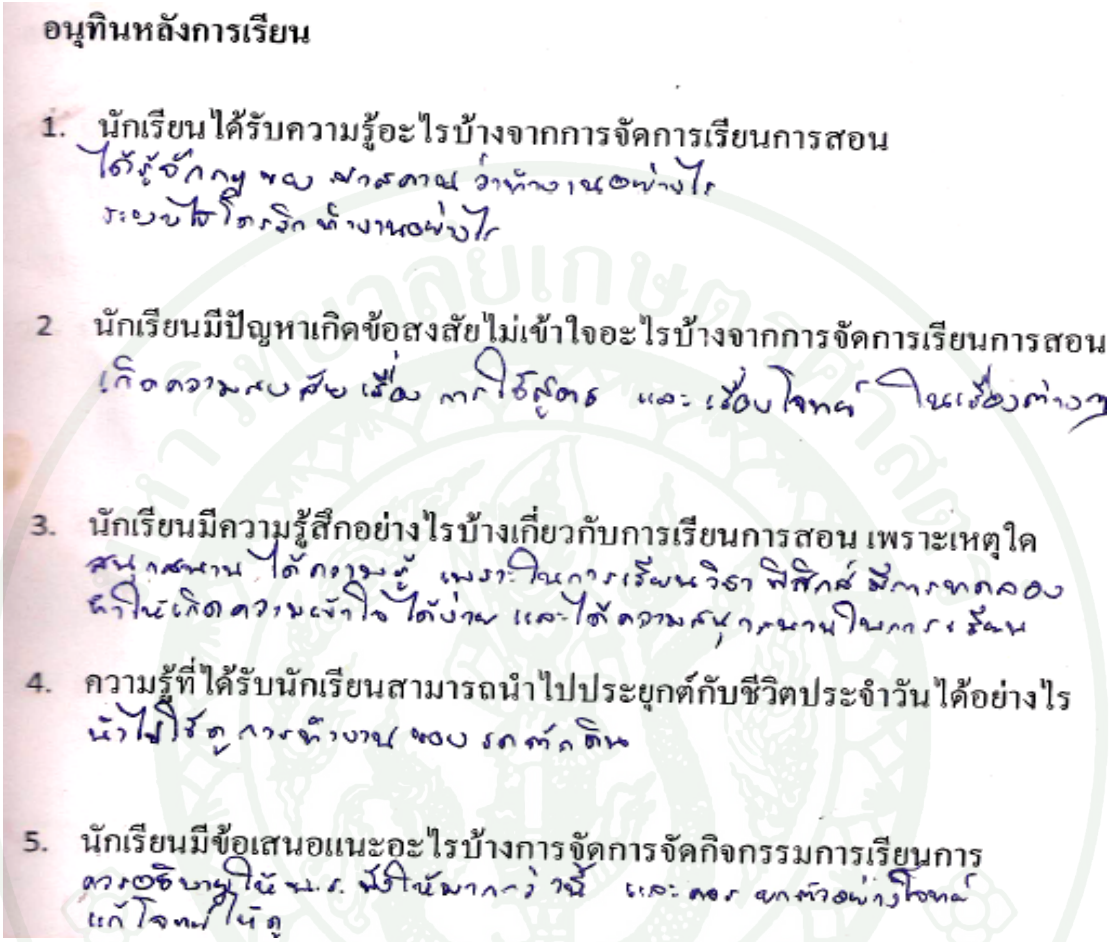
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน



อนุทินหลังการเรียน

1. นักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างจากการจัดการเรียนการสอน
ได้รู้จักกฎ ของ ฟาราเดย์ ว่าทำงานอย่างไร
ระบบไฮโดรลิกทำงานอย่างไร

2 นักเรียนมีปัญหาเกิดข้อสงสัยไม่เข้าใจอะไรบ้างจากการจัดการเรียนการสอน
เกิดความสงสัย เรื่อง การใช้สูตร และ เรื่องโจทย์ในเรื่องต่างๆ

3. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรบ้างเกี่ยวกับการเรียนการสอน เพราะเหตุใด
สนุกสนาน ได้ความรู้ เพราะในการเรียนวิชา ฟิสิกส์ มีการทดลอง
ทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย และได้ความสนุกสนานในการเรียน

4. ความรู้ที่ได้รับนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์กับชีวิตประจำวันได้อย่างไร
นำไปใช้ในการทำงาน ของ รถตักดิน

