การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย

เกรียงไกร ทานะเวช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

DEVELOPING SCIENTIFIC CONCEPTS ON MAGNETIC AND ELECTRIC FIELD USING SIMPLE EXPERIMENT AND MULTIMEDIA LEARNING

KREANGKRAI TANAWESH

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN SCIENCE EDUCATION

FACULTY OF SCIENCE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2014

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องสนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย

ผู้วิจัย นายเกรียงไกร ทานะเวช

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช	ประธานกรรมการ
ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง	กรรมการ
ดร.ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่ง จากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม คณะอาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่กรุณาให้คำแนะนำที่ดี และให้ความรู้สำหรับการวิจัย ตลอดจน คุณครูสันทัด รมเพ็ง คุณครูไสว วีระพันธ์ คุณครูสุพร มูลศรี และคุณครูสมัย นามชารี ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนโพนสูงประชาสรรค์ อำเภอปทุมรัตต์ จังหวัดร้อยเอ็ด ที่ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนเงินทุนการศึกษา ระดับปริญญาโท ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา และสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอน้อมระลึกถึงพระคุณบิดา มารดา น้องชายทั้ง 2 คน มิตรสหาย และนางสาวณัฐพร บวบทอง ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุนในการศึกษา และทำวิจัยในครั้งนี้ และขอน้อมระลึกถึงพระคุณของครู อาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน ถ่ายทอดความรู้ จนผู้วิจัยประสบผลสำเร็จด้วยดี ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สนใจในการศึกษาทั้งมวล

เกรียงไกร

เกรียงไกร ทานะเวช

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย

ผู้วิจัย : เกรียงไกร ทานะเวช

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง

คำสำคัญ : กิจกรรมการทดลองอย่างง่าย, สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า, สื่อมัลติมีเดีย, แนวคิดวิทยาศาสตร์ และความก้าวหน้าทางการเรียน

กิจกรรมการทดลองมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน จำเป็นต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติและเห็นปรากฏการณ์จริง โดยอาศัยชุดการทดลองที่ออกแบบอย่างเรียบง่าย จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว ราคาถูก ร่วมกับการนำสื่อมัลติมีเดียช่วยเสริมสร้างแนวคิดที่ตรงกัน ช่วยแก้ปัญหาความขาดแคลนอุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 34 คน โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า แบบ 2 ลำดับขั้น แบบทดสอบสัมภาษณ์แนวคิดวิทยาศาสตร์และแบบวัดความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าทีและความก้าวหน้าทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีแนวคิด เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า สูงขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์รายชั้นเฉลี่ยอยู่ระดับปานกลาง (Average normalized gain, $\langle g \rangle = 0.33$) ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ดีและมีเจตคติเชิงบวก โดยมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ระดับมาก ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดียสามารถช่วยพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า เป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติจริงและมีสื่อที่หลากหลายช่วยเสริมสร้างแนวคิดที่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING SCIENTIFIC CONCEPTS ON MAGNETIC AND ELECTRIC FIELD USING SIMPLE EXPERIMENT AND MULTIMEDIA LEARNING
AUTHOR : KREANGKRAI TANAWESH
DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE
MAJOR : SCIENCE EDUCATION
ADVISOR : CHOKSIN TANAHOUNG, Ph.D.
KEYWORDS : THE SIMPLE EXPERIMENTS, MAGNETIC AND ELECTRIC FIELDS, MULTIMEDIA LEARNING, SCIENTIFIC CONCEPTS, AVERAGE NOMALIZED GAIN

Science experiment plays an important role in developing scientific knowledge for learners in science. Effective teaching methods must emphasize learning by experimenting where students experience to real phenomena. Through low-cost simple experiments designed for hands-on activity in conjunction with the reinforcement of graphical multimedia, the students have enhanced the matching scientific concepts. This method helps to solve the lack of scientific equipments. The purpose of this research was to develop the students' scientific concepts on magnetic and electric fields using simple experiments in conjunction with multimedia learning. The samples were 34 grade 10 students in academic year 2014. The pretest and posttest control group design was employed in carrying out the study. The research tools consisted of simple experiments and the multimedia learning, lesson plans based on the science inquiry process, the magnetic and electric fields concepts 2-tiers test, think-aloud interviews on the scientific conceptual test and student's satisfaction test. The data were analyzed into the average percentage, standard deviation, t-test and average normalized gain. The result of the sample group showed statistically significant mean differences between the pre-test and post-test at significant level of .05. The class average normalized gain was in the medium gain (0.33). The students' abilities to explain the concepts in levels of good, had positive comments, and had very satisfied about the learning process. This result indicated

that science inquiry process by simple experiments and multimedia learning can be used to develop students' conceptual understanding on magnetic and electric fields. The students had an opportunity to experience from actual practice to build up new body of knowledge by themselves, enhancing scientific concepts through the multimedia learning and therefore students had positive attitude for science learning process.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่าย (Simple Experiment)	6
2.2 สื่อมัลติมีเดีย (Multimedia Learning)	9
2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	9
2.4 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์	11
2.5 การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	12
2.6 การวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	14
2.7 สาระสำคัญของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า	17
2.8 ความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain)	26
2.9 ความพึงพอใจต่อวิทยาศาสตร์	27
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	31
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	32
3.3 วิธีทดลองและเก็บข้อมูล	39
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	40
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
4.1 ความก้าวหน้าของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	41
4.2 ความพึงพอใจของนักเรียน	48
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	51
5.2 ข้อเสนอแนะ	52
เอกสารอ้างอิง	53
ภาคผนวก	
ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	59
ข ตัวอย่างชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายและสื่อมัลติมีเดีย	67
ค แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า	72
ง แบบทดสอบสัมภาษณ์วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า	89
จ คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	97
ฉ ตารางคะแนนดิบนักเรียน	102
ช ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	107
ประวัติผู้วิจัย	111

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ชุดการทดลองอย่างง่ายสำหรับการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า	33
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแต่ละแผนการเรียนรู้	36
3.3	ประเด็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า	38
4.1	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ) ของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ค่าที (t-value) และ class normalized gain	41
4.2	ร้อยละของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ average normalized gain รายแนวคิด	44
4.3	ผลการวิเคราะห์โดยแบบทดสอบสัมภาษณ์วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน think-aloud interviews รายแนวคิด	47
4.4	ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้	49
ค.1	เฉลยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า	85
จ.1	ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์	98
จ.2	ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า	100
ฉ.1	ผลการวิเคราะห์คะแนนดิบของนักเรียนรายบุคคล โดยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า	103
ฉ.2	ผลการวิเคราะห์คะแนนดิบของนักเรียนตามแนวคิด โดยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า	104
ฉ.3	Paired Samples Statistics	105
ฉ.4	Paired Samples Correlations	105
ฉ.5	Paired Samples Test	106

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	10
2.2	ลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็ก	18
2.3	จุดสะเทินเนื่องจากแท่งแม่เหล็กวางใกล้กัน	18
2.4	สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ	19
2.5	ทิศสนามแม่เหล็กพุ่งเข้ากระดาษ	19
2.6	ทิศสนามแม่เหล็กพุ่งออกจากกระดาษ	19
2.7	ลักษณะของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเส้นลวด	20
2.8	ลักษณะของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์	21
2.9	การเกิดกระแสเหนี่ยวนำ	21
2.10	ทิศทางกระแสเหนี่ยวนำ	22
2.11	ลักษณะการเบนของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็กและการใช้กฎมือขวา	23
2.12	ลักษณะของแรงที่กระทำต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านที่วางตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า	24
2.13	สนามไฟฟ้าที่เกิดจากแผ่นโลหะคู่ขนานที่มีประจุไฟฟ้า	25
2.14	ตัวนำทรงกลม 2 วงขนาดต่างกันซ้อนกัน	26
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่าง % actual gain และ % pretest ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย	42
4.2	ความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล (single student normalized gain)	43
4.3	ความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายแนวคิด (conceptual dimensional normalized gain)	45
ช.1	รวมภาพกิจกรรม ชุดที่ 1	108
ช.2	รวมภาพกิจกรรม ชุดที่ 2	109
ช.3	รวมภาพกิจกรรม ชุดที่ 3	110
ช.4	รวมภาพกิจกรรม ชุดที่ 4	111

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในด้านความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถือเป็นการจัดเตรียมความพร้อมที่สำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบัน เนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญและส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตในทุกระดับ เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาให้นักเรียนทุกคนมีความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) เพื่อให้สามารถรับรู้และตัดสินประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม อันเป็นผลมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2554 : 62) ในการศึกษาและวิจัยเพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุเป้าหมายในการศึกษาวิทยาศาสตร์ ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 แนวคิดหลัก คือ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) กระบวนการสืบเสาะ (Scientific Inquiry) และความตระหนักในการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ (The Scientific Enterprise) (Lawrence, 2011 : 10 -24)

สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป้าหมายสำคัญอย่างหนึ่ง คือ การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept) ให้เกิดกับผู้เรียน มีงานวิจัยหลายชิ้นแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ทำได้ยาก ผู้เรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (misconception) ซึ่งส่งผลให้การสร้างองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียนเกิดยากขึ้นด้วย (สุระ วุฒิพรหม, 2556: 8) เนื่องจากแนวคิดวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อโลกที่เขาอาศัยอยู่ และได้รับการพัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนพยายามอธิบายหรือเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว โดยอาศัยความรู้เดิม (prior knowledge) ที่มีอยู่ ซึ่งได้รับอิทธิพลจาก ประสบการณ์ บริบททางสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่นี้อาจตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ได้ (Bell, 1993) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ในส่วนของเนื้อหาที่ต้องทำความเข้าใจโดยใช้จินตนาการ การสร้างภาพมโนมติที่เป็นนามธรรม เพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น จำเป็นต้องสร้างแบบจำลองทางความคิด (mental model) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างมโนมติทางการเรียนของนักเรียน (Glynn and Duit, 1995) และมีบทบาทอย่างมากในการทำความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะหลักการหรือเนื้อหาที่ไม่สามารถเข้าถึงได้จากระบบการรับรู้โดยตรง (Briggs and Bodner, 2005) แบบจำลองทางความคิดเพื่อการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่สามารถสร้างความเข้าใจเชิงมโนมติ (conceptual

understanding) ของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการที่ต้องการสำรวจ โดยเฉพาะกระบวนการที่เกิดขึ้นในระดับโมเลกุลและกระบวนการที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าอื่น ๆ เพื่อสะท้อนถึงแนวคิดความเข้าใจและใช้อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการหรือปรากฏการณ์หรือระบบที่สนใจ (Jonhson-Laird, 1983)

ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ จึงเป็นความท้าทายสำหรับครู กิจกรรมการเรียนการสอนต้องคิดแบบย้อนกลับ และให้ปลายเปิด (Open end) ให้นักเรียนได้คิด ลองผิดลองถูกเพื่อเรียนรู้จากสิ่งที่ผิด สร้างประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติ (Learning by Doing) กระบวนการสอนในห้องเป็นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน บทบาทของครูเปลี่ยนจากครูสอนเป็นครูพี่เลี้ยง ครูฝึก (Coach) หรือผู้จัดการชั้นเรียน (Learning manager) สร้างบรรยากาศให้เกิดการเรียนรู้ ครูต้องมีพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่ มีเครื่องมืออำนวยความสะดวกช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน ช่วยเปิดประตูสู่โลกกว้างทางอินเทอร์เน็ต มีความสามารถในการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจ และอยากเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น (ยืน ภู่วรวรรณ, 2557: 3-9) ในปัจจุบันจึงมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ จากงานวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยสื่อจากคอมพิวเตอร์ที่หลากหลาย (multimedia) ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาระดับใดก็ตามสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น (Vantipa, 2002) นอกจากนี้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นภาพเคลื่อนไหว (animation) ซึ่งสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ยังสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ (Poohkay and Szabo, 1995) ในการพัฒนานักเรียนสิ่งที่ต้องเน้น คือ ทักษะการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ ขีดความสามารถการเรียนรู้ (Learning curve) ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้ในสิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง ในระยะเวลาสั้น ใช้ต้นทุนในการเรียนรู้ต่ำ และสิ่งที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ ที่ครูต้องจัดหา กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการทดลองเพื่อให้เกิดการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่แนะนำให้เน้นไปที่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) โดยกิจกรรมลงมือปฏิบัติ/พัฒนาความคิด (Hands-on/Mind-on Activities) ซึ่งนอกจากจะก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่คงทนแล้วยังนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิด และทักษะการปฏิบัติ และจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) สำหรับสื่อการเรียนรู้ ชุดการทดลองที่นำมาใช้ควรเรียบง่าย ราคาถูก สามารถจัดหามาได้อย่างเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล นั้นคือ การจัดการเรียนการสอนที่ได้ผลลัพธ์ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วย ด้านความรู้ (Knowledge) ด้านกระบวนการทักษะ(Process/Skills) และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน (Attribute) (ประมวล ศิริผันแก้ว, 2555: 36-40)

จากแนวคิดและเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะผู้รับผิดชอบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐานระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จึงต้องการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง

สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ต้องทำความเข้าใจโดยใช้จินตนาการ สร้างภาพมโนมติที่เป็นนามธรรม เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เนื่องจากการสร้างแนวคิดจำเป็นต้องอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น จากผลการทดลองเป็นตัวช่วยในการอธิบายหาเหตุผล โดยส่วนใหญ่อุปกรณ์ที่ใช้แสดงปรากฏการณ์เกี่ยวกับสนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า จะมีราคาแพงและให้เพียงการสังเกตผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยนักเรียนไม่ได้ปฏิบัติการทดลอง ที่สำคัญทางโรงเรียนมีความขาดแคลนอุปกรณ์ดังกล่าว และจากการสัมภาษณ์นักเรียนในการทำข้อสอบ O-Net ในเนื้อหานี้ นักเรียนส่วนใหญ่จะมองว่ายาก ทำข้อสอบไม่ได้เพราะขาดความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังนั้น เพื่อเป็นการเสริมสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยนักเรียนได้ทำการทดลองจากชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่าย ราคาถูก และมีการใช้สื่อมัลติมีเดียเพื่อช่วยให้เห็นภาพพจน์ของปรากฏการณ์แม่เหล็ก-ไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการเรียนรู้ในสิ่งใหม่ในระยะเวลาสั้น ใช้ต้นทุนในการเรียนรู้ต่ำ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ส่วนกลวิธีการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการเรียนรู้สืบเสาะโดยกลุ่มร่วมมือ ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้แบบ Active Learning เพื่อส่งเสริมทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21 ให้กับนักเรียน ด้วยการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีทักษะในการคิด ตัดสินใจร่วมกัน มีการต่อยอดทางความคิดที่หลากหลายและสามารถสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นยุทธวิธีในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยสอนน้อยๆเรียนรู้มากๆ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1.1 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

1.2.1.2 เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

1.2.1.3 เพื่อเสริมสร้างความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

1.2.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.2.1 ความก้าวหน้าของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.2.2 นักเรียนมีความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ หลังเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ในระดับปานกลาง (medium gain) คือ 0.3 - 0.7

1.2.2.3 การอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า อยู่ในระดับดี

1.2.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า อยู่ในระดับมาก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 17 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 17 คน รวมทั้งหมดจำนวน 34 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนโพนสูงประชาสรรค์ อำเภอปทุมรัตต์ จังหวัดร้อยเอ็ด

1.3.2 ระยะเวลาในการวิจัย

เริ่มทำการวิจัย ตั้งแต่วันที่ 16 พฤษภาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2557 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการทดลองวิจัย 12 ชั่วโมง

1.3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ใช้เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า จะสามารถสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง แล้วนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และผลการทดสอบ O-Net ให้เพิ่มสูงขึ้น

1.4.2 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เนื่องจากได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยการเสริมสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยสื่อมัลติมีเดียที่หลากหลายและน่าสนใจ ก่อเกิดแรงจูงใจที่อยากจะเรียนรู้ต่อไป

1.4.3 ครูทราบสภาพปัญหาของนักเรียน และข้อบกพร่องของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แล้วสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหา ส่งเสริมหรือพัฒนานักเรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ของ

นักเรียน และนำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในสาระการเรียนรู้และมาตรฐานอื่นได้

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ชุดการทดลองอย่างง่าย (The simple experiments) หมายถึง ชุดกิจกรรมการทดลองที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้นมาอย่างเรียบง่าย จำนวน 6 ชุด ที่ใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน ในเรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

1.5.2 สื่อมัลติมีเดีย (Multimedia learning) หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ในการสื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ กราฟิก (Graphic) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Sound) วีดีทัศน์ (Video) และการจำลองสถานการณ์ (Simulation) เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้หรือทำกิจกรรมที่มีความหลากหลายและเร้าความสนใจ

1.5.3 แนวคิดวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept) หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่จะสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น ๆ ของบุคคล แล้วนำมาประมวลเป็นข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์

1.5.4 ความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ (average normalized gain) หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนจากการทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 2 ลำดับขั้น (2 Tier multiple choice and explain conceptual test) เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา ซึ่งประเมินผลด้วยวิธี Normalized Gain <g> (Richard R. Hake, 1998) โดยพิจารณาจากผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับโอกาสสูงสุดที่ผู้เรียนแต่ละคนจะสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นได้ โดยหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้ โดยค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0 – 1.0

$$< g >= \frac{[(\%\text{post} - \text{test}) - (\%\text{pre} - \text{test})]}{[(100\%) - (\%\text{pre} - \text{test})]} \qquad (1.1)$$

โดยที่ <g> คือ ค่า normalized gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

สามารถแบ่งระดับของค่า normalized gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ คือ

"High gain"	เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า	$\langle g \rangle \geq 0.7$
"Medium gain"	เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า	$0.3 \leq \langle g \rangle < 0.7$
"Low gain"	เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า	$0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่าย (Simple Experiment)

2.1.1 การทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Science experiment)

การทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Science experiment) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนรู้ ด้วยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบจากการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผ่านประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรม เน้นขั้นตอนการคิด การค้นคว้าการทดลอง และการสรุปผล จากการเรียนรู้การใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าอย่างเป็นกระบวนการจนพบความรู้ ทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะที่มีความจำเป็นในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถหรือความชำนาญที่เกิดจากการปฏิบัติหรือฝึกฝนกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการรับรู้ การค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะเบื้องต้นที่มีความเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน และมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัด ทักษะการสื่อสาร ทักษะการลงความเห็น และทักษะการพยากรณ์ กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นการจัดกิจกรรมที่สามารถส่งเสริมและพัฒนาทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ดังที่ ฌอง เพียเจท์ (Jean Piaget) กล่าวว่า พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นผลมาจากการที่นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมนักเรียนจะเรียนรู้สิ่งที่เป็นรูปธรรมก่อนเข้าสู่การเรียนรู้ที่เป็นนามธรรม และพัฒนาการทางสติปัญญาจะเป็นไปตามลำดับขั้น และสอดคล้องกับแนวคิดของ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ที่กล่าวว่า ประสบการณ์สำหรับนักเรียนเกิดขึ้นได้ต้องใช้ความคิดและการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ การทดลองและการค้นพบด้วยตนเอง ดังนั้น รูปแบบการจัดกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน จึงเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการปฏิบัติและฝึกฝนกระบวนการคิดในการแสวงหาความรู้ ตลอดจนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่วชำนาญ ทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนมีความชาบซึ้งในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.2 กิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ (Hands-on Activities)

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์กลุ่มสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) แนะนำให้ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ กล่าวคือ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงหรือได้ทำการทดลองต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น นำแม่เหล็กเข้าใกล้วัสดุต่าง ๆ แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น ใช้วัตถุต่าง ๆ ถูกับผ้าชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาแขวนไว้ใกล้กันหรือนำมาแตะชิ้นกระดาษ ต่อหลอดไฟฟ้าหลายหลอดกับถ่านไฟฉาย ใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต เป่าลมหายใจลงไปในน้ำปูนใส เป็นต้น เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมลักษณะนี้จะทำให้ได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การถามคำถาม การอธิบาย การอภิปราย และหาข้อสรุปต่อไป ดังนั้น กิจกรรมลักษณะนี้จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกคิด นำมาสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของกิจกรรมลงมือปฏิบัติและฝึกคิด (Hands-on/Mind-on Activity)

2.1.3 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยการทดลอง

ลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของการทำงานด้านวิทยาศาสตร์ คือ การใช้ประสบการณ์ตรง (First-hand experience) หรือการได้ลงมือปฏิบัติ (Hands-on) เพื่อได้ข้อมูลที่จะนำไปเป็นหลักฐานในการสรุปเป็นคำอธิบาย เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ หากผู้สอนออกแบบหน่วยการเรียนรู้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ จะต้องแน่ ใจว่ามีการจัดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ หรือใช้ประสบการณ์ตรงด้านวิทยาศาสตร์ การทดลองจึงเป็นกิจกรรมสำคัญอีกอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ซึ่งถือเป็นวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนอาจจะให้ความช่วยเหลือนักเรียนก่อนในระยะเริ่มแรก จนนักเรียนสามารถดำเนินการได้เองทั้งหมด นับตั้งแต่การวางแผนการทดลอง การเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ การดำเนินการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลอง การแปลผล และการสรุปผลการทดลอง ซึ่งการปฏิบัติการทดลองนี้ นักเรียนสามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนแบบอื่น ๆ นอกจากการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การแก้ปัญหาและการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนโดยการทดลองจึงไม่ใช่การจัดการเรียนการสอนที่เบ็ดเสร็จในตัวเอง แต่เป็นกิจกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบอื่น ๆ

จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ออกแบบชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่าย ที่ราคาถูก เรียบง่าย ชัดเจน เพื่อแก้ปัญหาความขาดแคลนอุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนขนาดเล็ก และเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ทดลองจริงและสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ทำให้มีความน่าสนใจและมีความซาบซึ้งในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2 สื่อมัลติมีเดีย (Multimedia Learning)

สื่อประสม (Multimedia) เป็นการนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่าง ๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกัน ประกอบด้วย ข้อความ (Text) ภาพนิ่ง (Image) ภาพเคลื่อนไหวหรือแอนิเมชัน (Animation) เสียง (Sound) และวีดีทัศน์ (Video) โดยผ่านกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ เพื่อสื่อความหมายกับผู้ใช้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) โดยได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์การใช้งาน และก่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความหมายในแง่ของวิธีการ และรูปแบบ โดยวิธีการมีจุดเน้นในการใช้สื่อหลายแบบมาผสมกับการบรรยาย ส่วนรูปแบบนั้นจะเน้นที่เป็นสื่อประสมที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการนำเสนอสารสนเทศ หรือการผลิตสารสนเทศในรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดีทัศน์ ภาพกราฟิก ภาพแอนิเมชันและเสียง โดยที่ผู้ใช้มีการโต้ตอบกับสื่อได้โดยตรง ในการวิจัยครั้งนี้ จะยึดตามความหมายทั้งวิธีการและรูปแบบโดยที่เรื่องใดเรื่องหนึ่งจะมีองค์ประกอบหลายอย่างรวมกัน ปัจจุบันกลุ่มสื่อดิจิทัลที่เป็นมัลติมีเดียที่ใช้งานกับอุปกรณ์สื่อสารพกพา นับเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้เนื่องจากดึงดูดความสนใจผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เรียนและทบทวนเนื้อหาได้ทุกที่ทุกเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อดังกล่าวสามารถลดภาระทางปัญญาให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ในเวลาอันรวดเร็วและช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงขึ้น (Cadavieco, Goulao and Costales, 2012)

จากการศึกษางานวิจัยหลายชิ้นแสดงให้เห็นว่า การใช้สื่อมัลติมีเดียมีผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์หรือส่งผลต่อความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของเนื้อหาที่ต้องใช้จินตนาการเพื่อให้เห็นภาพพจน์ ในสิ่งที่เป็นนามธรรมที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงจากประสาทสัมผัสซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้สื่อประสมที่หลากหลาย ทั้งแบบจำลอง สถานการณ์จำลอง (Simulation) แผนภาพ สื่อวีดีทัศน์ ภาพนิ่ง เพื่อช่วยเสริมสร้างความเข้าใจที่ตรงกันของนักเรียน ช่วยในการจินตนาการ โดยผู้วิจัยได้นำสื่อประสมหรือมัลติมีเดียที่หลากหลายที่เลือกมาให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ตามแนวคิดที่จะพัฒนาโดยใช้ในการเสริมสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์หลังจากการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 219-220) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หรือแบบสืบเสาะหาความรู้ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นดังนี้

2.3.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่

เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

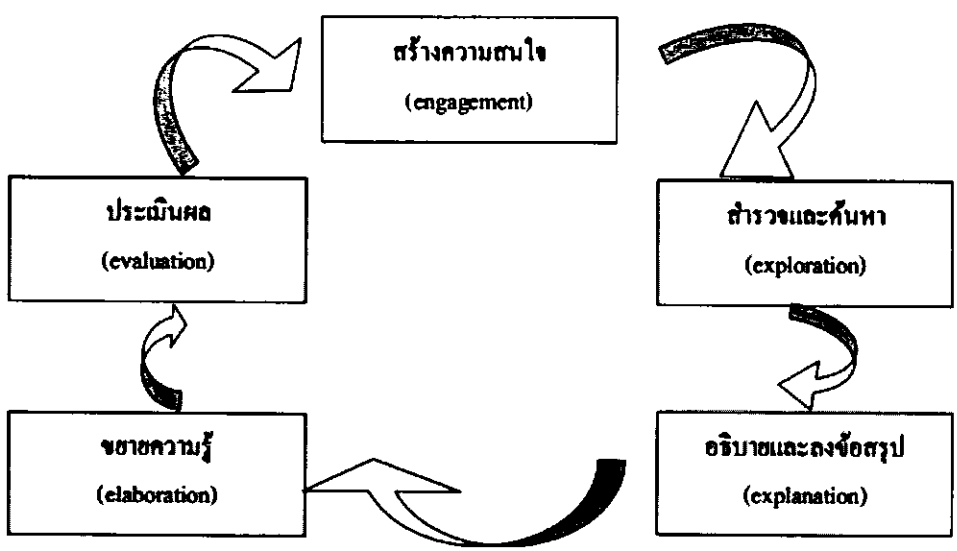
2.3.2 **ขั้นสำรวจและค้นหา** (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

2.3.3 **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

2.3.4 **ขั้นขยายความรู้** (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

2.3.5 **ขั้นประเมิน** (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เขียนเป็นขั้นตอนได้ดังนี้



ภาพที่ 2.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมิน

2.4 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงเค้า (2540: 22) ได้ให้ความหมายของคำว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Children's science) หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโลกที่เขาอาศัยอยู่ และต่อความหมายของคำที่นักเรียนได้รับก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้พัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนพยายามที่จะเข้าใจโลกที่เขาอาศัยอยู่โดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้ในปัจจุบัน และจากภาษาของตนเอง

วราภรณ์ แย้มจินดา (2547: 13) ได้ให้ความหมายของคำว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึง ความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ ของวัตถุ หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง และแต่ละคนอาจจะมีแนวคิดต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแตกต่างกันก็ได้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และวุฒิภาวะของบุคคลนั้น ๆ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

(1) แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational concepts) เป็นแนวคิดที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติ บอกคุณสมบัติร่วม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นๆ ตัวอย่างเช่น

(1.1) ดอกไม้ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ ฐานรองดอก กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย

(1.2) สัตว์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง

(2) แนวคิดทางทฤษฎี (Theoretical concepts) เป็นแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนแล้วสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง ตัวอย่างเช่น

(2.1) น้ำดีในลำไส้เล็กช่วยย่อยไขมัน

(2.2) โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์

(3) แนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational concept) เป็นแนวคิดที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลนำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ตัวอย่างเช่น

(3.1) อาหารให้พลังงานทำให้ร่างกายอบอุ่น

(3.2) ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น

ตรีคูณ โพธิ์หล้า (2554: 31; อ้างอิงจาก วราภรณ์ แย้มจินดา, 2547) ได้สรุปความหมายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความเข้าใจในการสรุปลักษณะที่สำคัญของวัตถุ หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น แล้วนำมาเชื่อมโยงให้มีความสัมพันธ์กันเป็นข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

(1) ตัวอย่างแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นำมาสรุป เช่น

(1.1) แมลง คือ สัตว์ที่มี 6 ขา

(1.2) น้ำแข็ง คือ น้ำที่อยู่ในสถานะของแข็ง

(2) ตัวอย่างแนวคิดที่เกิดจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย เช่น

(2.1) กระแสไฟฟ้าขึ้นกับความต้านทานในวงจร

(2.2) สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้ถ้าได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นหรือลดลง

(3) ตัวอย่างแนวคิดที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปรวมเข้าด้วยกันเป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง เช่น

(3.1) แก๊สเมื่อได้รับความร้อนอนุภาคจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น

(3.2) ยีนที่อยู่บนโครโมโซมจะเป็นตัวกำหนดลักษณะทางพันธุกรรม

จากความหมายของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่จะสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่เกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆแบบของบุคคลนั้น ๆ นำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปของตนเอง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นสากลซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจบทเรียนและมีความรู้ในระดับสูงชัดเจนดีขึ้น

2.5 การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาแนวคิดคอนสตรักติวิซึม (จันทร์จิรา ภมรศิลปธรรม (2551: 46; อ้างอิงจาก Duit, 1991) ที่เชื่อว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่ หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และความรู้เดิมหรือแนวคิดทางเลือก เป็นส่วนสำคัญที่สุดที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ (West: 1985) การจัดการเรียนรู้โดยการพัฒนาแนวคิด คือ กระบวนการในการปรับความรู้เดิมให้สอดคล้องกับความรู้ใหม่ ผู้ที่เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้คือ Posner, Striker, Hewson , and Gertzog (1982) โดยกล่าวว่า การที่นักเรียนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดได้ มีเงื่อนไขสำคัญอยู่ 4 เงื่อนไข คือ

(1) นักเรียนจะต้องไม่พอใจในความรู้เดิม เห็นว่าความรู้เดิมไม่สามารถอธิบายหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ต้องการได้ (Dissatisfaction)

(2) นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจความรู้ใหม่ (Intelligibility)

(3) นักเรียนจะเห็นว่าความรู้ใหม่มีประโยชน์สามารถช่วยในการแก้ปัญหาที่ต้องการได้ (Plausibility)

(4) นักเรียนต้องสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ที่แนวคิดเดิมของนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาหรืออธิบายได้

จันทร์จิรา ภมรศิลปธรรม (2551: 47; อ้างอิงจาก Hawson, 1992) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ โดยการพัฒนาแนวคิด ไม่ใช่การบังคับให้นักเรียนยอมรับ หรือเปลี่ยนจากความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ที่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการปรับความรู้เดิมให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่ง (Stephans) ได้เสนอว่า การจัดการเรียนรู้โดยการพัฒนาแนวคิด เพื่อให้นักเรียนเกิดเงื่อนไขของรูปแบบตามที่ Posner (1982) ได้เสนอนั้น มีกระบวนการสำคัญ 5 ขั้นตอนคือ

(1) นักเรียนระบุแนวคิดที่มีก่อนเรียน (Express Ideas) ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงความรู้หรือประสบการณ์เดิมของตนเองที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้น โดยอาจยกสถานการณ์ที่น่าสนใจที่กำลังเกิดขึ้นในปัจจุบันหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้ระบุหรือแสดงแนวคิดเดิมของตนเอง

(2) นักเรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดที่มีก่อนเรียน (Share Ideas) ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนแบ่งปันบอกเล่าแนวคิดที่มีก่อนเรียนให้เพื่อนที่อยู่ข้าง ๆ และเพื่อนในห้องเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดของตนเองร่วมกัน โดยอาจให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนหน้าชั้นเรียน และอภิปรายแนวคิดของตนเองร่วมกับผู้อื่น

(3) นักเรียนทดสอบแนวคิดที่มีก่อนเรียน (Challenge Ideas) ครูต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทดสอบแนวคิดที่มีก่อนเรียน โดยกิจกรรมนั้น ๆ จะต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดลงมือปฏิบัติ ให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอต่อการสรุปและเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ เช่น การทดลอง การสาธิตศึกษาจากแหล่งเรียนรู้จริงหรือสถานการณ์จำลอง ศึกษาจากเอกสารหรืออินเตอร์เน็ต

(4) นักเรียนปรับหรือยอมรับแนวคิด (Accommodate Ideas) ครูต้องกระตุ้น ซักถามหรือจัดกิจกรรมให้นักเรียนวิเคราะห์ พิจารณาแนวคิดเดิมที่มีก่อนเรียน เปรียบเทียบกับแนวคิดที่ได้จากการจัดกิจกรรม สิ่งใดที่เหมือนกันหรือต่างกัน แปลความหมายและข้อสรุปเป็นแนวคิดใหม่ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดใหม่ของตนเองและอภิปรายแนวคิดใหม่ที่ได้กับเพื่อนๆ

(5) นักเรียนนำแนวคิดใหม่ไปใช้ (Apply Ideas) ครูต้องกระตุ้น ซักถามและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำแนวคิดใหม่ที่ได้ไปใช้อภิปรายหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ โดยเฉพาะสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน หากนักเรียนสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปอธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ได้มาก ก็แสดงให้เห็นว่าความรู้ใหม่นั้นมีประโยชน์ ทำให้นักเรียนเกิดการยอมรับและเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ตามกระบวนการ ทั้ง 5 ขั้นนี้ ต้องใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การสร้างแผนผังแนวคิด การอ่าน การสาธิต เป็นต้น เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทต่าง ๆ ของนักเรียน เนื้อหา เวลา และแนวคิดทางเลือกของนักเรียน เพื่อทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพของตนเอง ซึ่งการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ควรเริ่มฝึกตั้งแต่ชั้นแรกของแต่ละระดับชั้น ทำให้นักเรียนมีทักษะมากขึ้นเมื่อเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น

2.6 การวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

การสำรวจแนวคิดของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น จะทำให้ครูได้ทราบแนวคิดของนักเรียนว่านักเรียนมีแนวคิดพื้นฐานในเรื่องที่จะสอนอย่างไรบ้าง และแนวคิดใดบ้างที่ยังไม่ถูกต้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผน แก้ไขแนวคิดของนักเรียนให้ถูกต้องก่อนจัดการเรียนรู้ (วราภรณ์ แย้มจินดา, 2547: 18) ซึ่ง Hurd (1970: 53) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของผู้ที่เข้าใจในแนวคิดดังต่อไปนี้

(1) ระบุตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่แนวคิดได้

(2) ใช้แนวคิดอธิบายในสถานการณ์ใหม่ได้

(3) ใช้แนวคิดในการตั้งสมมติฐานเพื่อการแก้ปัญหาได้

(4) ลงความเห็นหรือลงข้อสรุปได้จากสถานการณ์

(5) จัดข้อมูลที่ได้แยกกลุ่มตามความสัมพันธ์

(6) จากสถานการณ์สามารถแยกข้อมูล แนวคิดออกจากกันและสามารถเข้าใจในแนวคิดเพิ่มขึ้น

(7) จัดกลุ่มสิ่งต่างๆ (Move around) ได้ง่ายโดยใช้หลักเกณฑ์ของตน

(8) เรียนรู้ได้เร็วในหัวข้อใกล้เคียงกัน (Topic area)

วิธีในการวัดแนวคิดมีหลายวิธี ซึ่งผู้สอนต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่จะสามารถระบุแนวคิดของนักเรียนได้อย่างแท้จริงไม่ใช่วัดการท่องจำ (จรรยา ดาสา และคณะ, 2549: 232) ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

2.6.1 การทดสอบ

แบบทดสอบที่ใช้ในการสำรวจแนวคิดของนักเรียน มีหลายรูปแบบ ดังนี้

2.6.1.1 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-Choice Items)

แบบทดสอบชนิดเลือกตอบได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในรูปของแบบวัดความรู้และถูกปรับเพื่อใช้ในการศึกษาผลการเรียนรู้ในรูปของความรู้ ความเข้าใจ การตัดสินใจ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการทำนายผล แบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะมีความผิดพลาดที่เกิดจากการเดาน้อยกว่าแบบทดสอบชนิดถูกผิดและแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมีความแตกต่างจากแบบทดสอบประเภทอื่น เนื่องจากสามารถใช้วัดความคิดของนักเรียนในระดับสูง เช่น ระดับการคิด

วิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล ซึ่งแบบทดสอบแบบถูกผิด จะวัดได้เพียงระดับความรู้ความจำและความเข้าใจ (ตรีคูณ โพธิ์หล้า, 2554: 33; อ้างอิงจากเยาวดี วิบูลย์ศร, 2540: 224) เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540: 225-227) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบเลือกตอบที่ดี สรุปได้ดังนี้

1) ข้อคำถามที่เป็นส่วนนำนั้นควรใช้ภาษาที่ชัดเจน กะทัดรัดได้ใจความ และเรื่องที่ถามควรเป็นเรื่องสำคัญเพียงเรื่องเดียวในแต่ละข้อ

2) ตัวคำถามควรใช้ข้อความเชิงบวก หลีกเลี่ยงการใช้ข้อความในเชิงปฏิเสธ แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้ หรือเขียนเป็นตัวเน้นคำที่เป็นปฏิเสธเพื่อให้เห็นได้ชัดเจนและเป็นการเน้นตัวคำถามด้วย

3) ข้อกระทงและข้อคำถามแต่ละข้อควรเป็นอิสระห รือแยกขาดจากกันไม่ขึ้นกับข้ออื่น ๆ ในแบบทดสอบชุดนั้นๆ

4) ถ้าข้อคำถามข้อใดต้องอาศัยกราฟ ตาราง ฯลฯ ตัวคำถาม และตัวเลือกจะต้องหาจากข้อมูลหรือมีความเกี่ยวเนื่องกับข้อมูลที่มาจากกราฟ หรือตารางประกอบนั้นๆ

5) ตัวเลือกที่ถูกควรเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือสมบูรณ์ที่สุด และจะต้องมีตัวเลือกที่ถูกเพียงตัวเดียวเท่านั้น

6) คำที่จะให้ความหมายควรให้อยู่ในตัวคำถาม ส่วนคำจำกัดความให้อยู่ในตัวเลือก

7) ควรหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเลือกประเภท “ถูกทุกข้อ” หรือ “คำตอบที่ถูกไม่ได้ให้ไว้ ”

8) ลักษณะของข้อคำตอบจะต้องไม่เกิดการชี้แนะคำตอบ

9) การจัดเรียงตำแหน่งตัวเลือกที่ถูกของข้อต่างๆ ควรจะอยู่ในลักษณะสุ่มและกระจายตัวเลือกที่ถูกในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

10) การจัดเรียงข้อกระทง และการดำเนินการจัดพิมพ์ ควรให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน

11) ข้อคำถามและคำตอบควรจะสิ้นสุดลงในหน้าเดียวกัน

2.6.1.2 แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด (Essay Items)

แบบทดสอบแบบอัตนัย หรือแบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิดถูกนำมาใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้ผู้ตอบมีอิสระในการตอบคำถาม แบบทดสอบชนิดนี้จะมีปัญหามากในการตรวจให้คะแนน ทั้งด้านความเป็นธรรมในการให้คะแนนและความสะดวกรวดเร็ว แต่มีความเหมาะสมในการใช้วัดความรู้ในระดับของการแก้ปัญหา การวิเคราะห์และการประเมิน (Kubiszyn and Borich, 1996: 106-109) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการเขียนและการใช้แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิดดังต่อไปนี้

1) วิเคราะห์ว่าต้องการวัดการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับการวิเคราะห์การตัดสินใจหรือการคิดในระดับสูง

2) สร้างคำถามที่มีความชัดเจนและไม่คลุมเครือสำหรับนักเรียน และมีคำอธิบายที่ชัดเจน

3) เริ่มต้นประโยคคำถามด้วยการใช้คำหรือวลีที่เป็นการเปรียบเทียบสิ่งที่เหมือนสิ่งที่แตกต่างการยกตัวอย่าง การทำนาย ไม่ควรเริ่มต้นคำถามด้วยคำว่า อะไร ใคร และเมื่อไร

4) หลีกเลี่ยงการให้นักเรียนเลือกข้อที่จะตอบคำถาม เช่น เลือกตอบ 3 ข้อ จากคำถามทั้งหมด หรือเลือกตอบ 4 ข้อ จากคำถามทั้งหมด 7 ข้อ เนื่องจากจะเป็นการลดความเที่ยงของแบบทดสอบ

5) กำหนดเวลาที่ใช้และจำนวนหน้าของแบบทดสอบที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบแต่ละครั้งเพื่อให้นักเรียนสามารถทำข้อสอบได้อย่างสมบูรณ์

6) กำหนดคำถามให้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่สอน

ตรีคูณ โพธิ์หล้า (2554: 36 อ้างอิงจาก บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2537: 135) กล่าวว่า การใช้คำถามปลายเปิด เป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นด้วยภาษา และความคิดของตัวเอง ซึ่งมีข้อดีดังนี้

(1) ผู้ตอบได้มีโอกาสใช้ความคิดเห็นและตอบได้อย่างเสรี

(2) ได้คำตอบที่เป็นภาษาเขียนของผู้ตอบเองซึ่งจะเป็นคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงของผู้ตอบมากกว่าการใช้คำถามปลายปิด

(3) สร้างคำถามได้ง่ายสะดวกและเสียเวลาน้อย ผู้ที่ไม่มีความชำนาญก็สามารถสร้างให้มีให้มีคุณภาพได้

(4) สามารถสร้างให้กำหนดคำตอบสั้นหรือยาว มากน้อยตามความต้องการได้ โดยเว้นช่องว่างไว้ให้

(5) สามารถสร้างแบบวัดข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้งได้ และมีจุดประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงแนวคิดของนักเรียนว่ามีความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้นอย่างไรโดยที่ไม่ต้องการว่าคำตอบนั้นจะถูกหรือไม่ การใช้คำถามปลายเปิดนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามตามความคิดความเข้าใจของนักเรียนเอง

2.6.2 การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นด้วยภาษาและความคิดของตนเอง เพื่อสำรวจความคิดความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งของ และประสบการณ์โดยไม่ได้หวังว่าแนวคิดของนักเรียนนั้น จะเป็นที่ยอมรับในเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่ จุดประสงค์ในการสัมภาษณ์เพื่อต้องการรู้แนวคิดทางเลือกของนักเรียน (Alternative conception) (จันทร์จิรา ภมรศิลปะธรรม ,

2551: 39; อ้างอิงจากสุทธิจักร ศรีถนอม, 2548: 15) วิธีการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจแนวคิดที่นิยมใช้กันมีดังนี้