5. นักเรียนมีข้อเสนอแนะอะไรบ้างการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนการ
ควรอธิบายให้ ม.ร. มีใช้มากกว่านี้ และ ควร ยกตัวอย่างโจทย์
แก้โจทย์ให้ดู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบบันทึกหลังสอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างแบบบันทึกหลังสอน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ผลการจัดการเรียนรู้	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
เนื้อหา/สาระการเรียนรู้	ความดันของของเหลวเกิดจากแรงดันกระทำตั้งฉากต่อพื้นที่ผิวที่สัมผัสของเหลว แรงดันนี้เกิดจากน้ำหนักของของเหลว		
กระบวนการการจัดการเรียนรู้	ความดันจะขึ้นอยู่กับความลึกและความหนาแน่นของของเหลว		
1. ขั้นเชื่อมโยงความรู้	เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความหนาแน่นของสารและเรื่องแรงโน้มถ่วงของโลก	นักเรียนบางคนยังไม่ทราบความสัมพันธ์ $p = \frac{m}{V}$	ทำการทดลองหามวลและความหนาแน่น
2. ขั้นสำรวจและสืบค้น	นร. ทำการทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน	นักเรียนขาดทักษะการทดลองบางอย่าง นักเรียนใช้อุปกรณ์บางชนิดไม่เป็น	คอยดูและแนะนำ
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ลงข้อสรุปผลการทำกิจกรรมที่ 1 ตามที่นักเรียนคิดรายงาน	นร. ส่วนน้อยที่กล้าพูดแสดงออกทางความคิด นร. ยังสับสนเรื่องทิศทางของแรง	เทคนิคการตั้งคำถามเรื่องทิศทางของแรงให้ นร. ศึกษาหลักการ
4. ขั้นขยายความรู้	นร. ทำกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เรือเหล็ก ทำเป็นกลุ่ม ออกแบบมา	นร. ขาดเรื่องเวลาส่งงาน นร. เวลาเขียนสมการไม่ค่อย	
5. ขั้นประเมินความรู้	ทำการประเมินกิจกรรมทดลองและทำแบบฝึกหัดท้ายตาม	เวลาไม่พอที่จะทำให้ นร. ต้องการให้ครูสร้างสมการให้ดู	ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์ จากค่าพูดมาเป็นสมการ
ลำดับของกิจกรรม	เป็นลำดับ	ไม่เป็น	
ระยะเวลา	ใช้เวลาการสอน 80 นาที	นักเรียนเข้ามาเรียนสาย 10 นาที	นักเรียนเข้าสายหัก คะแนน 4
สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	ใช้ power point ให้นักเรียนดู	ใช้เวลามากในการเตรียม	เตรียมก่อนเข้าสอน
การวัด/ประเมินผล	วัดโดยครูและนักเรียนประเมินเอง	นักเรียนใช้เวลาประเมินไม่ทัน	ประเมินนอกเวลาเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

แบบวัดเจตคติของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 วิเคราะห์แบบวัดเจตคติ

ที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ข้อความทางบวก
ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์							
1	เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นเนื้อหาที่น่าสนใจ						+
2	ฉันรู้สึกน่าเบื่อหน่ายกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์						-
3	เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้ยาก						-
4	ฉันชอบเรียนวิชาฟิสิกส์เพราะมีเนื้อหาที่น่าสนใจ						+
5	เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน						+
	ฉันไม่เคยรู้สึกท้าทายความสามารถเมื่อเจอปัญหาทาง						
6	วิชาฟิสิกส์						-
ด้านกิจกรรมวิชาฟิสิกส์							
7	การทำกิจกรรมทางฟิสิกส์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ						-
8	การทำกิจกรรมทางฟิสิกส์ทำให้เสียเวลาเรียน						-
	การทำกิจกรรมทางฟิสิกส์ช่วยให้ฉันเข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์						
9	มากขึ้น						+
	การทำกิจกรรมทางฟิสิกส์ทำให้ฉันเร้าใจที่จะแก้ปัญหา						
10	การทดลอง						+
	การทำกิจกรรมทางฟิสิกส์ทำให้ฉันรู้สึกท้าทายเมื่อได้						
11	ค้นพบความรู้						+
ด้านประโยชน์วิชาฟิสิกส์							
12	ฉันไม่เคยสนใจรับรู้ความก้าวหน้าทางวิชาฟิสิกส์						-
	ฉันไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในการทำงานใน						
13	อนาคต						-
	ฉันสามารถนำความรู้ทางวิชาฟิสิกส์แก้ปัญหาใน						
14	ชีวิตประจำวันได้						+
	ฉันใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในการอธิบายปรากฏการณ์						
15	ต่างๆ รอบตัวได้						+

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ข้อความทางด้าน
ด้านพฤติกรรมนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์							
16	ฉันใช้เวลาว่างในการศึกษาความก้าวหน้าทางวิชาฟิสิกส์						+
17	ฉันไม่มีความสุขที่ได้รับมอบหมายให้ทำงานทางวิชาฟิสิกส์						-
18	การพูดคุยกับเพื่อนเกี่ยวกับกิจกรรมวิชาฟิสิกส์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ						-
19	การเรียนวิชาฟิสิกส์ฉันฟังครูอธิบายเท่านั้น ไม่เคยค้นคว้าเพิ่มเติม						-
20	ถ้ามีโอกาสเรียนต่อฉันจะเลือกเรียนสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์						+

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ฉ

แผนการจัดการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ **รายวิชา** ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 **รหัสวิชา** ว40204
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 **ภาคเรียนที่** 1 **ปีการศึกษา**2553
ชื่อหน่วยการเรียนรู้แรงลอยตัว **เวลา** 2 คาบ (100 นาที)

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.1 ข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้

1. อธิบายความหมายของแรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุได้
2. อธิบายหลักการการหาปริมาตรของวัตถุที่เป็นของแข็งของอาร์คีมีดิสได้
3. สามารถนำหลักการการหาปริมาตรของวัตถุที่เป็นของแข็งของอาร์คิมิดิสและแรงลอยตัวไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

4. ทดลองและคำนวณหาค่าแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุในน้ำได้
5. ทดลองศึกษาหลักการของอาร์คีมีดิส โดยการหาค่าน้ำหนักน้ำที่วัตถุแทนที่ได้
6. ออกแบบการสร้างเรืออย่างสร้างสรรค์จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้

ด้านคุณลักษณะ

7. ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้
8. มีความซื่อสัตย์และมีเหตุผล
9. มีความมุ่งมั่น ใฝ่เรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวคิด

เมื่อวัตถุใดๆจมอยู่ในของเหลวทั้งก้อนหรือจมเพียงบางส่วนก็ตาม ของเหลวจะออกแรงกระทำต่อวัตถุในทิศขึ้น มีขนาดเท่ากับขนาดน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่ แรงนี้คือแรงลอยตัว

จากหลักการของอาร์คิมิดิส เมื่อนำวัตถุมาจมลงในของเหลว ปริมาตรวัตถุส่วนที่จมของเหลวจะแทนที่ของเหลวเท่ากับปริมาตรนั้นด้วย ดังนั้น หากวัตถุทรงตันจมของเหลว เราก็สามารถหาปริมาตรของวัตถุนั้นได้โดยการนำมาแทนที่ของเหลว เมื่อให้ของเหลวนั้นล้นออกมา ของเหลวที่ล้นออกมาคือปริมาตรของวัตถุที่ถูกของเหลวแทนที่ ซึ่งมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวเป็น

$$F = W = mg$$

และ $m = \rho V$

$$W = \rho V g$$

W คือ น้ำหนักของของเหลวมีหน่อยเป็นนิวตัน

m คือ มวลของของเหลว มีหน่วยเป็น กิโลกรัม

ρ คือ ความหนาแน่น มีหน่อยเป็น กิโลกรัมต่อลูบาสก์เมตร

V คือ ปริมาตร มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่อยเป็น เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

หลักการของอาร์คิมิดิสนี้สามารถในไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การหาปริมาตรของวัตถุต่างๆ ที่มีรูปทรงที่ไม่แน่นอน

จากนิยามของแรงลอยตัว คือ เป็นแรงที่เกิดจากของเหลวคอยพยุงวัตถุไว้ มีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่ ดังนั้น

แรงลอยตัว $F_B = m_l g$

$$F_B = \rho_l V_l g$$

F_B คือ น้ำหนักของของเหลวมีหน่อยเป็นนิวตัน

m_l คือ มวลของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม

ρ_l คือ ความหนาแน่น มีหน่อยเป็น กิโลกรัมต่อลูบาสก์เมตร

V_l คือ ปริมาตรของของเหลว มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่อยเป็นเมตรต่อวินาทีกำลังสอง

สามารถนำหลักการเกี่ยวกับ เรื่อง แรงลอยตัวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การขนส่งท่อนไม้ทางน้ำ โดยการลอยท่อนไม้มาตามแม่น้ำลำคลอง การสร้างเรือดำน้ำ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ(10 นาที)

1.1 ครูนำวัตถุทรงกลมที่ทำจากวัสดุต่างกันมาสามชนิดมีขนาดที่เท่ากัน ได้แก่ ไม้ ดินน้ำมัน โฟม และเตรียมน้ำใส่บิกเกอร์ ครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า

- ให้นักเรียนทดลองเรียบเรียงความหนาแน่นของวัตถุทั้งสามชนิดจากน้อยไปมาก (โฟม ไม้ ดินน้ำมัน)

- ครูหย่อนวัตถุทั้งสามชนิดลงในน้ำ นักเรียนคิดว่าวัตถุชนิดใดบ้างลอยน้ำ และจมน้ำ (ลอยน้ำคือ ไม้ โฟมและจมน้ำคือ ดินน้ำมัน)

- เพราะสาเหตุใดไม้และโฟมจึงลอยน้ำได้ และดินน้ำมันจึงจมน้ำ (เพราะไม้และโฟม มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ และดินน้ำมันมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ)

1.2 ครูทำการทดลองใส่วัตถุทั้งสามชนิดลงในน้ำ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานของนักเรียน

1.3 ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนสามารถทำให้ดินน้ำมันลอยน้ำได้หรือไม่ อย่างไร (ครูให้นักเรียนทดลองทำกันเองในกลุ่ม แล้วนักเรียนปั้นดินน้ำมันเป็นรูปถ้วยแล้วสามารถลอยน้ำได้) ครูใช้คำถามว่า