(1) การสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่าง (Interview-about-instances) เป็นการสัมภาษณ์โดยผู้สัมภาษณ์จะยกตัวอย่างรูปภาพที่จัดอยู่ในแนวคิด และไม่จัดอยู่ในแนวคิดนั้น แล้วให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกตอบว่าตัวอย่างรูปภาพแต่ละตัวอย่างนั้นจัดอยู่ในแนวคิดหรือไม่ และเพราะเหตุใดการสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่างสามารถตรวจสอบความเข้าใจที่ลึกซึ้งของแนวคิดนั้น ๆ ได้

(2) การสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์ (Interview-about-events) เป็นการใช้คำถามจากการยกตัวอย่างภาพลายเส้นที่เป็นสถานการณ์ขึ้น เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมระหว่างแนวคิดกับสถานการณ์ หรือความสามารถในการแปลความหมายจากปรากฏการณ์การสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์จะทำให้ครูทราบถึงจินตนาการของนักเรียนได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า วิธีการที่ใช้ในการสำรวจแนวคิดมีหลายวิธี ได้แก่ การใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ การใช้แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด และการสัมภาษณ์ ซึ่งในการศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเอาแนวคิดข้างต้นมาพัฒนาเป็นแบบทดสอบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 2 ลำดับขั้น (2 Tier multiple choice and explain conceptual test) โดยในหนึ่งข้อประกอบด้วย ส่วนที่ 1 เป็นคำถามชนิด 4 ตัวเลือกและส่วนที่ 2 จะเป็นการอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบ ในส่วนที่ 1 และใช้แบบสัมภาษณ์วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้ของตัวเอง

2.7 สาระสำคัญของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

2.7.1 สาระสำคัญแนวคิดที่ 1 แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็ก หมายถึง บริเวณรอบ ๆ แท่งแม่เหล็กที่แม่เหล็กสามารถส่งอำนาจแม่เหล็กไปถึง ส่วนเส้นสนามแม่เหล็ก เป็นแรงแม่เหล็กที่มีลักษณะเป็นเส้น ๆ แผ่กระจายอยู่เต็มสนามแม่เหล็กโดยมีทิศจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็ก

แม่เหล็ก (Magnet) คือ สารที่สามารถดูดและผลักกันเองได้ และสามารถดูดสารแม่เหล็กได้ แรงที่เกิดขึ้นระหว่างขั้วแม่เหล็ก จะเป็นแรงกิริยา ปฏิกิริยา คือมีขนาดเท่ากันทิศตรงข้าม

แรงระหว่างขั้วเหนือกับขั้วเหนือ จะเกิดแรงผลัก

แรงระหว่างขั้วใต้กับขั้วใต้ จะเกิดแรงผลัก

แรงระหว่างขั้วใต้กับขั้วเหนือ จะเกิดแรงดูด

เมื่อนำแท่งแม่เหล็กแขวนให้วางตัวอยู่ในแนวระดับ และสามารถหมุนได้อย่างอิสระแล้ว ขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กจะชี้ไปทางขั้วโลกเหนือ แสดงว่าที่ขั้วโลกเหนือจะมีสนามแม่เหล็กขั้วใต้ และที่ขั้วโลกใต้จะมีสนามแม่เหล็กขั้วเหนือ

2.7.2 สาระสำคัญแนวคิดที่ 2 เส้นแรงสนามแม่เหล็ก

2.7.2.1 เส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Lines of Force) คือ เส้นสมมติเสมือนว่าแท่งแม่เหล็กส่งอำนาจการดึงดูดไปถึง วิธีหาเส้นแรงแม่เหล็กทำได้โดย

1) ใช้ผงตะไบเหล็ก โรยบนกระดาษที่วางทับแท่งแม่เหล็กไว้ เมื่อเคาะกระดาษเบาๆจะมองเห็นแนวของเส้นแรง

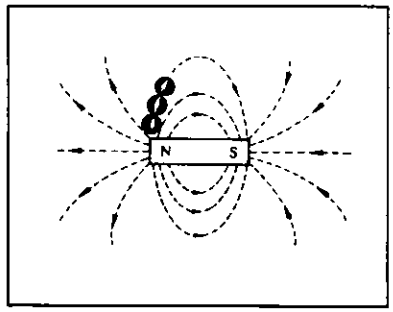
2) ใช้เข็มทิศ แนวการวางตัวของเข็มทิศ คือ แนวของเส้นแรงแม่เหล็ก จากวิธีการนี้จะทำให้เห็นว่า เส้นแรงแม่เหล็กมีทิศออกจากขั้วเหนือไปสู่ขั้วใต้เสมอ

2.7.2.2 สมบัติของเส้นแรงแม่เหล็ก

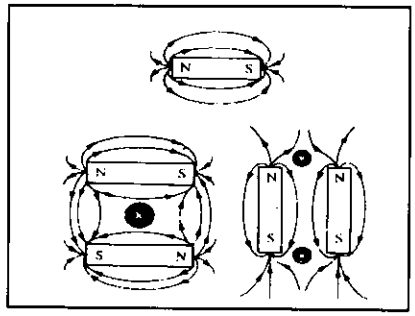
1) มีทิศพุ่งจากขั้วเหนือไปขั้วใต้และมีความหนาแน่นมากบริเวณใกล้ขั้วแม่เหล็ก ส่วนทิศของเส้นแรงแม่เหล็กโลกจะมีทิศจากขั้วโลกใต้สู่ขั้วโลกเหนือ เพราะแท่งแม่เหล็กโลกมีขั้วเหนืออยู่ทางทิศใต้ และขั้วใต้อยู่ทางทิศเหนือ

2) เส้นแรงแม่เหล็กไม่ตัดกัน แต่จะรวมกันหรือต้านกันออกไป (กรณีมีแท่งแม่เหล็กมากกว่า 1 แท่ง) ทำให้เกิด “จุดสะเทิน”

จุดสะเทิน (Neutral Point) คือ จุดที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กเป็นศูนย์ ใช้สัญลักษณ์ ⊗



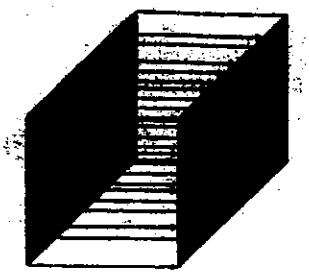
ภาพที่ 2.2 ลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็ก



ภาพที่ 2.3 จุดสะเทินเนื่องจากแท่งแม่เหล็กวางใกล้กัน

2.7.2.3 สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ

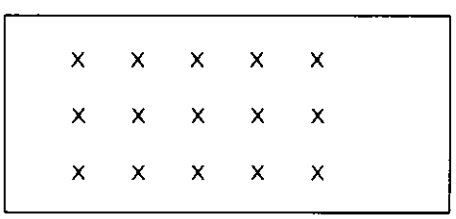
เส้นสนามแม่เหล็กจะเป็นเส้นตรงขนานกัน มีทิศทางเดียวกัน และมีค่าเท่ากันทุก ๆ ตำแหน่ง



ภาพที่ 2.4 สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ

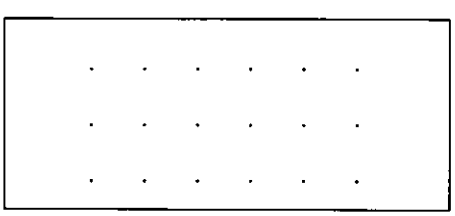
2.7.2.4 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนทิศของสนามแม่เหล็ก

1) สนามแม่เหล็กมีทิศพุ่งเข้ากระดาษ (พุ่งออกจากตาผู้สังเกต) จะใช้สัญลักษณ์เป็นเครื่องหมายกากบาท (x) ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ทิศสนามแม่เหล็กพุ่งเข้ากระดาษ

2) สนามแม่เหล็กที่มีทิศพุ่งออกจากกระดาษ (พุ่งเข้าหาตาผู้สังเกต) จะใช้สัญลักษณ์เป็นจุด (.) ดังภาพที่ 2.6

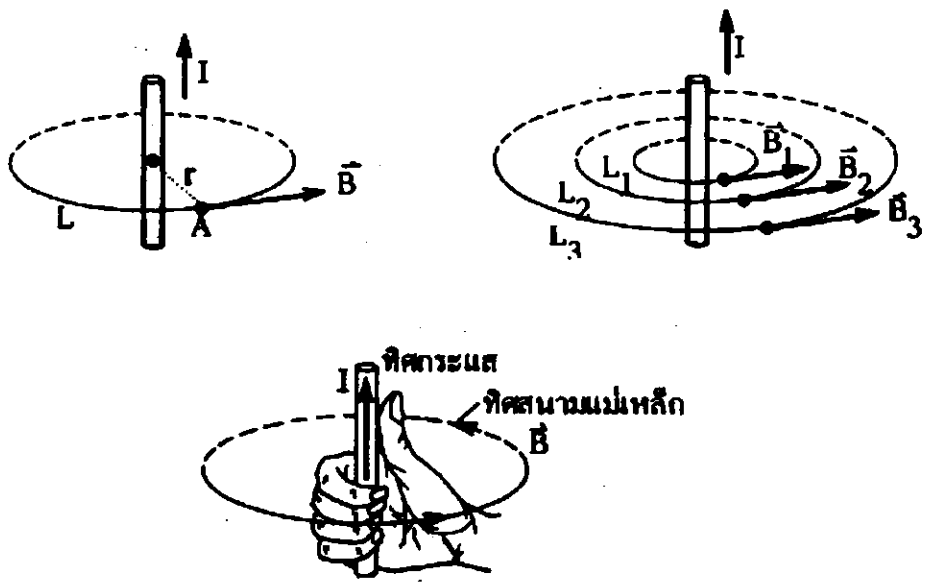


ภาพที่ 2.6 ทิศสนามแม่เหล็กพุ่งออกจากกระดาษ

2.7.3 สาระสำคัญแนวคิดที่ 3 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า

2.7.3.1 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวด

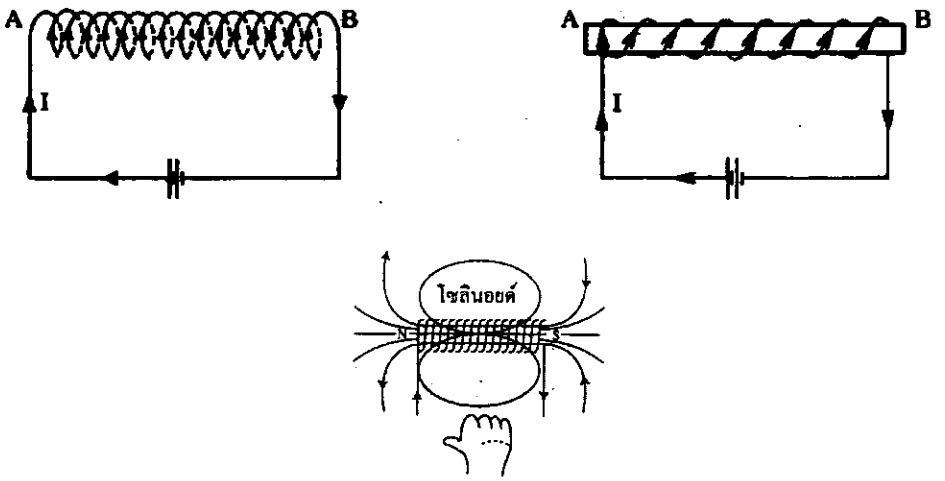
สนามแม่เหล็กนอกจากจะแผ่ออกมาจากแท่งแม่เหล็กแล้ว สนามแม่เหล็กยังแผ่ออกมาจากเส้น ลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลอีกด้วย ทิศของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหล หาได้จากกฎมือขวา โดยกฎมือขวากล่าวว่า "ถ้าใช้มือขวากำรอบลวดตัวนำ หัวแม่มือทาบบนเส้นลวดพุ่งตามทิศกระแสปลายนิ้วทั้งสี่ที่กำรอบเส้นลวด จะแสดงทิศสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น" ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ลักษณะของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเส้นลวด

2.7.3.2 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดโซลินอยด์

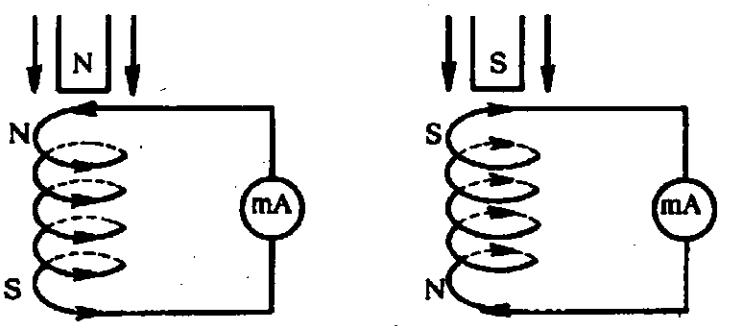
เมื่อนำเส้นลวดมาขดเป็นวงเกิดเป็นขดลวดโซลินอยด์แล้วให้กระแสไหลผ่าน สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะมีสภาพเหมือนเป็นแท่งแม่เหล็ก โดยขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะหาได้จากการใช้มือขวา โดยใช้มือขวากำให้นิ้วทั้งสี่วนตามทิศของกระแสที่ไหลในขดลวด นิ้วหัวแม่มือจะชี้ไปด้านปลายที่เป็นขั้วเหนือของแม่เหล็กที่ถูกสร้างขึ้นมา ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ลักษณะของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์

2.7.3.3 กระแสเหนี่ยวนำ (Induced Current)

เกิดจากลวดตัวนำมีการเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก หรือแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าไปในขดลวดตัวนำ

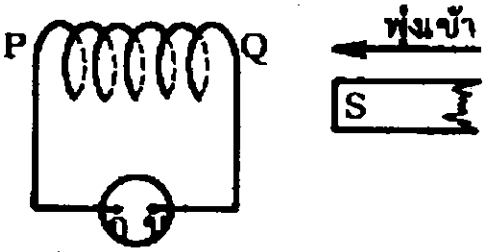


ภาพที่ 2.9 การเกิดกระแสเหนี่ยวนำ

ถ้าเราลองเอาแท่งแม่เหล็กสอดเข้าไปในแก้วที่พันไว้ด้วยลวดตัวนำ ดังภาพที่ 2.9 จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นจากการกระทำนี้ ถ้าเราดึงแท่งแม่เหล็กออก กระแสเปลี่ยนทิศทางสังเกตจากเข็มของแอมมิเตอร์จะกระดิกไปในทางตรงกันข้ามกับตอนแรก

2.7.3.4 ทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำ

เมื่อเอาแท่งแม่เหล็กพุ่งเข้าไปในขดลวด จะเกิดกระแสเหนี่ยวนำขึ้น ทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำจะไหลในลักษณะให้เกิดขั้วแม่เหล็กชนิดตรงกัน กับขั้วที่พุ่งเข้ามา ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ทิศทางกระแสเหนี่ยวนำ

2.7.4 สาระสำคัญแนวคิดที่ 4 ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าและตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

2.7.4.1 ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า

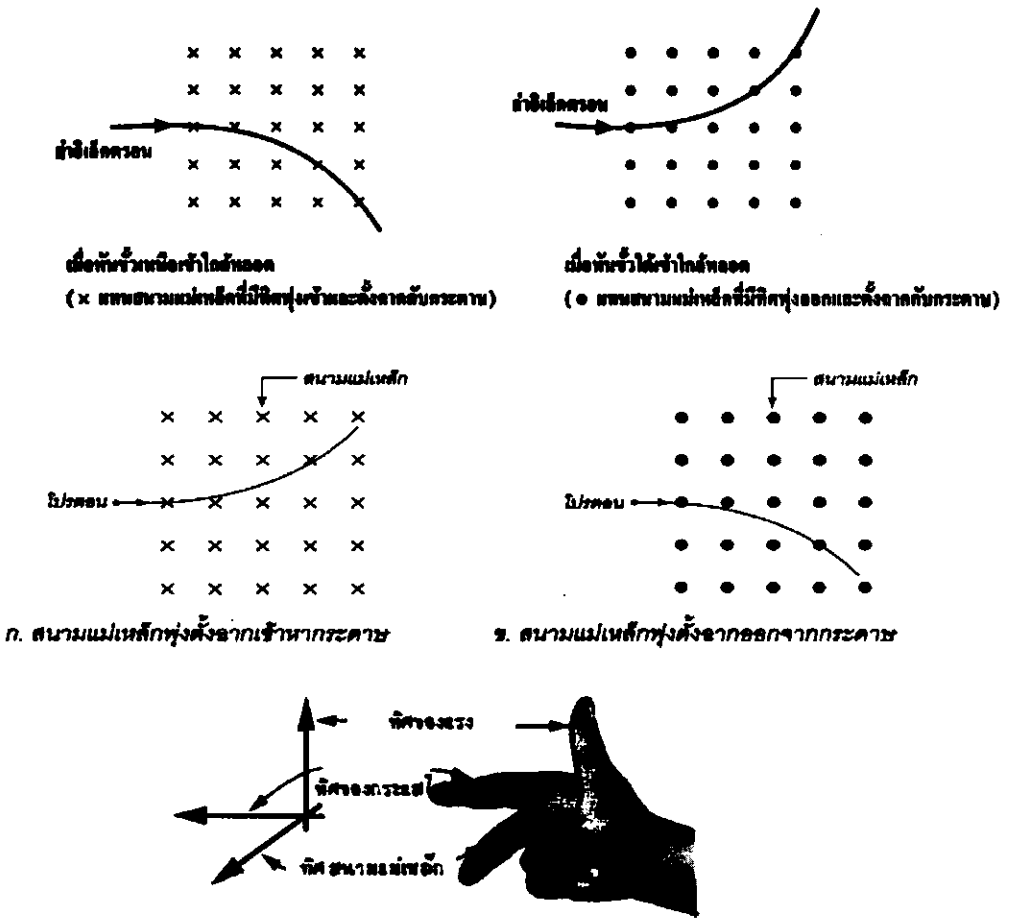
เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาค จะเปลี่ยนไปจากเดิม เนื่องจากแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าดังกล่าว อนุภาคที่มี ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กจะมีการเคลื่อนที่ 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตามสนามแม่เหล็กหรือสวนกับสนามแม่เหล็ก (มุม 0 องศา หรือ 180 องศา) จะไม่มีแรง กระทำต่ออนุภาค ทางเดินของอนุภาคจะเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่

แบบที่ 2 อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉาก (มุม 90 องศา)กับสนามแม่เหล็กทำให้ อนุภาคเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ แรงกระทำจะมีค่ามากที่สุด

แบบที่ 3 อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ทำมุมใด ๆ กับ สนามแม่เหล็ก อนุภาคจะเคลื่อนที่เป็นรูปเกลียวด้วยอัตราเร็วคงที่

ในการหาทิศทางของแรงแม่เหล็กใช้กฎมือขวา แรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณ ของประจุไฟฟ้าของอนุภาคนั้น ความเร็วของอนุภาคนั้น และขนาดของสนามแม่เหล็กการเกิดการ เบี่ยงเบนของอนุภาคในสนามแม่เหล็กสามารถนำหลักการไปใช้ ประโยชน์ในการสร้างอุปกรณ์ทาง ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ เช่น โทรทัศน์

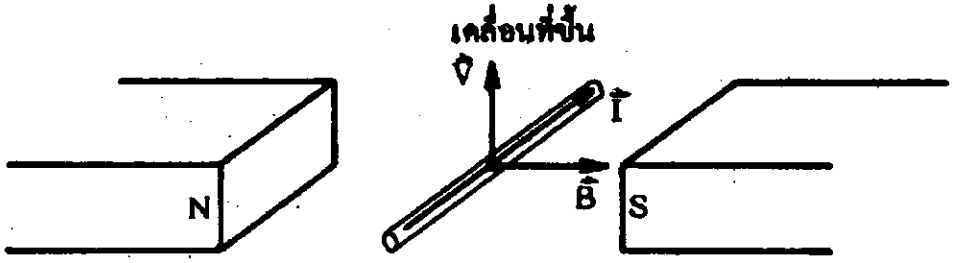


ก. สนามแม่เหล็กพุ่งตั้งฉากเข้าหากระดาษ ข. สนามแม่เหล็กพุ่งตั้งฉากออกจากกระดาษ

ภาพที่ 2.11 ลักษณะการเบนของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็กและการใช้กฎมือขวา

2.7.4.2 ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำที่วางตัดกับสนามแม่เหล็กจะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่อตัวนำ มีผลทำให้ตัวนำเคลื่อนที่ ทิศทางของแรงแม่เหล็กขึ้นอยู่กับทิศของกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กหลักการนี้นำไปใช้ ประโยชน์ในการสร้างมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องวัดทางไฟฟ้าต่าง ๆ รอบโลกจะมีสนามแม่เหล็กโลกล้อมรอบอยู่ซึ่งประโยชน์ต่อมนุษย์ ในการสร้างเข็มทิศและป้องกันลมสุริยะ



ภาพที่ 2.12 ลักษณะของแรงที่กระทำต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านที่วางตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า

2.7.5 สาระสำคัญแนวคิดที่ 5 แรงเนื่องจากประจุไฟฟ้า

2.7.5.1 แรงไฟฟ้า

เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาวางใกล้ๆกัน จะเกิดแรงกระทำซึ่งกันและกัน ถ้าเป็นประจุชนิดเดียวกันจะเกิดแรงผลัก และถ้าเป็นประจุชนิดตรงข้ามกันจะเกิดแรงดูด เรียกแรงนี้ว่า "แรงระหว่างประจุไฟฟ้า" หรือ "แรงไฟฟ้า"