- นักเรียนบางกลุ่มปั้นดินน้ำมันเป็นรูปถ้วยแล้วสามารถลอยน้ำได้ บางกลุ่มปั้นเป็นก้อนกลมจมน้ำ สาเหตุใดดินน้ำมันถึงลอยน้ำได้ ทั้งๆที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ (ปั้นดินน้ำมันเป็นรูปถ้วย จึงทำให้ดินน้ำมันเบากว่าน้ำ น้ำไม่สามารถเข้าไปในถ้วยได้)

- ครูอยากรู้เหมือนกันว่าคำตอบของนักเรียนที่ตอบมาถูกต้องหรือไม่ วันนี้เรามาสืบเสาะค้นคว้ากันดูว่าทำไมวัตถุสามารถลอยน้ำได้

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา(10 นาที)

2.1 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง แรงลอยตัว ครูคอยสังเกตการทำการทดลองเป็นกลุ่มของนักเรียน และคอยใช้คำถามกระตุ้นการทดลองของนักเรียน ให้นักเรียนคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเองกิจกรรมที่ 5 มีขั้นตอนการสำรวจทำการทดลองดังนี้

- นักเรียนตั้งคำถามการทดลองว่า “น้ำหนักของวัตถุเมื่อนำมาชั่งในอากาศกับนำมาชั่งในน้ำมีค่าเท่ากันหรือไม่” (น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศมากกว่าน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในน้ำ)

2.2 ครูกำหนดวัสดุและอุปกรณ์ให้นักเรียนทำการศึกษาประกอบด้วย เครื่องชั่งสปริง ถ้วยยูเรกาบิกเกอร์ กระบอกตวง และ ดินน้ำมัน

- นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงคำถามการทดลอง นักเรียนต้องออกแบบการทดลองให้สามารถตอบคำถามการทดลองได้ (ชั่งดินน้ำมันด้วยเครื่องชั่งสปริงในอากาศ แล้วชั่งดินน้ำมันด้วยเครื่องชั่งสปริงในน้ำ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- นักเรียนบันทึกผลการทดลองโดยออกแบบตารางบันทึกผลด้วยตนเอง
- นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง ซึ่งมีคำถามดังนี้

ก. น้ำหนักของวัตถุตอนที่ชั่งในอากาศกับชั่งได้ในน้ำแตกต่างกันอย่างไร (ชั่งในอากาศมีน้ำหนักมากกว่าชั่งในน้ำ)

ข. ผลต่างของน้ำหนักวัตถุตอนที่ชั่งในอากาศกับชั่งในน้ำมีค่าเท่าใด (น้ำหนักของวัตถุชั่งในอากาศ – น้ำหนักของวัตถุชั่งในน้ำ)

- นักเรียนสรุปผลการทดลองจากผลการทดลองและคำถามประกอบการทดลอง (น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศมากกว่าน้ำหนักของวัตถุชั่งในน้ำอยู่เท่ากับ .....)

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (10 นาที)

3.1 ครูให้นักเรียนนำผลการทดลองมาเขียนบนกระดานทุกกลุ่ม และสอบถามนักเรียนโดยใช้คำถามดังนี้

- น้ำหนักที่ชั่งก่อนและหลังชั่งในน้ำเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (น้ำหนักที่ชั่งในน้ำน้อยกว่าที่ชั่งในอากาศ)
- ทำไมชั่งดินน้ำมันในน้ำจึงมีน้ำหนักน้อยกว่าชั่งดินน้ำมันในอากาศ (มีแรงพยุงจากน้ำคอยพยุงวัตถุไว้)
- ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งในน้ำกับชั่งในอากาศมีค่าเท่าไร (น้ำหนักทั้งสองมาลบกัน)
- น้ำหนักนั้นหายไปไหน (.....)
- น้ำหนักที่หายไปหายไปไหนกันแน่ แล้วแรงพยุงจากนักเรียนกล่าวมานั้นคืออะไร สามารถหาค่าแรงนั้นได้อย่างไร มาทำการทดลองในกิจกรรมที่ 6

1. ขั้นสร้างความสนใจ(10 นาที)

1.1 ครูนำดินน้ำมันมาปั้นเป็นรูปทรงลูกบาศก์ แล้วใช้คำถามว่า

- นักเรียนสามารถหาปริมาตรของดินน้ำมันก้อนนี้ได้อย่างไร (ปริมาตรเท่ากับผลคูณระหว่างความกว้างความยาวและความสูง)

1.2 ครูขยำดินน้ำมันก้อนเดิมให้ไม่เป็นรูปทรงที่แน่นอน แล้วใช้คำถามว่า

- นักเรียนสามารถหาปริมาตรของดินน้ำมันก้อนนี้ได้อย่างไร (นำไปใส่ในกระบอกตวง)
- การหาปริมาตรของวัตถุโดยการแทนที่น้ำเป็นหลักการของนักคณิตศาสตร์ท่านใด (หลักการของฮาร์คิมีดิส)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- นักเรียนทราบปริมาตรของวัตถุจากการแทนที่น้ำแล้ว นักเรียนจะสามารถหามวลของน้ำได้อย่างไร ถ้านักเรียนไม่มีเครื่องชั่ง (จากความสัมพันธ์ มวลเท่ากับผลคูณของความหนาแน่นของน้ำและปริมาตรของน้ำ)