2.7.5.2 แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

แรงที่เกิดระหว่างประจุฟ้า มีทั้งแรงดูดและแรงผลักและเป็นแรงต่างร่วม คือ ทั้ง 2 ฝ่ายจะออกแรงกระทำซึ่งกันและกันด้วยแรงเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม

ประจุชนิดเดียวกันจะผลักกันและประจุต่างชนิดกันจะดูดกัน Charles Augustin de Coulomb ได้ทำการทดลองและสรุปผลเป็นกฎไว้ดังนี้

"แรงระหว่างประจุไฟฟ้าคู่หนึ่งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของประจุแต่สัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างประจุคู่นั้น"

2.7.6 สาระสำคัญแนวคิดที่ 6 สนามไฟฟ้าและเส้นแรงสนามไฟฟ้า

2.7.6.1 สนามไฟฟ้า คือ บริเวณที่ประจุไฟฟ้าสามารถส่งแรงไปถึง ซึ่งเมื่อนำประจุใดๆ ไปวาง แล้ว จะเกิดแรงกระทำต่อประจุนั้น และเรียกประจุที่นำไปวางนี้ เรียกว่า ประจุทดสอบ ดังนั้น ถ้าต้องการทราบว่า ณ ตำแหน่งใดมีสนามไฟฟ้าหรือไม่ อาจตรวจสอบได้โดย นำประจุทดสอบไปวางไว้ ณ ตำแหน่งนั้น ถ้ามีแรงกระทำกับประจุทดสอบ แสดงว่าตำแหน่งนั้นมีสนามไฟฟ้า แต่ถ้าไม่มีแรงกระทำก็แสดงว่า ไม่มีสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งนั้น

2.7.6.2 สนามไฟฟ้า หรือ ความเข้มของสนามไฟฟ้า คือ แรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ +1 คูลอมบ์

ถ้าวางประจุไฟฟ้า +q ไว้ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า E พบว่าเกิดแรง F กระทำต่อประจุ +q จะได้ว่า $E = \frac{F}{+q}$

2.7.6.3 ทิศของแรงที่กระทำต่ออนุภาค

1) ถ้าประจุต้นกำเนิดสนามไฟฟ้าเป็นประจุบวก และประจุที่นำมาวางในสนามไฟฟ้าเป็นประจุบวกทิศของแรง F จะอยู่ในทิศเดียวกันกับทิศของสนามไฟฟ้า E โดยมีทิศออกจากประจุต้นกำเนิด

2) ถ้าประจุต้นกำเนิดสนามไฟฟ้าเป็นประจุบวก และประจุที่นำมาวางในสนามไฟฟ้าเป็นประจุลบทิศของแรง F จะอยู่ในทิศตรงข้ามกับกับสนามไฟฟ้า E

3) ถ้าประจุต้นกำเนิดสนามไฟฟ้าเป็นประจุลบ และประจุที่นำมาวางในสนามไฟฟ้าเป็นประจุบวกทิศของแรง F จะอยู่ในทิศเดียวกันกับทิศของสนามไฟฟ้า E โดยมีทิศเข้าหาประจุต้นกำเนิด

4) ถ้าประจุต้นกำเนิดสนามไฟฟ้าเป็นประจุลบ และประจุที่นำมาวางในสนามไฟฟ้าเป็นประจุลบทิศของแรง F จะอยู่ในทิศตรงข้ามกับทิศของสนามไฟฟ้า E

2.7.6.4 เส้นแรงไฟฟ้า หมายถึง เส้นสมมติที่เขียนเพื่อแสดงทิศของสนามไฟฟ้า

2.7.6.5 สมบัติของเส้นแรงไฟฟ้า

1) มีทิศพุ่งออกจากประจุบวกและพุ่งเข้าสู่ประจุลบ

2) มีทิศตั้งฉากกับผิวของวัตถุเสมอ

3) ไม่ผ่านผิวตัวนำ แต่จะสิ้นสุดที่ผิวของตัวนำ

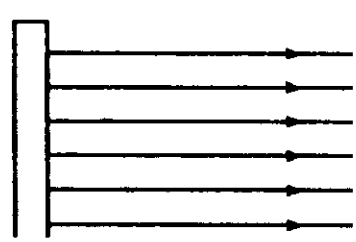
4) สามารถผ่านฉนวนไฟฟ้าได้

5) แต่ละเส้นไม่ตัดกัน

2.7.6.6 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นแรงไฟฟ้ากับสนามไฟฟ้า

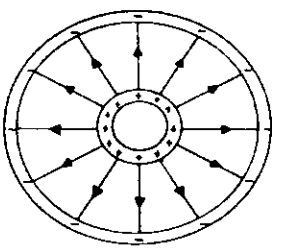
1) ถ้าเส้นแรงไฟฟ้าที่อยู่ชิดกันมาก แล้วสนามไฟฟ้าจะมีค่ามาก แต่ถ้าเส้นแรงไฟฟ้าอยู่ห่างกันมากแล้วสนามไฟฟ้าจะมีค่าน้อย

2) ถ้าเส้นแรงไฟฟ้าขนานและห่างกันสม่ำเสมอ แล้วสนามไฟฟ้าจะคงตัว เช่น สนามไฟฟ้าที่เกิดจากแผ่นโลหะคู่ขนานที่มีประจุไฟฟ้า ภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 สนามไฟฟ้าที่เกิดจากแผ่นโลหะคู่ขนานที่มีประจุไฟฟ้า

3) สำหรับวัตถุตัวนำทรงกลม 2 วงขนาดต่างกันซ้อนกัน ภายในทรงกลมกลวงไม่มีเส้นแรงไฟ เส้นแรงไฟฟ้าจะสิ้นสุดอยู่ที่ผิวนอกของทรงกลมกลวงเท่านั้น และเส้นแรงไฟฟ้าทุกเส้นมีแนวผ่านจุดศูนย์กลางของทรงกลม ในกรณีนี้ ภายในทรงกลมกลวงไม่มีสนามไฟฟ้า ดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 ตัวนำทรงกลม 2 วงขนาดต่างกันซ้อนกัน

2.7.6.7 จุดสะเทินในสนามไฟฟ้า คือ จุดที่มีค่าความเข้มรวมของสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ เกิดจากประจุไฟฟ้า 2 ประจุวางใกล้กัน แล้วส่งความเข้มของสนามมายังตำแหน่งนี้ ทำให้สนามหักล้างกันหมด

2.8 ความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain)

ความก้าวหน้าทางการเรียน คือ ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียน โดย Richard R. Hake (1998) นักฟิสิกส์แห่ง University of Indiana ได้เสนอวิธีการประเมินผลการเรียนรู้จากการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) โดยคำนึงถึง floor and ceiling effect (โอกาสได้คะแนนต่ำสุดไม่น้อยกว่าร้อยละ 0 และโอกาสที่จะได้คะแนนสูงสุด ไม่เกิน ร้อยละ 100) เรียกว่า normalized gain (Normalized เป็นคำที่มาจากคำศัพท์ทางควอนตัมฟิสิกส์ ซึ่งหมายถึงการทำให้มีโอกาสความเป็นไปได้เท่า ๆ กัน โดยมีค่าเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1 เท่ากัน) โดยหาได้จาก อัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) หารด้วยผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) โดยค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0 – 1.0 เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ (Richard R. Hake, 1998) ได้ดังนี้

$$< g >= \frac{[(\%\text{post} - \text{test}) - (\%\text{pre} - \text{test})]}{[(100\%) - (\%\text{pre} - \text{test})]} \qquad (2.1)$$

โดยที่ <g> คือ ค่า normalized gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ค่า normalized gain ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ "high gain" ค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$ "medium gain" ค่า $0.3 \leq \langle g \rangle < 0.7$ และ "low gain" ค่า $0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$ normalized gain แบ่งเป็น class normalized gain, single student normalized gain, single test item normalized gain และ conceptual dimensional normalized gain

2.9 ความพึงพอใจที่มีต่อวิทยาศาสตร์

2.9.1 ความหมายของความพึงพอใจ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนอกจากต้องการให้ได้ความก้าวหน้าทางการเรียนตามวัตถุประสงค์ของการเรียนแล้ว สิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน คือ ความพึงพอใจของนักเรียนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนมีความพึงพอใจนั้น มีหลักการ ดังนี้

นวลวรรณ พันธุเมธา (2544: 58–59) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า หมายถึง ความรู้สึกเมื่อประสบสิ่งที่ชอบสมกับที่ใจต้องการ ตื่นเต้นกับบุคคลหรือสิ่งที่ชอบใจ พอใจที่ได้เท่ากับที่ต้องการ

จรวยพร สุดสวาท และคณะ (2545: 19) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึง สภาพของสภาวะจิตที่ปราศจากความเครียด ทั้งนี้เพราะธรรมชาติของมนุษย์นั้น มีความต้องการ ถ้าความต้องการนั้น ได้รับการตอบสนองทั้งหมดหรือบางส่วนความเครียดจะน้อยลง ความพึงพอใจจะเกิดขึ้น และในทางกลับกัน ถ้าความต้องการนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง ความเครียดและความไม่พึงพอใจจะเกิดขึ้น

ศรีเรือน แก้วกังวาล (2546: 103 – 105) กล่าวถึงทฤษฎีมนุษยนิยมของมาสโลว์ (Maslow Humanistic Theory) ไว้ว่า มาสโลว์มองว่า มนุษย์แต่ละคนมีศักยภาพพอสำหรับที่จะชี้นำตัวเอง มนุษย์ไม่อยู่นิ่งแต่จะเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่แวดล้อมและแสวงหาความต้องการที่จะเข้าใจตนเอง ยอมรับตนเองทั้งในส่วนดีส่วนบกพร่อง รู้จักจุดอ่อนและความสามารถของตนเอง เขาได้อธิบายว่า มนุษย์ทุกคนมีความต้องการที่จะสนองความต้องการให้กับตนเองทั้งสิ้น และความต้องการของมนุษย์มีมากมายหลายอย่างด้วยกัน ซึ่งต้องได้รับความพึงพอใจจากความต้องการพื้นฐานหรือต่ำสุดเสียก่อน จึงผ่านขึ้นไปยังความต้องการขั้นสูงตามลำดับความต้องการของมนุษย์มีลำดับขั้น ดังนี้

(1) ความต้องการด้านร่างกาย (Psychological Need) เป็นความต้องการที่ช่วยในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งถือว่าจำเป็นสำหรับชีวิต ได้แก่ ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ การพักผ่อน ความต้องการทางเพศ

(2) ความต้องการความปลอดภัย (Security Need) ความรู้สึกว่าตนต้องได้รับความปลอดภัยสำหรับมนุษย์นั้นมีอิทธิพลต่อชีวิตมาก ซึ่งความต้องการนี้จะเห็นได้ชัดในเด็กเล็ก ถ้าเขาได้รับ

ความรักความอบอุ่น ได้รับการเลี้ยงดูอย่างเอาใจใส่จะเกิดความอบอุ่นใจ เกิดความรู้สึกการพัฒนาบุคลิกภาพ วัยต่อๆ มาจึงเป็นบุคลิกภาพที่ได้รับการยอมรับจากสังคม

(3) ความต้องการความรักและความเป็นเจ้าของ (Love and Belonging Need) ทุกคนอยากได้รับความรักจากคนอื่น อยากเป็นเจ้าของคนอื่น ในขณะเดียวกันก็อยากให้ตนเป็นที่รักเช่นเดียวกัน

(4) ความต้องการได้รับการยกย่องนับถือ (Self-esteem Need) เมื่อบุคคลได้รับการตอบสนองอย่างพึงพอใจในด้านความรักมาแล้ว ก็จะเกิดความต้องการได้รับการยกย่องนับถือ ซึ่งมี 2 ด้าน คือ ความต้องการนับถือตนเอง มีความเชื่อมั่นในตนเองไม่ต้องพึ่งพาอาศัยผู้อื่น กับความต้องการได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น มีความรู้สึกว่าผู้อื่นยอมรับในความสามารถของตน ให้ความสนใจ มีชื่อเสียงจนเป็นที่กล่าวขานในสังคม

(5) ความต้องการที่จะเข้าใจตนเองอย่างแท้จริง (Self Actualization Need) ความต้องการขั้นนี้จะพัฒนาขึ้นมาได้ต้องผ่านการพัฒนาทั้ง 4 ขั้นอย่างพึงพอใจและมีประสิทธิภาพมาก่อน บุคคลจึงจะเข้าใจตนเองอย่างแท้จริงตรงตามสภาพที่เป็นอยู่ เข้าใจถึงความสามารถ ความสนใจความต้องการ

Shelly (1975) ได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจคือทฤษฎีว่าด้วยความรู้สึกสองแบบของมนุษย์ คือ ความรู้สึกทางบวกและความรู้สึกทางลบ ความรู้สึกทางบวกเป็นความรู้สึกที่เมื่อเกิดขึ้นแล้ว จะทำให้เกิดความสุข ความรู้สึกนั้นเป็นความรู้สึกที่แตกต่างจากความรู้สึกในทางบวกอื่น ๆ กล่าวคือ เป็นความรู้สึกที่มีระบบย้อนกลับและความสุขนี้ สามารถทำให้เกิดความสุขหรือความรู้สึกทางบวกเพิ่มขึ้นได้อีก ดังนั้นจะเห็นว่าความสุขเป็นความรู้สึกที่สลับซับซ้อน และความสุขนี้จะมีผลต่อบุคคลมากกว่าความรู้สึกทางบวกอื่น ๆ ความรู้สึกทางบวก ความรู้สึกทางลบ และความสุขมีความสัมพันธ์กันอย่างสลับซับซ้อน และระบบความสัมพันธ์ของความรู้สึกทั้งสามนี้ เรียกว่า ระบบความพึงพอใจ

2.9.2 การวัดความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจ แบบมาตราส่วนประมาณค่ามี 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อยและพึงพอใจน้อยที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความพึงพอใจ ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้ 4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้ 2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

การใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่านั้น จะต้องรายงานผลการตอบของกลุ่มตัวอย่างของแต่ละข้อหรือแต่ละคน โดยภาพรวมว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับใด จะต้องหาค่าเฉลี่ยของกลุ่มในแต่ละข้อหรือแต่ละด้าน และโดยภาพรวมแล้วแปลความหมายค่าเฉลี่ยอีกที การแปลความหมายจะใช้เกณฑ์เป็นระบบเดียวกันกับระบบการให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 102–103)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แปลความว่า พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แปลความว่า พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 แปลความว่า พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 แปลความว่า พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แปลความว่า พึงพอใจน้อยที่สุด

ในขั้นต่อไปก็นำเอาข้อมูลมาจัดระบบ วิเคราะห์ แปลผลเพื่อที่จะสรุปและอ้างอิงต่อไป การสอนให้นักเรียนสะสมคุณลักษณะเหล่านี้ไว้ทีละน้อย ๆ ก็จะเป็นการสร้างเจตคติหรือความพึงพอใจทางวิทยาศาสตร์ขึ้นในตัวนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำการทดลองด้วยตนเองจริงตามแบบเรียน หรือที่หลักสูตรกำหนดไว้เป็นอย่างน้อยนั้น นอกจากจะได้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนา เจริญงอกงามทางด้านพุทธิพิสัย และปฏิบัติพิสัยแล้ว นักเรียนยังจะได้พัฒนาด้านจิตพิสัยไปพร้อม ๆ กันด้วยในทุกขั้นตอน สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวของนักเรียนก็คือ เจตคติหรือความพึงพอใจในทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ อาจทำได้โดยการสอดแทรกเข้าไว้ในเนื้อหาของบทเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์แต่ละครั้ง ซึ่งการที่จะสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเกิดเจตคติในเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ ประการ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะครูผู้สอนเองจะต้องรู้จักเทคนิควิธีการในการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดเจตคติในเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ ถ้าครูผู้สอนสามารถดำเนินการตามกระบวนการดังกล่าวได้ นักเรียนก็จะเกิดเจตคติในเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ขึ้นได้เองแบบค่อยเป็นค่อยไป ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงทำการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bredderman (1982) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ Hands-on ในการจัดการเรียนรู้โดยได้ทำการศึกษาว่า 57 เรื่องกลุ่มตัวอย่างกว่า 13,000 คน ใน 1,000 ห้องเรียน โดยศึกษาเปรียบเทียบการใช้ Hands-on กับการสอนแบบดั้งเดิมหรือตามตำราการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการลงมือปฏิบัติมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียน

แบบดั้งเดิมร้อยละ 20 และมีคะแนนด้านความคิดสร้างสรรค์ การพัฒนาเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม

Allen Ruby (1995) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้การลงมือปฏิบัติเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 3 ชนิดด้วยกัน ผลปรากฏว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นไม่ว่าจะใช้ข้อสอบชนิดใดทดสอบ

Lawrence E. Carlson and Jacquelyn F. Sullivan (1997) ได้ศึกษาวิจัยรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การผสมผสานระหว่างการสอนและการเรียน กล่าวคือ การเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือทำ โดยให้ครูสอนไปด้วย และนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ครูสอนไปด้วยกับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ โดยในปีแรกที่เข้าเรียนให้นักศึกษาเรียนรู้ทฤษฎีทางวิศวกรรม และวิทยาศาสตร์ ในปีที่สอง และสาม ให้นักศึกษาเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติเอง และในปีสุดท้ายก็ให้นักศึกษาออกแบบและประดิษฐ์ผลงานที่สามารถนำไปใช้ได้จริง ซึ่งพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวสามารถพัฒนาทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงาน ความคิดริเริ่มของนักศึกษาได้เป็นอย่างดี

การเรียนวิทยาศาสตร์โดยการลงมือปฏิบัติสามารถปรับปรุงเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ได้ (Jans, 1977: Rowland, 1990: Ruby, 1995)

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและนอกประเทศ พบว่า การเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง จากชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่าย (Hands-on) จะช่วยให้นักเรียนมีทักษะ ประสบการณ์ในการเรียนรู้ และมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น มีความชาบซึ้งในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และช่วยปรับปรุงเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ได้ในทางที่ดีขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำมาเป็นหลักคิดในการทำวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย โดยได้ยึดหลักการออกแบบชุดการทดลองอย่างง่าย ราคาถูก ไม่ซับซ้อน สะดวก และปลอดภัย ผู้เรียนสามารถทดลองฝึกปฏิบัติได้จริงและสังเกตปรากฏการณ์ทางแม่เหล็ก-ไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน และได้นำสื่อมัลติมีเดียที่หลากหลายมาเสริมสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ตรงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นนามธรรมที่ต้องใช้จินตนาการในการสร้างแบบจำลองทางความคิดประกอบการอธิบาย ต้องอาศัยแบบจำลองภาพนิ่ง สถานการณ์จำลอง (Simulation) วีดีทัศน์ เป็นต้น ทั้งนี้ได้ศึกษาความก้าวหน้าของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์ และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 17 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 17 คน รวมทั้งหมดจำนวน 34 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนโพนสูงประชาสรรค์ อำเภอปทุมรัตต์ จังหวัดร้อยเอ็ด โดยผู้วิจัยในฐานะผู้รับผิดชอบการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต้องการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้าใช้เวลาในการศึกษา 12 ชั่วโมง

ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ดังนี้

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกึ่งทดลอง ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนและหลัง (One-group pretest and posttest design) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$O_1 \text{ ---------- } X \text{ ---------- } O_2 \qquad (3.1)$$

โดย O_1 คือ การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) O_2 คือ การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

X คือ รูปแบบการเรียนรู้สืบเสาะ โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1.1 ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายและสื่อมัลติมีเดีย

1) ศึกษาวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แล้วพบว่า สามารถแบ่งเนื้อหาเป็นสาระหลักที่สอดคล้องกันได้ ดังนี้

- สาระสำคัญ เรื่อง แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก
- สาระสำคัญ เรื่อง เส้นแรงสนามแม่เหล็ก
- สาระสำคัญ เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า
- สาระสำคัญ เรื่อง ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าและผลต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- สาระสำคัญ เรื่อง แรงเนื่องจากประจุไฟฟ้า
- สาระสำคัญ เรื่อง สนามไฟฟ้าและเส้นแรงสนามไฟฟ้า

จากสาระหลักสำหรับแต่ละเรื่องข้างต้น ผู้วิจัยจึงคิดออกแบบการทดลองอย่างง่าย เพื่อผู้เรียนจะได้ทดลองและเห็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง โดยได้ทำการสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อนำมาปรับใช้และออกแบบชุดการทดลองให้เหมาะกับสถานการณ์ ราคาถูก เรียบง่าย สะดวกและปลอดภัย

2) กำหนดจุดมุ่งหมายขอบเขตเนื้อหา ในแต่ละชุดการทดลองให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (ตารางที่ 3.1)

3) ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการทดลองอย่างง่าย

4) สร้างชุดการทดลองอย่างง่าย โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 6 ชุดการทดลองที่สอดคล้องกับแต่ละสาระที่จะพัฒนาแนวคิดให้เกิดกับผู้เรียน ซึ่งในแต่ละชุดการทดลองประกอบด้วย จุดประสงค์ของการทดลอง เวลาที่ใช้ในการทดลอง วัสดุอุปกรณ์ อภิปรายก่อนการทดลอง วิธีการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง

5) สืบค้นสื่อมัลติมีเดียจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น โปรแกรม Phet Simulation แบบจำลอง ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง วีดีทัศน์ ที่สอดคล้องกับสาระของแต่ละหัวข้อแล้วนำมาจัดหมวดหมู่ เพื่อใช้ประกอบการอธิบายลงข้อสรุปหลังการการทดลองแต่ละชุด

6) นำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องถูกต้องเหมาะสม ความครอบคลุมเนื้อหาของแต่ละกิจกรรมในชุดการทดลอง

7) นำไปจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 3.1 ชุดการทดลองอย่างง่ายสำหรับการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

ชุดกิจกรรมการทดลองที่	จุดประสงค์การทดลอง
1. แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก	1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาแรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็กที่กระทำต่อกัน 2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาแรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็กที่กระทำต่อกันเข็มทิศ 3. ทำการทดลองเพื่อศึกษาแรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็กที่มีผลจากสนามแม่เหล็กโลก
2. เส้นแรงสนามแม่เหล็ก	1. เขียนภาพการเรียงตัวของผงตะไบเหล็กรอบแท่งแม่เหล็ก จากการโรยผงเหล็กบนกระดาษขาวที่วางอยู่บนแท่งแม่เหล็ก 2. เขียนแผนภาพแสดงเส้นสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็ก 2 แท่งที่วางในลักษณะต่างๆกัน 3. สังเกตลักษณะเส้นสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กในลักษณะ 3 มิติ 4. เขียนภาพของเส้นสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กโดยใช้เข็มทิศ 5. ระบุชนิดของขั้วสนามแม่เหล็กโดยใช้เข็มทิศได้ 6. ทดลองและสรุปได้ว่า เมื่อวางเข็มทิศเรียง 2 แถวชิดกัน แถวละ 2 อัน เข็มทิศแต่ละแถวจะวางตัวเป็นแนวตรงและขนานกัน โดยขั้วเหนือของเข็มทิศจะชี้ทิศเหนือและขั้วใต้ชี้ทิศใต้ 7. ทดลองและสรุปได้ว่า เมื่อวางเข็มทิศเรียง 2 แถวชิดกัน แถวละ 2 อัน ในสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กขั้วข้าง เข็มทิศแต่ละแถวจะวางตัวเป็นแนวตรงและขนานกัน โดยขั้ว N ของเข็มทิศจะชี้เข้าหาขั้ว S ของแท่งแม่เหล็กขั้วข้าง และขั้ว S ของเข็มทิศจะชี้เข้าหาขั้ว N ของแม่เหล็กขั้วข้าง
3. สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า	1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาและตรวจสอบเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวด จากการสังเกตผงตะไบเหล็กที่อยู่รอบเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

ตารางที่ 3.1 ชุดการทดลองอย่างง่ายสำหรับการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการทดลองที่	จุดประสงค์การทดลอง
	2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาและตรวจสอบเกี่ยวกับทิศทางสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวด จากการสังเกตเข็มทิศที่วางรอบเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 3. เปรียบเทียบผลการทดลองการหาทิศทางสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวดกับการใช้กฎมือขวา 4. ทำการทดลองเพื่อศึกษาและตรวจสอบเกี่ยวกับทิศทางสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดโซลินอยด์ จากการสังเกตเข็มทิศที่วางหัวท้ายในขดลวดโซลินอยด์ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 5. เปรียบเทียบผลการทดลองการหาทิศทางสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแส ไฟฟ้าไหลในขดลวดโซลินอยด์กับการใช้มือขวาในการหาทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น 6. ทดลองแสดงการเกิดอำนาจแม่เหล็กจากขดลวดโซลินอยด์ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 7. ทดลองและสรุปได้ว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นได้อย่างไร 8. ทดลองและอธิบายการเกิดกระแสเหนี่ยวนำจากไดนาโมสาธิตได้
4. ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าและผลต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแส ไฟฟ้าไหลผ่าน	1. ทำการสังเกตการทดลองเพื่อศึกษาและตรวจสอบเกี่ยวกับผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า จากการดูการทดลองของหลอดรังสีแคโทดและภาพอินิเมชันจาก Youtube 2. อธิบายหลักการที่เกี่ยวกับผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุโดยสามารถเชื่อมโยงจากการใช้กฎมือขวาในการบอกทิศทางการเบี่ยงเบนของประจุแต่ละชนิดได้

ตารางที่ 3.1 ชุดการทดลองอย่างง่ายสำหรับการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการทดลองที่	จุดประสงค์การทดลอง
	3. ทำการทดลองเพื่อศึกษาและตรวจสอบเกี่ยวกับผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 4. อธิบายหลักการที่เกี่ยวกับผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านโดยสามารถเชื่อมโยงจากการใช้กฎมือขวาในการบอกทิศทางการเบี่ยงเบนของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตามแนวแรง 5. ทดลองและสรุปได้ว่าแรงระหว่างลวดตัวนำที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเกิดขึ้นได้อย่างไร 6. ทดลองและอธิบายหลักการของมอเตอร์สาธิตได้
5. แรงเนื่องจากประจุไฟฟ้า	1. ทำการสังเกตการทดลองเพื่อศึกษาและตรวจสอบเกี่ยวกับการเกิดประจุไฟฟ้าโดยวิธีการขัดสี 2. เพื่อศึกษาแรงที่เกิดขึ้นจากประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน และแรงที่เกิดจากประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน
6. สนามไฟฟ้าและเส้นแรงสนามไฟฟ้า	เพื่อศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของเส้นแรงไฟฟ้าและสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เมื่อวางขั้วไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าในลักษณะต่างๆ

3.2.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน รวมเวลา 12 ชั่วโมง ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยอาศัยกลุ่มร่วมมือ ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย แผนละ 2 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรการศึกษา หลักการ โครงสร้าง จุดมุ่งหมายหลักสูตร ความคาดหวังและจุดเน้นของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง วางแผนและจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกัน

2) วิเคราะห์หลักสูตร ตัวชี้วัด และคำอธิบายรายวิชาโดยพิจารณาคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดแก่ผู้เรียน และต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายและหลักการของหลักสูตร

3) จัดแบ่งเนื้อหาจากคำอธิบายรายวิชา กำหนดสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและเนื้อหารายวิชา ที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

4) กำหนดการสอน โดยนำเนื้อหามาจัดเรียงลำดับตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แล้วกำหนดชั่วโมงและเวลาที่จะทำการสอน

5) กำหนดวิธีสอน กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล

6) จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และนำสื่อการเรียนการสอน เพื่อใช้ประกอบในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร แล้วนำมาสร้างให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระรายวิชา

7) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเพื่อตรวจความเหมาะสมของเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำ แล้วนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแต่ละแผนการเรียนรู้

แผนที่	เรื่อง	ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
1	แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก	2	สืบค้นทดลอง ศึกษาสื่อมัลติมีเดีย อภิปรายลงข้อสรุป concept map แนวคิดวิทยาศาสตร์
2	เส้นแรงสนามแม่เหล็ก	2	สืบค้นทดลอง ศึกษาสื่อมัลติมีเดีย อภิปรายลงข้อสรุป concept map แนวคิดวิทยาศาสตร์
3	สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแส ไฟฟ้า	2	สืบค้นทดลอง ศึกษาสื่อมัลติมีเดีย อภิปรายลงข้อสรุป concept map แนวคิดวิทยาศาสตร์
4	ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุและตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน	2	สืบค้นทดลอง ศึกษาสื่อมัลติมีเดีย อภิปรายลงข้อสรุป concept map แนวคิดวิทยาศาสตร์
5	แรงเนื่องจากประจุไฟฟ้า	2	สืบค้นทดลอง ศึกษาสื่อมัลติมีเดีย อภิปรายลงข้อสรุป concept map แนวคิดวิทยาศาสตร์
6	สนามไฟฟ้าและเส้นแรงสนาม ไฟฟ้า	2	สืบค้นทดลอง ศึกษาสื่อมัลติมีเดีย อภิปรายลงข้อสรุป concept map แนวคิดวิทยาศาสตร์

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.2.1 แบบทดสอบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 2 ลำดับขั้น (2 Tier multiple choice and explain conceptual test) เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน โดยในหนึ่งข้อประกอบด้วยส่วนที่ 1 ได้แก่ คำถามชนิด 4 ตัวเลือกและส่วนที่ 2 อธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนที่ 1 โดยได้ค่า IOC = 0.67 -1.00 เฉพาะในส่วนที่ 1 ที่เป็นคำถามชนิด 4 ตัวเลือก มีค่าความยากง่าย (p) รายข้อระหว่าง 0.28-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อระหว่าง 0.22 - 0.50 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.879 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือครูวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และข้อสอบ O-Net ย้อนหลัง เพื่อนำมาปรับใช้และสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 2 ลำดับขั้น (2 Tier multiple choice and explain conceptual test) ได้แก่ คำถามชนิด 4 ตัวเลือก และอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนที่ 1 โดยให้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ตรงประเด็นที่ต้องการวัดของแต่ละแนวคิดใน เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า จำนวน 40 ข้อ

2) แล้วนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผล เพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยแล้วนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปทุมรัตต์พิทยาคม อำเภอปทุมรัตต์ จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 36 คน

3) นำข้อสอบที่ได้มาวิเคราะห์ ความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ แล้วคัดเลือกข้อที่ใช้ได้จำนวน 30 ข้อ แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง แล้วทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4) นำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างการวิจัย

ตารางที่ 3.3 ประเด็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

แนวคิดวิทยาศาสตร์	ข้อที่
ประเด็นที่ 1. แรงสนามแม่เหล็กและคุณสมบัติสนามแม่เหล็ก	1, 2, 3, และ 4
ประเด็นที่ 2. สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ	5 และ 6
ประเด็นที่ 3. สนามแม่เหล็กโลก	7
ประเด็นที่ 4. แรงสนามแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ	8, 9, 10, 11, 12, และ 13
ประเด็นที่ 5. แรงสนามแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน	14
ประเด็นที่ 6. แรงสนามไฟฟ้าและคุณสมบัติสนามไฟฟ้า	15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 และ 26
ประเด็นที่ 7. แรงสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก(คิดเชื่อมโยง)	27, 28, 29 และ 30

3.2.2.2 แบบทดสอบสัมภาษณ์วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบสัมภาษณ์วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 2 ลำดับขั้น (2 Tier multiple choice and explain conceptual test) เรื่องสนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า จำนวน 7 ข้อ โดยให้ตรงประเด็นที่ต้องการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ประเด็น ในหนึ่งข้อประกอบด้วยส่วนที่ 1 ได้แก่ คำถามชนิด 4 ตัวเลือกและส่วนที่ 2 อธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนที่ 1 ซึ่งแบบทดสอบสัมภาษณ์วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ปรับจากแบบทดสอบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยรูปแบบการวัดจะเน้นการสุ่มสัมภาษณ์ ให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ในมุมมองของตัวเอง โดยจะมีเกณฑ์การให้คะแนนลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งพิจารณาจากการเลือกคำตอบและการอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ ตอบถูกและอธิบายได้สมบูรณ์ (ดีมาก) ระดับค่าคะแนน 4 คะแนน ตอบถูกและอธิบายได้บางส่วน (ดี) ระดับค่าคะแนน 3 คะแนน ตอบถูกและผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้ (ปานกลาง) ระดับค่าคะแนน 2 คะแนน ตอบถูกและไม่สามารถอธิบายได้/คำอธิบายเป็นอย่างอื่น (พอใช้) ระดับค่าคะแนน 1 คะแนน และตอบผิด (ปรับปรุง) ระดับค่าคะแนน 0 คะแนน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบแล้วทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำไปใช้ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.2.3 แบบวัดความพึงพอใจซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีการคิดของลิเคอร์ท (Likert) 5 ระดับ โดยให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำตอบ ตามความพึงพอใจ 5 ระดับ คือ พึงพอใจในระดับมากที่สุด ระดับค่าคะแนน 5 คะแนน พึงพอใจในระดับมากระดับค่าคะแนน 4 คะแนน พึงพอใจในระดับปานกลาง ระดับค่าคะแนน 3 คะแนน พึงพอใจในระดับน้อย ระดับค่าคะแนน 2 คะแนน พึงพอใจในระดับน้อยที่สุด ระดับค่าคะแนน 1 คะแนน โดยมี จำนวน 20 ข้อ จำแนกตามองค์ประกอบ 4 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านสาระการเรียนรู้ 3 ข้อ 2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ข้อ 3) ด้านสื่อการเรียนรู้ 7 ข้อ 4) การวัดผลและประเมินผล 4 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจของผู้เรียน เทคนิคการสร้างแบบสอบถาม เพื่อเป็นแบบแผนในการสร้าง จากนั้นนำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา แล้วปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจึงนำไปใช้จริงกับนักเรียนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 วิธีทดลองและเก็บข้อมูล

3.3.1 ครูแนะนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้สืบเสาะแบบกลุ่มร่วมมือ ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยใช้ขั้นตอนการเรียนรู้สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสัมภาษณ์แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนด้วย

3.3.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า จำนวน 30 ข้อ

3.3.3 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-6 คน โดยคละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ที่แบ่งจากผลการทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

3.3.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้สืบเสาะแบบกลุ่มร่วมมือ ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้าโดยใช้ขั้นตอนการเรียนรู้สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ จำนวน 6 แผน

3.3.5 ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ชุดเดิมแต่มีการสลับข้อคำถาม จำนวน 30 ข้อ และสัมภาษณ์แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์และสัมภาษณ์เจตคติของนักเรียน

3.3.6 ให้นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้สืบเสาะแบบกลุ่มร่วมมือ ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยใช้สถิติพื้นฐาน

3.4.2 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียน ด้วยรูปแบบการเรียนรู้สืบเสาะแบบกลุ่มร่วมมือด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยใช้สถิติพื้นฐาน

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยเพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้ผลการวิจัยและอภิปรายผลดังนี้

4.1 ความก้าวหน้าของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4.1.1 ความก้าวหน้าของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

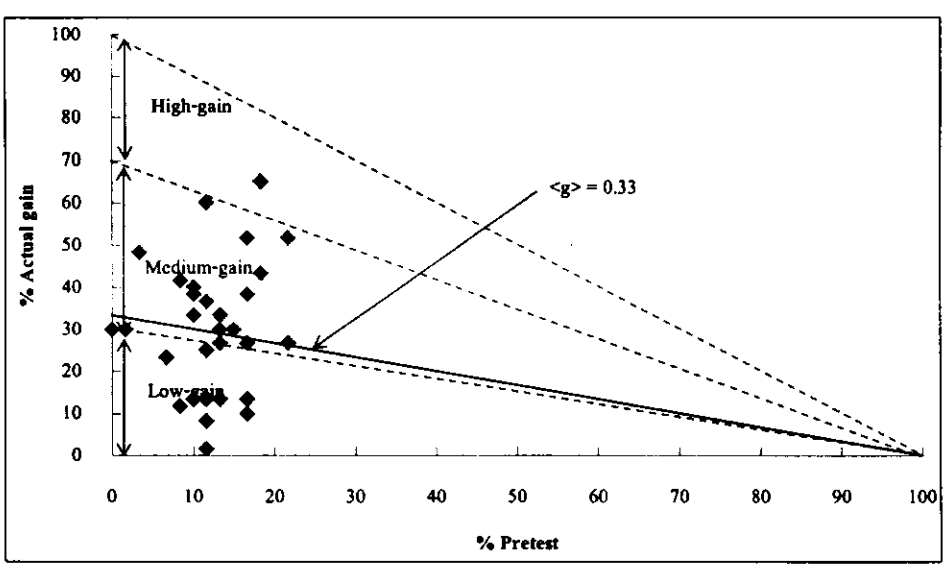
ความก้าวหน้าของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์รายชั้นเรียน (Class normalized gain) ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 34 คน โดยการใช้วิธี Average normalized gain พบว่า ค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์หลังเรียน (24.71 คิดเป็นร้อยละ 41.18) สูงกว่าก่อนเรียน (7.38 คิดเป็นร้อยละ 12.30) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และมีค่าที (t-value) เท่ากับ 10.78 แสดงให้เห็นว่าแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น โดยความก้าวหน้าของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้น มีค่าเท่ากับ 0.33 อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % Actual gain และ % Pretest ของนักเรียน

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ) ของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ค่าที (t-value) และ Class normalized gain

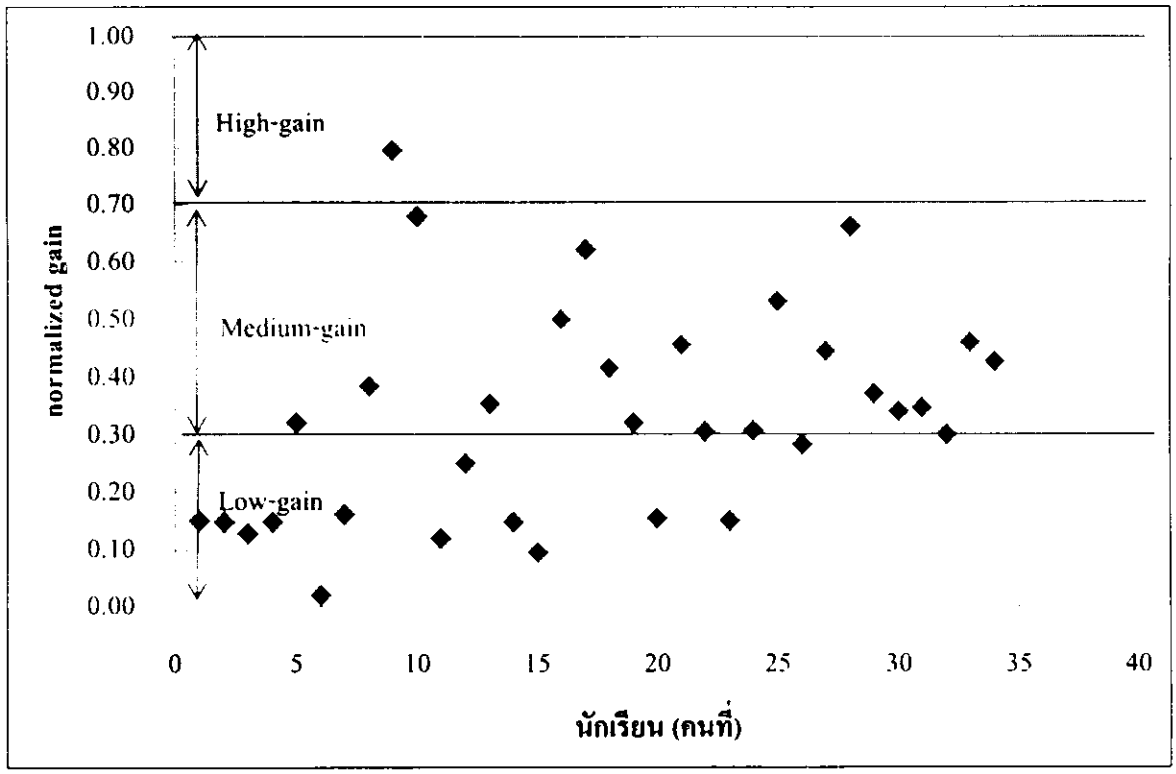
ค่าสถิติ	คะแนนเต็ม	การทดสอบ		t	class normalized gain
		pretest	posttest		
ค่าเฉลี่ย (%)	60	7.38 (12.30)	24.71 (41.18)	10.78*	0.33 (medium gain)
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		2.98	10.25		

*$t_{(\alpha = .05,\ df = 33)} = 1.6924$

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล (Single student normalized gain) ดังแสดงใน ภาพที่ 4.2 พบว่า มีนักเรียน จำนวน 1 คน (คิดเป็นร้อยละ 2.94) อยู่ในระดับสูง (High gain) จำนวน 20 คน (คิดเป็นร้อยละ 58.82) อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) และจำนวน 13 คน (คิดเป็นร้อยละ 38.24) อยู่ในระดับต่ำ (Low gain) โดยนักเรียนที่อยู่ในระดับสูง (High gain) และระดับปานกลาง (Medium gain) จะมีความสนใจและช่างสงสัยในขณะทำการทดลอง หมั่นซักถามเมื่อไม่เข้าใจในขณะที่ครูนำเสนอด้วยสื่อมัลติมีเดีย และจะเป็นผู้นำของกลุ่มในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และอธิบายให้เพื่อน ๆ ฟัง ในการร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ลงข้อสรุป และที่สำคัญนักเรียนกลุ่มนี้จะมีทักษะในการอ่าน คิดวิเคราะห์เขียน อยู่ในระดับดี ส่วนนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำ (Low gain) นั้น เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับอ่อน มีทักษะในการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียน ในระดับต่ำและระดับพอใช้ ซึ่งอาจจะมีปัญหาในการทำแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า ซึ่งเป็นแบบปรนัย 2 ลำดับขั้น (2 Tier multiple choice and explain conceptual test) เพราะจะต้องเขียนหลักการแนวคิดวิทยาศาสตร์ในส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นการอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนที่ 1 ซึ่งผู้เรียนที่มีทักษะในการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียนในระดับต่ำ อาจจะส่งผลให้การทำแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ในส่วนที่ 2 ได้น้อย ดังนั้น การแก้ปัญหาในการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 2 ลำดับขั้น ครั้งต่อไป ในส่วนที่ 2 จากเดิมที่เป็นแบบเขียนอธิบายควรปรับให้เป็นตัวเลือก เพื่อให้นักเรียนได้เลือกแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแทนการเขียนอธิบาย ซึ่งจะทำให้วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง % Actual gain และ % Pretest ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย



ภาพที่ 4.2 ความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล (Single studentnormalized gain)