- นักเรียนคิดว่ามวลของดินน้ำมันกับมวลของน้ำที่ล้นออกมาจากการแทนที่ดินน้ำมันนั้นจะเท่ากันหรือไม่อย่างไร (ไม่เท่ากัน เพราะดินน้ำมันและน้ำมีความหนาแน่นต่างกัน น้ำมีความหนาแน่นน้อยกว่าวัตถุทำให้มีน้ำหนักน้อยกว่าวัตถุนั้นเอง จกสมการ $W = mg = V\rho g$)

- นักเรียนแน่ใจหรือไม่ว่ามวลของดินน้ำมันและน้ำจะแตกต่างกัน เดี๋ยวเราจะลองมาทำการสำรวจตวรจสอบกัน

1.3 ครูใช้ดินน้ำมันก้อนเดิมมาปั้นเป็นรูปถ้วย แล้วใช้คำถามว่า

- ครูนำดินน้ำมันลอยบนน้ำ น้ำที่ล้นออกมามีค่าเท่าใด (เท่ากับปริมาตรของดินน้ำมันนั้น)

- น้ำที่ล้นออกมามีค่าเท่ากับปริมาตรของดินน้ำมันจริงหรือไม่นั้น นักเรียนต้องมาทำการสืบเสาะค้นหาคำตอบกันจาก กิจกรรมที่ 6

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา(20 นาที)

2.1 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การเปรียบเทียบแรงลอยตัวกับปริมาตรของวัตถุครูคอยสังเกตการทำการทดลองเป็นกลุ่มของนักเรียน และคอยใช้คำถามกระตุ้นการทดลองของนักเรียน ขั้นตอนการทำการทดลองมีดังนี้

- นักเรียนทำนายผลจากคำถามการทดลองว่า

ก. “น้ำหนักของดินน้ำมันกับน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาจะเท่ากันหรือไม่อย่างไร” (ไม่เท่ากัน ดินน้ำมันมีน้ำหนักที่มากกว่า)

ข. “ปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมาจากการจมของดินน้ำมันทั้งก้อนกับปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมาจากการนำดินน้ำมันก้อนเดียวกันมาปั้นเป็นรูปถ้วยลอยน้ำมีค่าเท่ากันหรือไม่อย่างไร” (ไม่เท่ากัน ปริมาตรน้ำแทนที่ดินน้ำมันลอยน้ำมากกว่าปริมาตรน้ำแทนที่ดินน้ำมันทั้งก้อน)

ค. “น้ำหนักของดินน้ำมันปั้นเป็นรูปถ้วยกับน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมานั้นมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร” (ไม่เท่ากัน น้ำหนักดินน้ำมันมากกว่าน้ำหนักของน้ำ)

2.3 ครูกำหนดวัสดุและอุปกรณ์การทดลองให้แก่นักเรียน มีรายละเอียดดังนี้ เครื่องชั่งสปริง ถ้วยยูเรกา บิกเกอร์กระบอกตวงและดินน้ำมัน

- นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงคำถามการทดลองนักเรียนต้องออกแบบการทดลองให้สามารถตอบคำถามการทดลองได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก. นำดินน้ำมันไปชั่ง แล้วนำมาใส่ในถ้วยยูเรกา นำน้ำที่ล้นออกมาไปชั่ง

ข. ปั้นดินน้ำมันก้อนเดิมเป็นรูปถ้วย ลอยบนน้ำ นำน้ำที่ล้นออกมาไปชั่ง

- นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง
- นักเรียนตอบคำถามประกอบการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

ก. น้ำหนักของดินน้ำมันและน้ำหนักของน้ำแทนที่ดินน้ำมันก้อนนั้นมีค่าเท่าไร (.....)

ข. น้ำหนักของดินน้ำมันและน้ำหนักของน้ำแทนที่ดินน้ำมันมีค่าต่างกันเท่าใด (.....)

ค. ปริมาตรของน้ำแทนที่ดินน้ำมันทั้งก้อนกับปริมาตรของน้ำที่แทนที่ดินน้ำมันก้อนเดิมแต่ปั้นเป็นรูปถ้วยมีค่าเท่าใด (.....)

ง. น้ำหนักของน้ำแทนที่ดินน้ำมันทั้งก้อนกับน้ำหนักของน้ำที่แทนที่ดินน้ำมันก้อนเดิมแต่ปั้นเป็นรูปถ้วยมีค่าเท่าใด (.....)

จ. น้ำหนักของดินน้ำมันปั้นเป็นรูปถ้วยกับน้ำหนักของน้ำแทนที่ดินน้ำมันก้อนนั้นมีค่าต่างกันเท่าใด (.....)