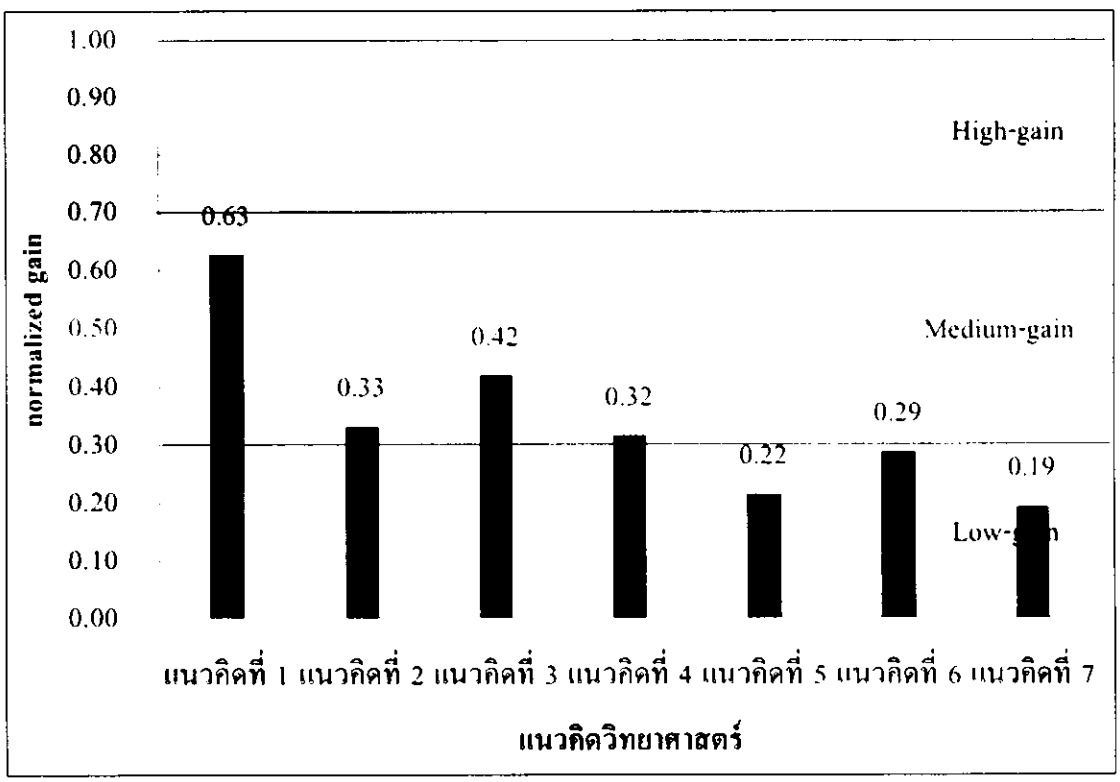
เมื่อพิจารณาร้อยละของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนรายแนวคิด ที่จัดการเรียนการรู้ด้วยกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย ซึ่งทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 7 แนวคิด พบว่า ร้อยละของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้นจากก่อนเรียนในทุกแนวคิด ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.2 โดยแนวคิดที่มีร้อยละคะแนนหลังเรียนสูงที่สุด คือ แนวคิดที่ 1 แรงสนามแม่เหล็กและคุณสมบัติสนามแม่เหล็ก (คิดเป็นร้อยละ 68.38) รองลงมา คือ แนวคิดที่ 3 สนามแม่เหล็กโลก (คิดเป็นร้อยละ 47.06) แนวคิดที่ 2 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ (คิดเป็นร้อยละ 42.65) แนวคิดที่ 4 แรงสนามแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ (คิดเป็นร้อยละ 41.67) แนวคิดที่ 6 แรงสนามไฟฟ้าและคุณสมบัติสนามไฟฟ้า (คิดเป็นร้อยละ 37.75) แนวคิดที่ 7 แรงสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก (คิดเป็นร้อยละ 25.37) และแนวคิดที่มีร้อยละคะแนนหลังเรียนน้อยที่สุด คือ แนวคิดที่ 5 แรงสนามแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน (คิดเป็นร้อยละ 25.00)

ตารางที่ 4.2 ร้อยละของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ Average normalized gain รายแนวคิด

Scientific Concept	%Pretest	%Posttest	%Actual gain	Maximum possible gain	<g>
แนวคิดที่ 1 แรงสนามแม่เหล็กและคุณสมบัติสนามแม่เหล็ก	15.07	68.38	53.31	84.93	0.63
แนวคิดที่ 2 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ	13.97	42.65	28.68	86.03	0.33
แนวคิดที่ 3 สนามแม่เหล็กโลก	8.82	47.06	38.24	91.18	0.42
แนวคิดที่ 4 แรงสนามแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ	14.71	41.67	26.96	85.29	0.32
แนวคิดที่ 5 แรงสนามแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน	4.41	25.00	20.59	95.59	0.22
แนวคิดที่ 6 แรงสนามไฟฟ้าและคุณสมบัติสนามไฟฟ้า	12.50	37.75	25.25	87.50	0.29
แนวคิดที่ 7 แรงสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก (คิดเชื่อมโยง)	7.35	25.37	18.01	92.65	0.19
เฉลี่ยทุกแนวคิด	12.30	41.18	28.87	87.70	0.33

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายแนวคิด จาก Conceptual dimensional normalized gain ได้ผลดังภาพที่ 4.3 พบว่า ความก้าวหน้าแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเฉลี่ยรายแนวคิดอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) จำนวน 4 แนวคิด โดยเรียงลำดับความก้าวหน้าจากมากไปหาน้อย คือ แนวคิดที่ 1 แรงสนามแม่เหล็กและคุณสมบัติสนามแม่เหล็ก (0.63) แนวคิดที่ 3 สนามแม่เหล็กโลก (0.42) แนวคิดที่ 2 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ (0.33) และ แนวคิดที่ 4 แรงสนามแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ

(0.32) ส่วนอีกจำนวน 3 แนวคิด อยู่ในระดับต่ำ (Low gain) คือ แนวคิดที่ 6 แรงสนามไฟฟ้าและคุณสมบัติสนามไฟฟ้า (0.29) แนวคิดที่ 5 แรงสนามแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน (0.22) แนวคิดที่ 7 แรงสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก (0.19) โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย



ภาพที่ 4.3 ความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายแนวคิด (Conceptual dimensional normalized gain)

เมื่อวิเคราะห์จากผลการวิจัย จะเห็นว่า แนวคิดที่ 1, 2, 3, และ 4 เกี่ยวข้องกับเรื่องสนามแม่เหล็ก โดยกิจกรรมการทดลองสามารถออกแบบได้หลายรูปแบบ จากชุดกิจกรรมการทดลองที่สร้างขึ้น โดยนักเรียนสามารถปฏิบัติได้จริงเห็นปรากฏการที่เกิดขึ้นได้โดยตรง และมีสื่อมัลติมีเดียที่นำมาเสริมสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถจำลองปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ตรงประเด็น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แนวคิดที่ 1, 2 และ 3 ที่มีความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระดับปานกลาง (Medium gain) ซึ่งถือว่าสูงที่สุด 3 ลำดับแรก เนื่องจากมีการใช้สื่อมัลติมีเดีย ที่เป็นสถานการณ์จำลอง (Simulation) จากโปรแกรม PhET-Simulations ซึ่งเป็นโปรแกรมการจำลองการทดลองทางฟิสิกส์โดยคอมพิวเตอร์ ที่สามารถเปลี่ยนค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ มีภาพเคลื่อนไหวที่สมจริง นักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก สำหรับ

แนวคิดที่ 5, 6 และ 7 ในชุดกิจกรรมการทดลองยังไม่สามารถออกแบบได้อย่างหลากหลาย และสื่อมัลติมีเดียส่วนใหญ่มีแต่แบบจำลอง ภาพนิ่ง หรือภาพเคลื่อนไหว (Animation) ที่แสดงเพียงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพียงอย่างเดียว โดยขณะการนำเสนอไม่สามารถมีอันตรกิริยาโต้ตอบระหว่างผู้นำเสนอกับสื่อได้ ซึ่งต่างจากสถานการณ์จำลอง จากโปรแกรม PhET-Simulations ที่ผู้นำเสนอสามารถจำลองกำหนดค่าตัวแปร โดยมีการโต้ตอบระหว่างผู้นำเสนอกับสื่อได้ ทำให้ผู้เรียนได้เห็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการปรับค่าตัวแปรหรือการป้อนค่าที่เกี่ยวข้องลงในโปรแกรม ดังนั้น ในการเลือกสื่อมัลติมีเดียที่เหมาะสมและน่าสนใจ ควรเป็นสื่อที่มีฟังก์ชันในการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนกับสื่อนั้น ๆ จะดีที่สุด สำหรับแนวคิดที่ 6 แรงสนามไฟฟ้าและคุณสมบัติสนามไฟฟ้า สามารถออกแบบได้เพียง 2 การทดลอง ทั้งที่เป็นหัวข้อใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้า และแบบทดสอบที่ใช้วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์มี จำนวน 12 ข้อ ซึ่งถือว่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแนวคิดอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในการออกแบบการทดลองในหัวข้อนี้ยังไม่ครอบคลุมแนวคิดที่ต้องการพัฒนา ดังนั้น ในหัวข้อนี้ควรมีการปรับปรุงหรือออกแบบการทดลองเพิ่มเติมอีกและสื่อมัลติมีเดียที่นำมาเสนอควรให้ครอบคลุมเช่นเดียวกันโดยเน้นรูปแบบที่หลากหลาย สำหรับหัวข้อสุดท้าย คือ แนวคิดที่ 7 แรงสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก (คิดเชื่อมโยง) ที่มีความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนน้อยที่สุด คือ $\langle g \rangle = 0.19$ ซึ่งในหัวข้อนี้ผู้วิจัยต้องการสร้างข้อสอบที่วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น โดยการเชื่อมโยงความรู้เรื่องสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าเข้าด้วยกัน ไม่มีการออกแบบการทดลอง หรือสื่อมัลติมีเดียสำหรับหัวข้อนี้โดยตรง ดังนั้นพื้นฐานความรู้ในการตอบคำถามจะมาจากพื้นฐานแนวคิดวิทยาศาสตร์จากการทดลองทั้ง 6 ชุดที่สร้างขึ้น ดังนั้น เจตนาของผู้วิจัยในการวัดแนวคิดในหัวข้อนี้ คือ ต้องการศึกษาการต่อยอดของแนวคิดของนักเรียนซึ่งยังมีน้อยมากจากผลการวิจัย ดังนั้น ในหัวข้อนี้ควรจะมีการออกแบบการทดลองเพิ่มขึ้นมา และหาสื่อมัลติมีเดียมาเสริมสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกันกับหัวข้ออื่นๆ

4.1.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการสัมภาษณ์

จากการทดสอบสัมภาษณ์วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย โดยใช้แบบทดสอบสัมภาษณ์วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 2 ลำดับขั้น (2 Tier multiple choice and explain conceptual test) เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า จำนวน 7 ข้อ โดยให้ตรงประเด็นที่ต้องการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 แนวคิด เพื่อศึกษาการอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่าอยู่ในระดับใด ผู้วิจัยได้ออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งพิจารณาจากการเลือกคำตอบและการอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ ตอบถูกและอธิบายได้สมบูรณ์ (ดีมาก) ระดับค่าคะแนน 4 คะแนน ตอบถูกและอธิบายได้บางส่วน (ดี) ระดับค่าคะแนน 3 คะแนน ตอบถูกและผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้ (ปานกลาง) ระดับค่าคะแนน 2 คะแนน ตอบถูก และ

ไม่สามารถอธิบายได้/คำอธิบายเป็นอย่างอื่น (พอใช้) ระดับค่าคะแนน 1 คะแนน และตอบผิด (ปรับปรุง) ระดับค่าคะแนน 0 คะแนน การวิเคราะห์ในประเด็นนี้จะมุ่งแก้ปัญหาการสำรวจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกรณีที่ผู้เรียนบางส่วนมีปัญหาในทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียน อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งส่งผลถึงการทำแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในส่วนที่เขียนตอบ ในส่วนนี้จะใช้การทดสอบโดยการสุ่มสัมภาษณ์ โดยใช้เทคนิค Think-aloud interviews (McKagan S.B, 2008 : 7-11) โดยแบ่งตามรายแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์โดยแบบสัมภาษณ์วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน Think-aloud interviews รายแนวคิด

แนวคิดที่	จำนวนที่สัมภาษณ์ (คน)	ตอบถูก (คน)	ตอบผิด (คน)	ระดับ 4 อธิบายได้สมบูรณ์ (คน)	ระดับ 3 อธิบายได้บางส่วน (คน)	ระดับ 2 ผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้ (คน)	ระดับ 1 ไม่สามารถอธิบายได้/คำอธิบายเป็นอย่างอื่น (คน)	ระดับ 0 ตอบผิด(คน)	ระดับการอธิบายเฉลี่ยแต่ละแนวคิด
1	10	10	-	6	2	1	1	-	3.30
2	9	8	1	4	2	1	-	1	2.67
3	10	10	-	6	3	1	-	-	3.50
4	9	8	1	3	2	2	1	1	2.56
5	8	8	-	5	1	-	2	-	3.13
6	9	9	-	7	2	-	-	-	3.78
7	9	7	2	3	1	2	1	2	2.22
เฉลี่ยรวมทุกแนวคิด									3.02

เกณฑ์การประเมินระดับการอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.50–4.00 หมายถึง อธิบายได้สมบูรณ์(ดีมาก)

ระดับคะแนนเฉลี่ย 2.50–3.49 หมายถึง อธิบายได้บางส่วน(ดี)

ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.50–2.49 หมายถึง ผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้(ปานกลาง)

ระดับคะแนนเฉลี่ย 0.50--1.49 หมายถึง ไม่สามารถอธิบายได้/คำอธิบายเป็นอย่างอื่น(พอใช้)

ระดับคะแนนเฉลี่ย 0 – 0.49 หมายถึง ตอบผิด(ปรับปรุง)

จากผลการวิจัยพบว่า ในการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย สามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ โดยนักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดี (อธิบายได้บางส่วน) โดยมีระดับคะแนนเฉลี่ยจากทุกแนวคิดเท่ากับ 3.02 ซึ่งมีแนวคิดที่ผู้เรียนอธิบายได้ในระดับดีมาก (อธิบายได้สมบูรณ์) 2 แนวคิด คือ แนวคิดที่ 3 สนามแม่เหล็กโลก (3.50) และ แนวคิดที่ 6 แรงสนามไฟฟ้าและคุณสมบัติสนามไฟฟ้า (3.78) แนวคิดที่ผู้เรียนอธิบายได้ในระดับดี (อธิบายได้บางส่วน) 4 แนวคิด คือ แนวคิดที่ 1 แรงสนามแม่เหล็กและคุณสมบัติสนามแม่เหล็ก (3.30) แนวคิดที่ 2 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ (2.67) แนวคิดที่ 4 แรงสนามแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ (2.56) และ แนวคิดที่ 5 แรงสนามแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน (3.13) จากทั้ง 7 แนวคิด มีเพียง 1 แนวคิดเท่านั้น ที่นักเรียนอธิบายได้ในระดับปานกลาง (ผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้) ซึ่งถือว่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบจากคำอธิบายของแนวคิดอื่น ๆ คือ แนวคิดที่ 7 แรงสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก (2.22) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผู้ศึกษาต้องการศึกษาการต่อยอดของแนวคิดวิทยาศาสตร์ ที่มีความเชื่อมโยงกันระหว่างสนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยในกิจกรรมการเรียนรู้ไม่มีการออกแบบชุดการทดลองสำหรับพัฒนาแนวคิดนี้โดยตรงตามที่กล่าวข้างต้น จะเห็นว่าให้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกันกับผลการศึกษาความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับต่ำ (Low gain) ดังนั้น ผู้วิจัยควรออกแบบชุดการทดลองสำหรับพัฒนาแนวคิดนี้โดยตรง จึงจะสามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ในแนวคิดที่ 7 ได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

4.2 ความพึงพอใจของนักเรียน

ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า แบ่งประเด็นคำถามหลัก ออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก ในประเด็นคำถามหลักทั้ง 4 ด้าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46, 4.39, 4.19 และ 4.27 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลการประเมินความพึงพอใจ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดใน ด้านสาระการเรียนรู้ คือ เนื้อหาสาระที่เรียนครอบคลุมตรงตามหัวข้อและเป็นเรื่องที่มีประโยชน์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย ฉันเรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน และในด้านสื่อการเรียนรู้ คือ ฉันมีโอกาสใช้ความสามารถที่มีอยู่ในการทำกิจกรรม ส่วนผลการประเมินข้ออื่น ๆ อยู่ในระดับความพึงพอใจมากทั้งหมด เมื่อคิดโดยภาพรวมจะพบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาแนวคิด

วิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ซึ่งเป็นความพึงพอใจระดับมาก และเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นที่มีลักษณะคล้ายกันจะเห็นว่ามีความสอดคล้องกับ ชาญชัย ทำสะอาด (2553) ที่ได้ศึกษา "การใช้อุปกรณ์สาธิตอย่างง่ายสำหรับการศึกษาปรากฏการณ์ไฟฟ้าและแม่เหล็ก"

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อที่	รายการวัดความพึงพอใจ	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับ
1	**ด้านสาระการเรียนรู้** เนื้อหาสาระที่เรียนครอบคลุม ตรงตามหัวข้อ	4.67	0.48	มากที่สุด
2	เนื้อหาสาระที่เรียนเป็นเรื่องที่ฉันสนใจและไม่ยากเกินไป	4.15	0.60	มาก
3	เป็นเรื่องที่มีประโยชน์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	4.56	0.70	มากที่สุด
	รวม	4.46	0.59	มาก
4	**ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายๆ ฉันเรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน	4.70	0.54	มากที่สุด
5	ฉันได้เรียนรู้เป็นทีม และช่วยกันทำงานเป็นทีม	3.93	0.58	มาก
6	ฉันและเพื่อนๆ ได้สนทนาแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ และปรึกษากันได้	4.37	0.69	มาก
7	ฉันมีโอกาสได้ทำกิจกรรมใหม่เพื่อการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น	4.44	0.64	มาก
8	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายๆ ฉันได้ปฏิบัติจริงและได้คิดอย่างมีเหตุผล	4.41	0.64	มาก
9	ทุกกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจอยากติดตามทำให้ไม่เบื่อหน่าย	4.48	0.51	มาก
	รวม	4.39	0.60	มาก

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อที่	รายการวัดความพึงพอใจ	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับ
	ด้านสื่อการเรียนรู้			
10	ครูใช้อุปกรณ์และสื่อมัลติมีเดียที่หลากหลายทำให้การเรียนน่าสนใจ	4.15	0.77	มาก
11	มีสื่ออุปกรณ์การเรียนเพียงพอต่อการเรียนของนักเรียน	3.59	0.84	มาก
12	การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายฯ ทีละชุด ทำให้น่าติดตามและไม่เบื่อหน่าย	4.19	0.56	มาก
13	การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายฯ กระตุ้นให้อยากค้นคว้าหาคำตอบ	4.37	0.56	มาก
14	การเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดียทำให้ฉันเข้าใจยิ่งขึ้น	4.33	0.55	มาก
15	ฉันเข้าใจและจดจำได้ดียิ่งขึ้นเมื่อได้ใช้สื่อในการจัดกิจกรรมแต่ละครั้ง	4.19	0.56	มาก
16	ฉันมีโอกาสใช้ความสามารถที่มีอยู่ในการทำกิจกรรม	4.52	0.64	มากที่สุด
	รวม	4.19	0.64	มาก
	ด้านการวัดผลและประเมินผล			
17	ครูมีวิธีการทดสอบที่เหมาะสมและฉันพอใจที่ทราบผลการเรียนรู้ที่ทำได้	4.48	0.58	มาก
18	ฉันได้รับคำชมเชยเป็นรางวัลจากครูเสมอเมื่อตั้งใจทำกิจกรรมและเมื่อทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ดี	4.15	0.72	มาก
19	ครูมีการทดสอบประกอบกับประเมินผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้	4.37	0.56	มาก
20	ฉันและเพื่อนได้นำเสนอและประเมินผลงานของตนเอง	4.07	0.76	มาก
	รวม	4.27	0.66	มาก
	รวมทุกด้าน	**4.33**	**0.62**	**มาก**

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์และเสริมสร้างความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้สรุปผลและมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย แล้วใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโพนสูงประชาสรรค์ จำนวน 34 คน โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ จำนวน 6 แผน เวลา 12 ชั่วโมง สามารถสรุปผลการวิจัยดังนี้

5.1.1 ความก้าวหน้าของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

5.1.1.1 การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายชั้นเรียน (Class normalized gain) ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์หลังเรียน (24.71 คิดเป็นร้อยละ 41.18) สูงกว่าก่อนเรียน (7.38 คิดเป็นร้อยละ 12.30) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และมีค่าที (t-value) เท่ากับ 10.78 แสดงให้เห็นว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น โดยมีความก้าวหน้าของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายชั้นเรียน เท่ากับ 0.33 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain)

5.1.1.2 การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล (Single student normalized gain) ปรากฏว่า ความก้าวหน้าแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 1 คน (คิดเป็นร้อยละ 2.94) อยู่ในระดับสูง (high gain) จำนวน 20 คน (คิดเป็นร้อยละ 58.82) อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) และจำนวน 13 คน (คิดเป็นร้อยละ 38.24) อยู่ในระดับต่ำ (Low gain)

5.1.1.3 การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายแนวคิด (Conceptual dimensional normalized gain) ปรากฏว่า ความก้าวหน้าแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องสนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) จำนวน 4 แนวคิด และอยู่ในระดับต่ำ (Low gain) จำนวน 3 แนวคิด จากทั้งหมด 7 แนวคิด

5.1.1.4 การอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ (Think-aloud interviews) ปรากฏว่า นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-

ไฟฟ้าได้ในระดับดี (อธิบายได้บางส่วน) ระดับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.02 โดยมีแนวคิดที่สามารถอธิบายได้ในระดับดีมาก (อธิบายได้สมบูรณ์) จำนวน 2 แนวคิด แนวคิดที่สามารถอธิบายได้ในระดับดี (อธิบายได้บางส่วน) จำนวน 4 แนวคิด และแนวคิดที่สามารถอธิบายได้ในระดับปานกลาง (ผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้) จำนวน 1 แนวคิด จากทั้งหมด 7 แนวคิด

5.1.2 ความพึงพอใจของนักเรียน

นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย ในระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ซึ่งแบ่งประเด็นคำถามหลัก ออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากในทุกประเด็น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46, 4.39, 4.19 และ 4.27 ตามลำดับ

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายร่วมกับสื่อมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สามารถช่วยพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า เป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติจริงและมีสื่อที่หลากหลายช่วยเสริมสร้างแนวคิดที่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 2 ลำดับขั้น (2 Tier multiple choice and explain conceptual test) ในส่วนที่ 2 จากเดิมที่เป็นแบบเขียนอธิบายหลักการ/เหตุผลของคำตอบในส่วนที่ 1 ควรสร้างให้เป็นตัวเลือก เพื่อให้นักเรียนได้เลือกแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแทนการเขียนอธิบาย ซึ่งจะทำให้วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพราะในการเขียนตอบอาจจะมีปัญหาในการทำแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีทักษะในการอ่าน คิดวิเคราะห์เขียน ในระดับต่ำได้

5.2.2 การเลือกสื่อมัลติมีเดียที่ดี มีความเหมาะสมและน่าสนใจ ควรเป็นสื่อมัลติมีเดียที่มีฟังก์ชันที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับสื่อได้

5.2.3 การพัฒนาแนวคิดที่ 6 แรงสนามไฟฟ้าและคุณสมบัติสนามไฟฟ้า ควรมีการปรับปรุงหรือออกแบบการทดลองเพิ่มเติมอีกและสื่อมัลติมีเดียที่นำมาเสนอควรให้ครอบคลุมโดยเน้นรูปแบบที่หลากหลาย

5.2.4 การพัฒนาแนวคิดที่ 7 แรงสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก (คิดเชื่อมโยง) ควรมีการออกแบบชุดการทดลองเฉพาะหัวข้อนี้และหาสื่อมัลติมีเดียมาเสริมสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกันกับหัวข้ออื่นๆ จะทำให้เห็นผลการพัฒนาแนวคิดอย่างชัดเจนต้องตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2009**. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์, 2554.