- นักเรียนสรุปผลการทดลองจากผลการทดลองและคำถามประกอบการทดลอง (น้ำหนักของน้ำแทนที่ดินน้ำมันจะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของดินน้ำมัน และ น้ำหนักของน้ำแทนที่ดินน้ำมันทั้งก้อนจะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของน้ำที่แทนที่ดินน้ำมันปั้นเป็นรูปถ้วย)

3. ขั้นอธิบายลงข้อสรุป (20 นาที)

3.1 จากกิจกรรมที่ 6ครูร่วมกันอภิปรายผลการทดลองกับนักเรียน โดยครูใช้คำถามดังนี้

- น้ำหนักของดินน้ำมันและน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาจากการจมของวัตถุทั้งก้อนทำไมถึงมีค่าที่แตกต่างกัน ทั้งๆที่มีปริมาตรที่เท่ากัน (มีความหนาแน่นต่างกัน ทำให้มีน้ำหนักแตกต่างกันด้วย สมการ $W = mg = V\rho g$)
- ดินน้ำมันใช้ในกิจกรรมที่ 6 มีน้ำหนักเท่ากับกิจกรรมที่ 5 นักเรียนสังเกตน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาในกิจกรรมที่ 6 กับน้ำหนักของดินน้ำมันหายไปในกิจกรรมที่ 5 สอดคล้องกันหรือไม่อย่างไร (มีค่าน้ำหนักที่เท่ากัน)
- วัตถุชั่งในน้ำ น้ำหนักของวัตถุหายไป ดังนั้นนักเรียนทราบหรือยังว่าหายไปไหน (หายไปเนื่องจากถูกน้ำไปแทนที่วัตถุ)
- เพราะเหตุใดนักเรียนคิดว่า น้ำหนักหายไปเนื่องจากถูกน้ำไปแทนที่วัตถุ (เพราะน้ำหนักหายไปมีค่าเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมา)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- นักเรียนบอกว่าแรงพยุงจากน้ำคอยพยุงวัตถุไว้แสดงว่าแรงนั้นมีค่าเท่าใด (น้ำหนักของน้ำที่แทนที่ดินน้ำมัน)

- แรงพยุงนั้น จะเรียกอีกอย่างว่าแรงลอยตัว ซึ่งมีค่าเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ถูกวัตถุแทนที่ เป็นไปตามสิ่งที่นักเรียนได้ทำการสืบเสาะค้นหาคำตอบมานั้นเอง

3.2 ครูชี้ให้นักเรียนดูผลการทดลองในส่วนของการเปลี่ยนรูปดินน้ำมันเป็นรูปถ้วยให้สามารถลอยน้ำได้ คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ดังนี้

- ปริมาตรของน้ำแทนที่ดินน้ำมันทั้งก้อนกับปริมาตรของน้ำแทนที่ดินน้ำมันก้อนเดิมแต่ปั้นเป็นรูปถ้วยมีความแตกต่างกันอย่างไร (ปริมาตรของน้ำแทนที่ดินน้ำมันก้อนเดิมแต่ปั้นเป็นรูปถ้วยมีค่ามากกว่าปริมาตรของน้ำแทนที่ดินน้ำมันทั้งก้อน)

- น้ำหนักของน้ำแทนที่ดินน้ำมันทั้งก้อนกับน้ำหนักของน้ำแทนที่ดินน้ำมันก้อนเดิมแต่ปั้นเป็นรูปถ้วยมีความแตกต่างกันอย่างไร (น้ำหนักของน้ำที่วัตถุแทนที่ทั้งก้อนน้อยกว่าน้ำหนักของน้ำที่วัตถุแทนที่ลอยน้ำ)

- ในเมื่อดินน้ำมันทั้งสองก้อนมีเนื้อปริมาตรเท่ากัน แต่รูปทรงแค่เปลี่ยนไป แต่ทำไมปริมาตรและน้ำหนักของน้ำล้นของมาถึงแตกต่างกัน (ดินน้ำมันปั้นเป็นรูปถ้วยเพิ่มพื้นที่แทนที่น้ำได้มากกว่าดินน้ำมันปั้นทรงกลม)

- แรงลอยตัวของดินน้ำมันทั้งสองรูปร่างมีค่าเป็นเท่าใด (น้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมา)

- เปรียบเทียบแรงลอยตัวของดินน้ำมันทั้งสองรูปร่าง (แรงลอยตัวของดินน้ำมันปั้นเป็นรูปถ้วยมีค่ามากกว่าดินน้ำมันทรงกลมตัน)

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าแรงลอยตัวมีทิศทางเป็นอย่างไร และทิศทางของน้ำหนักของวัตถุเป็นอย่างไร()

- หากเปรียบเทียบน้ำหนักของดินน้ำมันทรงกลมตันกับแรงลอยตัว จะเป็นอย่างไร เพราะอะไร(น้ำหนักดินน้ำมันมากกว่าแรงลอยตัว เพราะน้ำมีความหนาแน่นน้อยกว่าดินน้ำมัน)

- หากเปรียบเทียบน้ำหนักของดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปถ้วยกับแรงลอยตัว จะเป็นอย่างไร (น้ำหนักดินน้ำมันน้อยกว่าหรือเท่ากับแรงลอยตัว)

- การจมการลอยของดินน้ำมันมีความสัมพันธ์กับแรงลอยตัวอย่างไร (แรงลอยตัวเอาชนะน้ำหนักของวัตถุได้ ก็จะสามารถลอยน้ำได้ แต่ถ้าไม่สามารถเอาชนะน้ำหนักของวัตถุได้ก็จะจม)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- สามารถนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้อะไรได้บ้าง (ออกแบบสร้างเป็นเรือบรรทุกสิ่งของได้ สร้างเป็นเรือดำน้ำได้)

- ครูลองให้นักเรียนออกแบบดูว่า หากนักเรียนต้องขนส่งสินค้าไปขายให้มากที่สุด นักเรียนทดลองออกแบบเรือที่สามารถบรรทุกสินค้าได้มากที่สุด หากนักเรียนมีวัสดุอุปกรณ์ที่จำกัด

4. ขั้นขยายความรู้ (10นาที)

4.1 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 7 เรื่อง เรือขนส่งสินค้า โดยให้นักเรียนออกแบบคำนวณหาว่า เรือสามารถขนส่งสินค้าได้มากที่สุดกี่กิโลกรัม โดยมีเงื่อนไขดังนี้

ก. เรือทำจากดินน้ำมัน 1 มวล 200 g

ข. วางเรือลงไปในน้ำได้เพียงแค่ครั้งเดียว

ค. ใช้ดินน้ำมันวางลงไปในเรือเท่านั้นห้ามให้เรือจม

4.2 ให้นักเรียนกลุ่มที่สามารถบรรทุกสินค้าได้มากที่สุดออกมาอธิบายหลักการออกแบบ ครูใช้คำถามว่า

- นักเรียนกลุ่มอื่นคิดออกแบบแตกต่างจากกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร (ออกแบบเหมือนกันโดยการคำนวณหาแรงลอยตัว แล้วหาน้ำหนักของวัตถุรวมกับน้ำหนักเรืออย่างให้มีค่าน้ำหนักเกินกว่าแรงลอยตัวนั้น)

- การคำนวณแรงลอยตัวสามารถคำนวณได้อย่างไร (ชั่งน้ำหนักของเรือทิ้งไว้ แล้วปั้นดินน้ำมันให้เป็นถ้วยให้มีขนาดใหญ่ นำดินน้ำมันกดลงในน้ำ น้ำไหลออกมานำน้ำไปชั่งบันทึกค่าไว้ วางวัตถุให้ได้ น้ำหนักไม่เกินน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมา ซึ่งเป็นค่าของแรงลอยตัวนั้นเอง น้ำหนักที่วางลงมาค่าน้อยกว่าแรงลอยตัว ดินน้ำมันนั้นก็จะสามารถลอยได้อยู่ได้)

4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลักการออกแบบ

5. ขั้นประเมิน (10นาที)

5.1 ครูให้นักเรียนเขียนบันทึกว่า ได้เรียนรู้อะไรบ้างในการทำกิจกรรม และจะนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร แล้วสุ่มนักเรียนพูดสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มา 2 คน

5.2 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่3 เรื่อง แรงลอยตัวและหลักของอาร์คีมีดิส จะมีรายละเอียดดังนี้

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. กิจกรรมที่ 5เรื่อง แรงลอยตัว
2. กิจกรรมที่ 6เรื่อง การเปรียบเทียบแรงลอยตัวกับปริมาตรของวัตถุ
3. กิจกรรมที่ 7เรื่อง เรือขนส่งสินค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง แรงลอยตัวและหลักของอาร์คีมีดิส
5. กระดาษ A4
6. เครื่องชั่งสปริง
7. ถ้วยยูเรก้า
8. บิกเกอร์
9. กระบอกตวง
10. ดินน้ำมัน
11. เครื่องชั่งไฟฟ้า

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้คะแนน
ด้านความรู้ 1. อธิบายความหมายของแรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุได้ 2. อธิบายหลักการของอาร์คีมีดิสได้ 3. สามารถนำหลักการของอาร์คิมิดิสและแรงลอยตัวไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	แบบฝึกหัด	ทำแบบฝึกหัดผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป
ด้านทักษะ/กระบวนการ 4.ทดลองและคำนวณหาค่าแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุในน้ำได้ 5. ทดลองศึกษาหลักการของอาร์คีมีดิส โดยการหาค่าน้ำหนักน้ำที่วัตถุแทนที่ได้ 6.ออกแบบการสร้างเรืออย่างสร้างสรรค์จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้	แบบประเมินผลกิจกรรมการเขียนรายงานการทดลอง	ทำการทดลองผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ 7. ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้ 8. มีความซื่อสัตย์และมีเหตุผล 9. มีความมุ่งมั่น ใฝ่เรียนรู้	แบบประเมินคุณลักษณะ	มีส่วนร่วมในกิจกรรมผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

……

…….……

……..……

ปัญหาและอุปสรรค

……

…….……

แนวทางแก้ไข

……

…….……

ข้อเสนอแนะ

……

…….……

ลงชื่อ.....ผู้จัดการเรียนรู้

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสังเกต: การมีส่วนร่วมในกิจกรรม

เรื่อง

.....