จรรยา ดาสา. **แนวคิดเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 และ 5**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549.

จรวยพร สุดสวาท และคณะ. **ความพึงพอใจของนิสิตระดับปริญญาตรี ภาคพิเศษที่มีต่อการให้บริการของมหาวิทยาลัยนเรศวร**. การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2545.

จันทร์จิรา ภมรศิลปธรรม. **การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปิโตรเลียมและ พอลิเมอร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้วยการสอนแบบสืบเสาะ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

ชาญชัย ทำสะอาด. **การใช้อุปกรณ์สาธิตอย่างง่ายสำหรับการศึกษาปรากฏการณ์ไฟฟ้าและแม่เหล็ก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.

ตรีคูณ โพธิ์หล้า. **การศึกษาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษานาทองหนองบัว สำนักงานเขตพื้นที่การประถมศึกษามหาสารคาม เขต 3**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.

นวลวรรณ พันธุเมธา. **คลังคำ**. กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์, 2544.

บุญชม ศรีสะอาด. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาสน์, 2545.

ประมวล ศิริผันแก้ว. "การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิผล", **วารสารครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี**. 18: 36-40; มีนาคม, 2555.

ยืน ภู่วรวรรณ. "ความท้าทายต่อการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเรียนการสอนในยุคดิจิทัล", **สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**. 20: 3-9; สิงหาคม, 2557.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. **การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

วราภรณ์ แย้มจินดา. **แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

วรรณทิพา รอดแรงเค้า. **CONSTRUCTIVISM.** กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

ศรีเรือน แก้วกังวาล. **ทฤษฎีจิตวิทยาบุคลิกภาพ (รู้เขารู้เรา).** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร: หมอชาวบ้าน, 2546.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **คู่มือครูฟิสิกส์ เล่ม 1.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

สุระ วุฒิพรหม. "การเปรียบเทียบรูปแบบการสอนระหว่างวีดีโอเทปกับการทดลองสาธิตเพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงลอยตัว", **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้.** 4(1): 7-17; กรกฎาคม, 2556.

Allen Ruby. **Hand – on Science and Student Achievement.** New York: Teachers College, Columbia University, 1995.

Bell, B. **Children' science, constructivism and learning in science.** Deakin: University Press, 1993.

Bredderman, T. "What research say : Activity science-the evident shows it matters", **Science and Children.** 20(1): 39-41; June, 1982.

Briggs, M.W., and Bodner, G.M. "A modeof molecular visualization", In **Gilbert J.K.(Ed.).** isualization in science education. pp.61-73: Netherlands; Springer, 2005.

Cadavieco, J. F., Goulao, M. d., and Costales, A. F. "Using Augmented Reality and m-Learning to Optimize Students Performance in Higher Education", **Social and Behavioral Sciences.** 4(6): 2970-2977; January, 2012.

Glynn, S. M., and Duit, R. "Learning science meaningfully : Constructing conceptual models In S. M. Glynn & R. Duit (Eds.)", **Learning science in the schools: Research reforming practice.** 8(15): 3-33; May, 1995.

Hewson, P.W. and H.G. Hewson. **The Status of Studens, Conceptions. In R. Duit, F. Gloodberg and H. Niederer.** Research in Physics Learning: Theoretical issues and Empirical Study. Kiel: Institute for Science Education at University of Kiel, 1992.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Hurd, P.D. **New Directions in Teaching Secondary School Science 2 ed.** Chicago: Rand Mcnally and Company, 1970.

Jans, H.H. "Activity-oriented science : Is it really that good?", **Science and Children.** 14(7): 26-27; June, 1977.

Johnson-Laird, P.N. **Mental models-Towards a cognitive science of language, inference and consciousness.** Cambridge, MA: Harvard University Press,1983.

Kubiszyn, T. and Borich, G. **Education Testing and Measurement: classroom Application and Prectic. 6th Ed.** Haper Collins: College Publishers,1989.

Lawrence, C. R. **The History and Nature of Science in the Era of Standards-Based Reform.** A Thesis for the Dregree Master of Science: Arizona State University, 2011.

Lawrence E. Carlson and Jacquelyn F. S. "Hand-on Engineering : Learning by Doing in the Integrated Teaching and Learning Program", **Int. J.Engng.** 15(1): 20-31; July, 1997.

McKagan S. B., and et al. **Developing and Researching PhET simulations for Teaching Quantum Mechanics. University of Colorado, Boulder Co,** 2008.

Poohkay B., Szabo M. "Effects of animation & visuals on learning high school mathematics", **Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Educational Communications and Technology.** 19(95): 91-101; February, 1995.

Posner, G. J. And et al. "Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change", **Science Education.** 6(6): 211-227; July, 1982.

Richard R. Hake. "Interactive-engagement vs traditional methods : A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses", **American Journal of physics.** 61(1): 64–74, August, 1998.

Rowland, P.M. "Using science activities to internalize locus of control and influence attitudes towards science", **Science Teacher.** 6(4) : 8-11, 1990.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Shelly,Maynard W. **Responding to social change. Pennsylvania**. Downed, Hutchison Press, 1975.

Vantipa, R. **A synthesis of Master's degree thesis in Science teaching, Department of Education, Faculty of Education during 1978-2001**. Bangkok: Department of Education; Kasetsart University, 2002.

West, L.H. **Cognitive Structure and Conceptual Change**. New York: Academic Press, 1985.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สนามของแรง เวลา 2 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก สอนโดย นายเกรียงไกร ทานะเวช

.....

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าแรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4 –ม.6

ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามแม่เหล็กและอธิบายการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

สนามแม่เหล็ก หมายถึง บริเวณรอบ ๆ แท่งแม่เหล็กที่แม่เหล็กสามารถส่งอำนาจแม่เหล็กไปถึง ส่วนเส้นสนามแม่เหล็ก เป็นแรงแม่เหล็กที่มีลักษณะเป็นเส้นๆ แผ่กระจายอยู่เต็มสนามแม่เหล็ก

แม่เหล็ก (Magnet) คือ สารที่สามารถดูดและผลักกันเองได้ และสามารถดูดสารแม่เหล็กได้ แรงที่เกิดขึ้นระหว่างขั้วแม่เหล็ก จะเป็นแรงกิริยา ปฏิกิริยา คือ มีขนาดเท่ากันทิศตรงข้าม

แรงระหว่างขั้วเหนือกับขั้วเหนือ จะเกิด แรงผลัก
แรงระหว่างขั้วใต้กับขั้วใต้ จะเกิด แรงผลัก
แรงระหว่างขั้วใต้กับขั้วเหนือ จะเกิด แรงดูด

เมื่อนำแท่งแม่เหล็กแขวนให้วางตัวอยู่ในแนวระดับและสามารถหมุนได้อย่างอิสระแล้ว ขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กจะชี้ไปทางขั้วโลกเหนือ แสดงว่าที่ขั้วโลกเหนือจะมีสนามแม่เหล็กขั้วใต้ และที่ขั้วโลกใต้จะมีสนามแม่เหล็กขั้วเหนือ

ผลการเรียนรู้

สำรวจตรวจสอบ ทดลอง วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามแม่เหล็กและการนำไปใช้ประโยชน์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. **ด้านความรู้ (Knowledge)**
    1. อธิบายความหมายของสนามแม่เหล็กและการเกิดสนามแม่เหล็กได้
    2. อธิบายสมบัติของสารที่เป็นแม่เหล็กได้
    3. อธิบายเกี่ยวกับแรงที่เกิดสนามแม่เหล็กได้
2. **ด้านกระบวนการ (process)**
    1. สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับแรงที่เกิดสนามแม่เหล็กได้
    3. สามารถสื่อสารและนำความรู้เรื่องแม่เหล็กไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. **ด้านเจตคติ (Attitude)**
    1. เห็นคุณค่าและมีจิตวิทยาศาสตร์
    2. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

1. แม่เหล็กและแรงแม่เหล็ก
2. สนามแม่เหล็ก

กระบวนการเรียนรู้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ**

1. ครูนำแท่งแม่เหล็กอาจเป็นแม่เหล็กขั้วข้าง แม่เหล็กรูปเกือกม้า มาให้นักเรียนสังเกตแล้วอภิปรายถึงคุณสมบัติของแม่เหล็ก โดยนำแท่งแม่เหล็กวางบนโต๊ะ จากนั้นนำตะปูตัวเล็กๆ หรือเข็มหมุดตัวเล็กๆ หรือคลิปหนีบกระดาษวางรอบๆ แท่งแม่เหล็ก สิ่งของเหล่านี้จะถูกดูดเข้าหาแท่งแม่เหล็ก โดยแสดงให้เห็นว่าบริเวณรอบแท่งแม่เหล็กก็มีแรงแม่เหล็ก

2. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ดังนี้

- แท่งแม่เหล็กมีผลต่อตะปูหรือเข็มหมุด หรือคลิปหนีบกระดาษอย่างไร
- แท่งแม่เหล็กมีผลต่อพีวีซีหรือแผ่นพลาสติกกระดาษอย่างไร
- ถ้านำเข็มทิศมาวางแทนตะปู จะมีผลต่อเข็มทิศอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
- แรงแม่เหล็กมีประโยชน์ต่อมนุษย์อย่างไรบ้าง

นักเรียนช่วยกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถามตามประสบการณ์เดิม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนเรื่อง แม่เหล็ก

ขั้นสำรวจและค้นหา

3. นักเรียนศึกษาเรื่องแม่เหล็กจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยเชื่อมโยงความรู้ใหม่จากบทเรียนกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว ด้วยการใช้คำถามนำกระตุ้นให้นักเรียนตอบจากความรู้และประสบการณ์ของนักเรียน

4. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4- 5 คน แต่ละกลุ่มมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน คละกัน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนทำการทดลอง เพื่อสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับแรงแม่เหล็กตาม รายละเอียดใน ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองโดยพิจารณาจากอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมการทดลอง ออกแบบการทดลองบันทึกผลการทดลอง ตลอดจนอภิปรายผลการทดลองและสรุป

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนในแบบบันทึกกิจกรรม โดยร่วมกันปรึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่มีอยู่ในกิจกรรมเพื่อให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าใจเนื้อหาอย่างชัดเจน พร้อมทั้งสังเกตผลเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการทำกิจกรรม โดยศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้หรือหนังสือเรียน

ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ อภิปรายผลการทดลอง

6.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอกระบวนการ และผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

6.2 นักเรียนทุกคนเขียนรายงานผลการทำกิจกรรมตามแบบบันทึกกิจกรรม และให้แต่ละกลุ่มคัดเลือกผลงานที่ดีที่สุดเป็นผลงานกลุ่ม

ขั้นขยายความรู้

7. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมการทดลอง โดยศึกษาเพิ่มเติมจาก โปรแกรม Phet Simulation เรื่องแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อเข็มทิศ เรื่อง แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กสนามแม่เหล็กโลกที่กระทำต่อเข็มทิศ เพื่อให้เกิดข้อสรุปร่วมกัน โดยมีครูแนะนำให้ความรู้เพิ่มเติมในแต่ละเรื่องนั้นๆ และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เช่น

7.1 ครูยกตัวอย่างการหาทิศทางโดยอาศัยแท่งแม่เหล็ก หลักการของเข็มทิศการหาขั้วแม่เหล็กที่ไม่ระบุขั้ว

7.2 ให้นักเรียนยกตัวอย่างการนำหลักการของแรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็กไปใช้ประโยชน์ (เช่น หลักการลดแรงเสียดทานของรถไฟฟ้าความเร็วสูง การคัดแยกขยะ เป็นต้น)

ขั้นประเมินผล

1. ทำแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองชุดที่ 1 เรื่อง แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก
2. ประเมินสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ครูให้นักเรียนร่วมตรวจสอบและเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย เพื่อความสะดวกในการใช้ครั้งต่อไป

สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้หรือหนังสือเรียน
2. ใบกิจกรรมการทดลองชุดที่ 1 เรื่อง แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก
3. วัสดุอุปกรณ์ใบกิจกรรมการทดลองชุดที่ 1
4. ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต

การวัดและประเมินผล

1. สิ่งที่จะวัด

1. ด้านความรู้ความเข้าใจ (Knowledge)
   - สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรมกลุ่ม
   - การตอบคำถามระหว่างเรียน
   - ทำแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองชุดที่ 1 เรื่อง แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก
2. ด้านทักษะกระบวนการ (process)
   - สังเกตจากการปฏิบัติงานและทักษะการทำกิจกรรม
3. ด้านเจตคติ (Attitude)
   - สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม / รายบุคคล

2. วิธีวัด

1. สังเกตพฤติกรรม
2. การตอบคำถามระหว่างเรียน
3. การทำแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองชุดที่ 1 เรื่อง แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก

3. เครื่องมือวัด

1. แบบสังเกตพฤติกรรม
2. แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองชุดที่ 1 เรื่อง แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก

เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล

1. เกณฑ์การวัดผล

1.1 ให้คะแนนการตรวจแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองชุดที่ 1 เรื่อง แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก

ตอบ ถูกให้ 1 คะแนน

ตอบ ผิดให้ 0 คะแนน

1.2 ให้คะแนนพฤติกรรม ดังนี้

5	คะแนน หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	คะแนน หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	คะแนน หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	คะแนน หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	คะแนน หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

2. เกณฑ์การประเมินผล

2.1 นักเรียนได้คะแนนผลการตรวจแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองชุดที่ 1 ไม่น้อยกว่า 80%

2.2 นักเรียนได้คะแนนพฤติกรรมไม่น้อยกว่า 80 % ถือว่าผ่าน (ถ้าได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดถือว่าไม่ผ่าน)

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร / ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

1. ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

2. ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

กลุ่มบริหารวิชาการ

3. ความคิดเห็นของผู้บริหารโรงเรียน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

ด้านเจตคติ

.....

.....

อุปสรรค / ปัญหา

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นายเกรียงไกร ทานะเวช)

ความคิดเห็นของผู้นิเทศ / ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายและสื่อมัลติมีเดีย

ตัวอย่างชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายและสื่อมัลติมีเดีย

ใบกิจกรรมการทดลองชุดที่ 1 เรื่อง แรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็ก

จุดประสงค์ของการทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาแรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็กที่กระทำต่อกัน
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาแรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็กที่กระทำต่อกันเข็มทิศ
3. ทำการทดลองเพื่อศึกษาแรงเนื่องจากขั้วแม่เหล็กที่มีผลจากสนามแม่เหล็กโลก

เวลาที่ใช้ในการทดลอง 1 ชั่วโมง

วัสดุอุปกรณ์

1. แท่งแม่เหล็กขั้วอยู่ปลายแท่ง 2 แท่ง
2. ชุดแม่เหล็กลอย (ใช้สาธิต)
3. แท่งแม่เหล็กไม่ระบุขั้ว
4. เข็มทิศ
5. เส้นด้าย
6. ขาตั้งสำหรับแขวน

อภิปรายก่อนการทดลอง

คำแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง มีดังนี้

1. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบหาคำตอบจากการสังเกตตามความเป็นจริง

2. นักเรียนออกแบบการบันทึกผลการทดลองและร่วมกันวิเคราะห์และลงข้อสรุปตามประเด็นการทดลองที่กำหนดให้

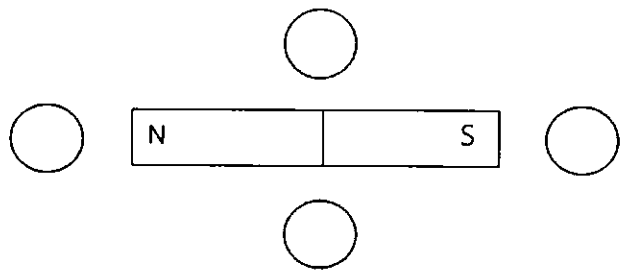
วิธีการทดลอง

1. ทดลองหันขั้วแม่เหล็กเหมือนกันเข้าหากัน สังเกตแรงที่กระทำต่อกันและลงข้อสรุป
2. ทดลองหันขั้วแม่เหล็กต่างกันเข้าหากัน สังเกตแรงที่กระทำต่อกันและลงข้อสรุป
3. นักเรียนสังเกตชุดการทดลองแม่เหล็กลอย (ชุดสาธิต) ให้นักเรียนให้เหตุผลในประเด็นต่อไปนี้

3.1 ทำไมแม่เหล็กจึงลอยได้

3.2 จากสถานการณ์ในข้อ 3.1 เมื่อกลับทางแม่เหล็กที่ลอยในด้านตรงข้ามทำไมแม่เหล็กจึงไม่ลอย

4. ทดลองวางเข็มทิศใกล้แท่งแม่เหล็ก ในตำแหน่งต่างๆ ดังรูป แล้วสังเกตทิศทางของเข็มทิศบันทึกผล แล้วให้เหตุผลว่าทำไมเข็มทิศจึงวางตัวดังผลที่เกิดขึ้น (สืบค้นหาคุณสมบัติของเข็มทิศ)



5. ทดลองวางเข็มทิศไว้บนโต๊ะ แล้วสังเกตทิศทางของเข็มทิศโดยให้ผู้เรียนได้สืบค้นเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กโลกว่ามีความเชื่อมโยงกับผลที่เกิดเข็มทิศอย่างไร

6. ผูกแท่งแม่เหล็กที่ระบุขั้วให้แขวนอย่างอิสระ แล้วสังเกตการวางตัว

7. จากสถานการณ์ในข้อ 5 และ 6 จงให้เหตุผลว่า ทำไมเข็มทิศและแท่งแม่เหล็กที่แขวนอิสระจึงวางตัวในแนวนั้น โดยครูได้นำเสนอรูปแบบสนามแม่เหล็กโลกในโปรแกรม Phet Simulation

8. ผูกแท่งแม่เหล็กที่ไม่ระบุขั้วแขวนอย่างอิสระแล้วให้ระบุขั้วแม่เหล็กที่แขวนอยู่

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

ใบความรู้ เรื่อง แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก

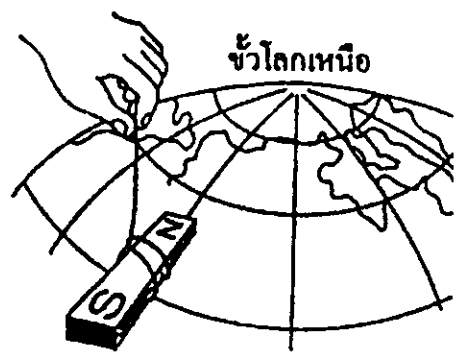
แม่เหล็ก(Magnet) คือ สารที่สามารถดูดและผลักกันเองได้และสามารถดูดสารแม่เหล็กได้ แรงที่เกิดขึ้นระหว่างขั้วแม่เหล็ก จะเป็นแรงกิริยา ปฏิกิริยา คือ มีขนาดเท่ากันทิศตรงข้าม