วันที่สังเกต.....

ผู้สังเกต.....

ชื่อกลุ่ม/ชื่อนักเรียน	ขั้นตอนการทำงาน	เชื่อมั่นกล้าแสดงออก	ความร่วมมือในการทำงาน	เวลา	รวม

เกณฑ์การให้คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
1 = น้อย	10-12 = ดีมาก
2 = ปานกลาง	7 - 9 = ดี
3 = มาก	4 - 6 = พอใช้
	0 - 3 = ปรับปรุง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิจกรรมที่ 5 เรื่อง "แรงลอยตัว "

ชื่อ 1. ชื่อ…… ชั้น……...เลขที่……
2. ชื่อ……ชั้น……เลขที่……
3. ชื่อ……...ชั้น……เลขที่……
4. ชื่อ……ชั้น……เลขที่……
5. ชื่อ……ชั้น……เลขที่……

วันที่ทำกิจกรรม……เดือน……พ.ศ……เวลา……

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในของเหลว

คำถามการทอลอง

1. น้ำหนักของวัตถุเมื่อนำมาชั่งในอากาศกับนำมาชั่งในน้ำมีค่าเท่ากันหรือไม่

สมมติฐาน

.....
.....
.....

วัสดุ/อุปกรณ์ที่กำหนดให้

.....
.....
.....
.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ออกแบบวิธีทำการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

คำถาม

1. น้ำหนักของวัตถุตอนที่ชั่งในอากาศกับชั่งได้ในน้ำแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลต่างของน้ำหนักวัตถุตอนที่ชั่งในอากาศกับชั่งในน้ำมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรคในการทำการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไขปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

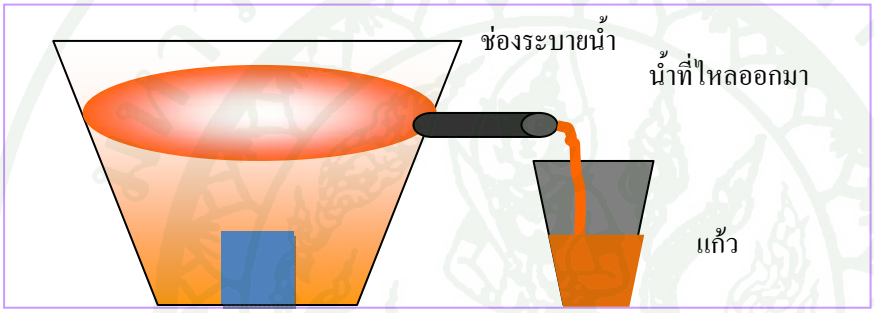
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง “แรงลอยตัว ”

<u>คำชี้แจง:</u> ให้นักเรียนอ่านและตอบคำถามให้ถูกต้องลงในใบงานนี้

กำหนดค่าความหนาแน่นของน้ำ เท่ากับ 1000 kg/m^3

1. เหล็กทรงลูกบาศก์ตันยาวด้านละ 1 m มีมวล 2 kg จมในน้ำดังรูป แล้วน้ำไหลออกลงสู่แก้ว ทางท่อระบายน้ำที่ติดตั้งอยู่ริมผิวน้ำพอดี อยากทราบว่า



1.1 ปริมาตรน้ำที่ไหนออกมามีค่าเป็นเท่าไร (แสดงวิธีทำ)

.....

.....

.....

1.2 น้ำที่ไหลออกมามีมวลเป็นเท่าไร (แสดงวิธีทำ)

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. องทำด้วยเหล็กรูปทรงลูกบาศก์ภายในกลวง แต่ละด้านยาว 2 m มีความหนาของเนื้อเหล็ก 1 m มีนำกล่องใบนี้ไปจมในอ่างน้ำที่มีน้ำปลิ่มขอบอ่างพอดี อยากทราบว่าปริมาตรของน้ำที่ไหลล้นออกมาจากอ่างใบนี้มีค่าเท่าใด (แสดงวิธีทำ)

.....

.....

.....

.....

3. กล่องสี่เหลี่ยมมีความยาวด้านละ 2 m ใบหนึ่งมีมวล 10 m ลอยอยู่ในน้ำ อยากทราบว่ากล่องใบนี้จะสามารถบรรทุกน้ำหนักได้สูงสุดเท่าไร (แสดงวิธีทำ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวนิฤมล จันแก้ว
	เปลี่ยนชื่อเป็น นางนิภาพร คล้ายสมบัติ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	30 กรกฎาคม 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดพัทลุง
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู คศ.2
สถานที่ทำงาน	2550 – 2551 โรงเรียนบ้านหนองธง
	2551 – 2556 โรงเรียนมหาวชิราวุธ
	2556 – 2557 โรงเรียนพัทลุง
ผลงานดีเด่นและ/ หรือรางวัลทางวิชาการ	ครูแสนดี และครูดีไม่มีอบายมุข
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนจากโครงการ สควค. รุ่นที่ 10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์