แรงระหว่างขั้วเหนือกับขั้วเหนือ จะเกิด แรงผลัก

แรงระหว่างขั้วใต้กับขั้วใต้ จะเกิด แรงผลัก

แรงระหว่างขั้วใต้กับขั้วเหนือ จะเกิด แรงดูด

เมื่อนำแท่งแม่เหล็กแขวนให้วางตัวอยู่ในแนวระดับและสามารถหมุนได้อย่างอิสระแล้ว ขั้วเหนือของ แท่งแม่เหล็กจะชี้ไปทางขั้วโลกเหนือ แสดงว่าที่ขั้วโลกเหนือจะมีสนามแม่เหล็กขั้วใต้ และที่ขั้วโลกใต้จะมีสนามแม่เหล็กขั้วเหนือ



รูปแสดงผลจากสนามแม่เหล็กโลกกระทำต่อแม่เหล็ก

การแบ่งชนิดของแม่เหล็ก

1. แบ่งโดยเอาการกำเนิดเป็นหลัก มีอยู่ 2 ประเภท คือ

1.1 แม่เหล็กธรรมชาติ (Natural Magnet) เป็นแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติทางธรณีวิทยาเรียกแร่นี้ว่า Magnetite มีสูตรทางเคมี คือ Fe_3O_4 ไม่ค่อยมีอำนาจเพราะมีอำนาจน้อย

1.2 แม่เหล็กประดิษฐ์ เป็นแม่เหล็กที่ทำขึ้นด้วยวิธีการต่างๆ

2. แบ่งโดยเอาอำนาจที่มีในแม่เหล็กเป็นหลัก มีอยู่ 2 ประเภท คือ

2.1 แม่เหล็กชั่วคราว(Temperary Magnet) มีอำนาจเมื่อมีการบังคับ การบังคับใช้วิธีเหนี่ยวนำ ใช้กระแสไฟฟ้า เหล็กที่ใช้ทำเป็นเหล็กอ่อน

2.2 แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) มีอำนาจอยู่นาน บังคับด้วยวิธีการเดียวกันแต่เหล็กที่ใช้เป็นเหล็กกล้า

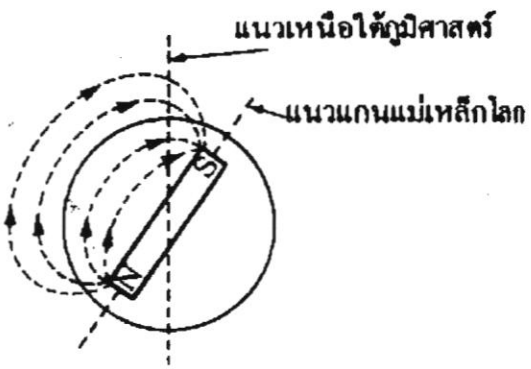
สารแม่เหล็ก

คือ สารที่เกิดแรงดูดกับแท่งแม่เหล็กได้ เช่น เข็มทิศ เหล็ก นิกเกิล โคบอลต์

สนามแม่เหล็กโลก

เราทราบดีว่าโลกเรานี้มีอำนาจแม่เหล็ก ทั้งนี้เพราะแท่งแม่เหล็กที่แขวนไว้ในแนวระดับหรือเข็มทิศจะวางตัวในแนวเหนือ - ใต้ เสมอ จากการสำรวจสนามแม่เหล็กหรือเส้นแรงแม่เหล็กเราพบว่าโลกทำตัวเหมือนกับมีแท่งแม่เหล็กขนาดใหญ่อยู่ในใจกลางโลก ซึ่งเราเรียกว่า "สนามแม่เหล็กโลก"

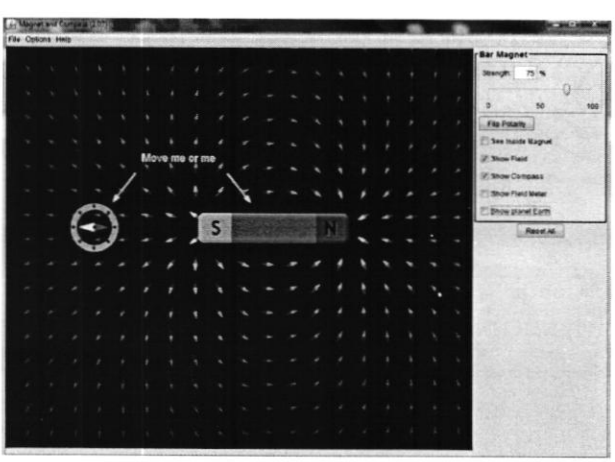
แม่เหล็กโลกวางตัวโดยเอาขั้ว S อยู่ทางซีกโลกเหนือ และขั้ว N อยู่ทางซีกโลกใต้แนวแกนของแม่เหล็กทำมุมเล็กน้อย (ประมาณ 17^0) กับแนวเหนือใต้ภูมิศาสตร์โลก ดังรูป

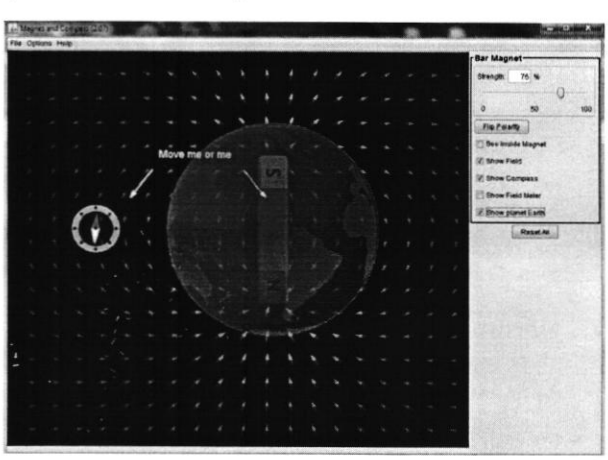


รูปแสดงสนามแม่เหล็กโลก

เนื่องจากขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันจะผลักกัน และขั้วแม่เหล็กต่างชนิดกันจะดูดกัน ดังนั้นเข็มทิศซึ่งเป็นแม่เหล็กเมื่อวางไว้ในสนามแม่เหล็กโลก เข็มทิศจะต้องเอาขั้ว N ชี้ไปทางทิศเหนือ (เพราะขั้ว S ของแม่เหล็กโลกอยู่ทางเหนือ) และเอาขั้ว S ชี้ไปทางใต้ (เพราะขั้ว N ของแม่เหล็กโลกอยู่ทางใต้) เสมอ

ตัวอย่างสื่อมัลติมีเดีย(PhET-Simulations)





ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

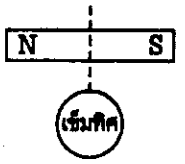
แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 1 ชั่วโมง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกของข้อสอบ แล้วเขียนหลักการหรือเหตุผลแนวคิดวิทยาศาสตร์ตามความเข้าใจของนักเรียนในการเลือกคำตอบนั้นๆ

<u>แนวคิดที่ 1. แรงสนามแม่เหล็กและคุณสมบัติสนามแม่เหล็ก</u>

1. โดยปกติเข็มทิศจะวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ เมื่อนำเข็มทิศมาวางใกล้ๆ กับกึ่งกลางแท่งแม่เหล็กที่ตำแหน่งดังรูป เข็มทิศจะชี้ในลักษณะใด



1)

2)

3)

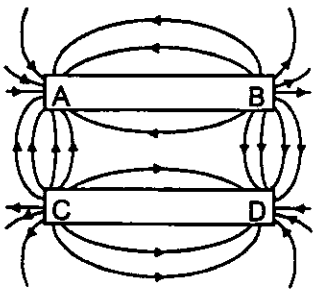
4)

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

2. จากแผนภาพแสดงลักษณะของเส้นสนามแม่เหล็กที่เกิดจากแท่งแม่เหล็กสองแท่ง ข้อใดบอกถึงขั้วแม่เหล็กที่ตำแหน่ง A, B, C และ D ได้ถูกต้อง



1. A และ C เป็นขั้วเหนือ B และ D เป็นขั้วใต้
2. A และ D เป็นขั้วเหนือ B และ C เป็นขั้วใต้
3. B และ C เป็นขั้วเหนือ A และ D เป็นขั้วใต้
4. B และ D เป็นขั้วเหนือ A และ C เป็นขั้วใต้

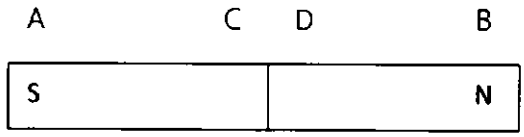
หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

3. แท่งแม่เหล็ก ดังรูป เมื่อหักแท่งแม่เหล็กออกเป็น 2 ส่วน เท่าๆ กัน อยากทราบว่าที่ตำแหน่ง C และ D ของแม่เหล็กแท่งใหม่เป็นขั้วแม่เหล็กขั้วใด ตามลำดับ

1. ใต้, ใต้
2. เหนือ, เหนือ
3. ใต้, เหนือ
4. เหนือ, ใต้



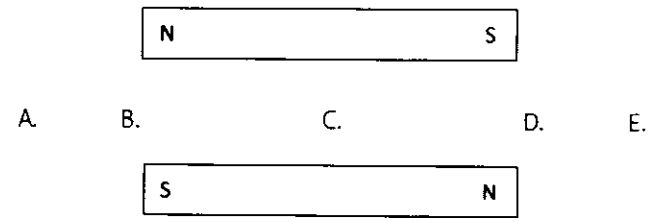
หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

4. แท่งแม่เหล็ก 2 แท่งเหมือนกันทุกประการวางขนานกันตามรูป ตำแหน่งตามข้อใดที่สนาม แม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็กทั้งสองหักล้างกันเป็นศูนย์

1. A และ E
2. B และ D
3. A, C และ E
4. C เท่านั้น



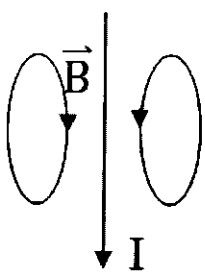
หลักการ/เหตุผล.....

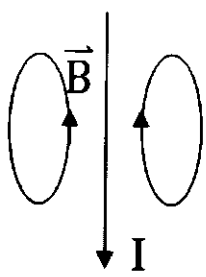
.....

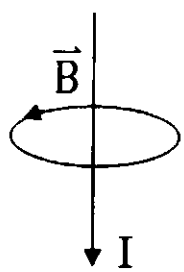
.....

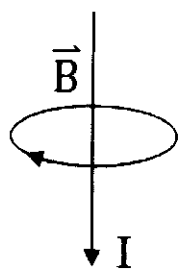
<u>แนวคิดที่ 2. สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ</u>

5. เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดตรง จะเกิดสนามแม่เหล็กรอบเส้นลวดตามรูปในข้อใด (I คือทิศของกระแส และ $\vec{B}$ คือ ทิศของสนามแม่เหล็ก)

1.


2.


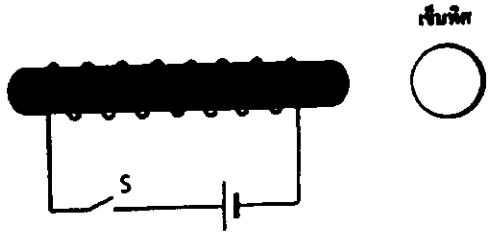
3.


4.


หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

6. 

จากรูป เมื่อสับสวิตช์ (s) เข็มทิศจะชี้ไปทางทิศใด

1)

2)

3)

4)

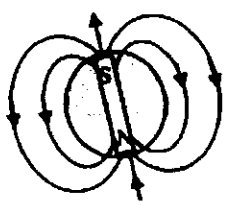
หลักการ/เหตุผล.....

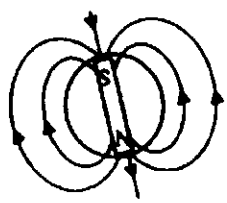
.....

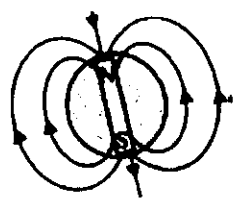
.....

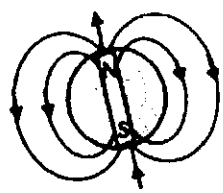
<u>แนวคิดที่ 3. สนามแม่เหล็กโลก</u>

7. สนามแม่เหล็กโลกมีลักษณะตามข้อใด (ข้างบนเป็นขั้วโลกเหนือทางภูมิศาสตร์)

1. 

2. 

3. 

4. 

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

<u>แนวคิดที่ 4. แรงสนามแม่เหล็ก (กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ)</u>

8. อนุภาคโปรตอน อนุภาคอิเล็กตรอน อนุภาคนิวตรอน เมื่อเคลื่อนที่ตั้งฉากในสนามแม่เหล็กข้อใดไม่เกิดการเบน

1. อนุภาคโปรตอน
2. อนุภาคอิเล็กตรอน
3. อนุภาคนิวตรอน
4. อนุภาคโปรตอนและอิเล็กตรอน

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

9. อนุภาคโปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอน อนุภาคในข้อใดเมื่อนำไปวางนิ่งในสนามแม่เหล็กแล้วจะไม่มีแรงจากสนามแม่เหล็กกระทำ

1. นิวตรอน
2. โปรตอนและอิเล็กตรอน
3. โปรตอนและนิวตรอน
4. โปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอน

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

10. อนุภาคอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าไปในทิศขนานกับสนามแม่เหล็กซึ่งมีทิศพุ่งเข้ากระดาษ แนวการเคลื่อนที่ของอนุภาคอิเล็กตรอนจะเป็นอย่างไร

1. วิ่งต่อไปเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงตัว
2. เบนไปทางขวา
3. เบนไปทางซ้าย
4. วิ่งต่อไปเป็นเส้นตรงและถอยหลังกลับในที่สุด

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

11. สมมติสถานการณ์อย่างง่ายให้อิเล็กตรอนตกภายใต้ความโน้มถ่วงของโลก ซึ่งมีสนามแม่เหล็กโลกชี้จาก ทิศใต้ไปทางทิศเหนือ อยากทราบว่าแนวการตกของอิเล็กตรอนจะเบนจากแนวดิ่งไปทิศทางใด

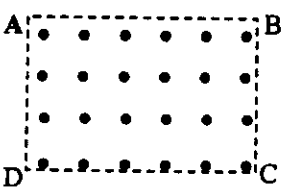
1. ทิศตะวันออก
2. ทิศเหนือ
3. ทิศตะวันตก
4. ทิศใต้

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

12. บริเวณพื้นที่สี่เหลี่ยม ABCD เป็นบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอซึ่งมีทิศพุ่งออกตั้งฉากกับกระดาษดังรูป ข้อใดต่อไปนี้ที่ทำให้อนุภาคโปรตอนเคลื่อนที่เบนเข้าหาด้าน AB ได้



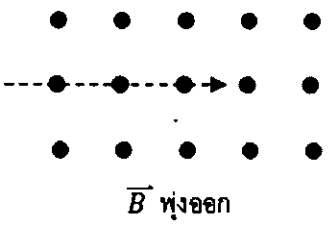
1. ยิงอนุภาคโปรตอนเข้าไปในบริเวณ จากทางด้าน AD ในทิศตั้งฉากกับเส้น AD
2. ยิงอนุภาคโปรตอนเข้าไปในบริเวณ จากทางด้าน BC ในทิศตั้งฉากกับเส้น BC
3. ยิงอนุภาคโปรตอนเข้าไปในบริเวณ จากทางด้าน AD ในทิศตั้งฉากกับเส้น AC
4. ยิงอนุภาคโปรตอนเข้าไปในบริเวณ จากทางด้าน DC ในทิศตั้งฉากกับเส้น DB

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

13. ถ้าลำอนุภาคนิวตรอนไปเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ B ดังรูป แนวการเคลื่อนที่จะเป็นอย่างไร



1. เคลื่อนที่เบนขึ้น
2. เคลื่อนที่เบนลง
3. เคลื่อนที่เบนตามสนามแม่เหล็ก
4. วิ่งต่อไปเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงตัว

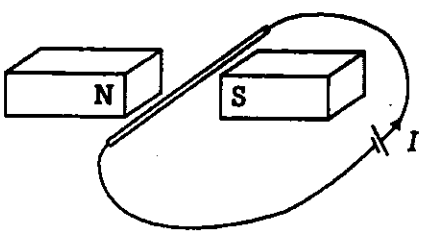
หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

<u>แนวคิดที่ 5. แรงสนามแม่เหล็ก(กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน)</u>

14. วางลวดไว้ในสนามแม่เหล็กดังรูป เมื่อให้กระแสไฟฟ้าเข้าไปในเส้นลวดตัวนำจะเกิดแรงเนื่อง จากสนามแม่เหล็กกระทำต่อลวดนี้ในทิศทางใด



1. ไปทางซ้าย (เข้าหา N)
2. ไปทางขวา (เข้าหา S)
3. ลงข้างล่าง
4. ขึ้นด้านบน

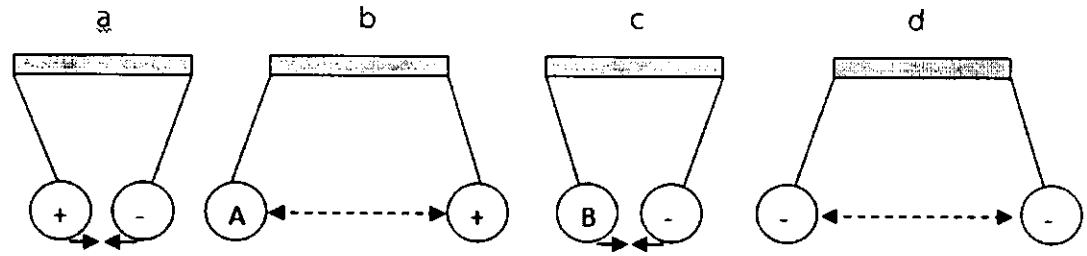
หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

<u>แนวคิดที่ 6. แรงสนามไฟฟ้าและคุณสมบัติสนามไฟฟ้า</u>

15.



จากรูป a, b, c และ d แสดงวัตถุ 2 ก้อนที่มีประจุ แขวนในแนวดิ่งซึ่งอิสระในการเคลื่อนที่ โดยมีการออกแรงดูดและผลักกันดังแสดงในรูป ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. A มีประจุเป็นลบและ B มีประจุเป็นบวก
2. A และ B มีประจุเป็นบวก
3. B มีประจุเป็นลบและ A มีประจุเป็นบวก
4. A และ B มีประจุเป็นลบ

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

16. A , B และ C เป็นแผ่นวัตถุ 3 ชนิด ที่ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าโดยการถู ซึ่งได้ผลดังนี้ A และ B ผลักกัน ส่วน A และ C ดูดกัน ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. A และ C มีประจุบวก แต่ B มีประจุลบ
2. B และ C มีประจุลบ แต่ A มีประจุบวก
3. A และ B มีประจุบวก แต่ C มีประจุลบ
4. A และ C มีประจุลบ แต่ B มีประจุบวก

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

17. อนุภาคโปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอน อนุภาคในข้อใดที่เมื่อนำไปวางในสนามไฟฟ้าแล้วจะมีแรงไฟฟ้ากระทำ

1. นิวตรอน
2. โปรตอนและนิวตรอน
3. โปรตอนและอิเล็กตรอน
4. โปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอน

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

18. ตัวนำ A มีประจุ +2Q และตัวนำ B มีประจุ +Q วางใกล้กันจะเกิดแรงกระทำระหว่าง A และ B อย่างไร

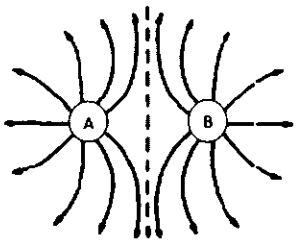
1. A ผลัก B มากกว่า B ผลัก A
2. A ผลัก B น้อยกว่า B ผลัก A
3. A ผลัก B เท่ากับ B ผลัก A
4. A ผลัก B เป็น 2 เท่าของ B ผลัก A

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

19.



จากรูป แสดงเส้นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากวัตถุ A และ B ที่มีประจุไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง

1. วัตถุ A และวัตถุ B มีประจุเป็นบวก
2. วัตถุ A มีประจุเป็นลบ วัตถุ B มีประจุเป็นบวก
3. วัตถุ A และวัตถุ B มีประจุเป็นลบ
4. วัตถุ A มีประจุเป็นบวก วัตถุ B มีประจุเป็นลบ

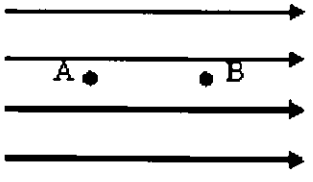
หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

20. จุด A และ B อยู่ภายในสนามไฟฟ้าที่มีทิศตามลูกศรดังรูป ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. วางประจุลบที่ A ประจุลบจะเคลื่อนที่ไปที่ B
2. วางประจุบวกที่ B ประจุบวกจะเคลื่อนที่ไปที่ A
3. สนามไฟฟ้าที่ A สูงกว่าสนามไฟฟ้าที่ B
4. สนามไฟฟ้าที่ A มีค่าเท่ากับสนามไฟฟ้าที่ B

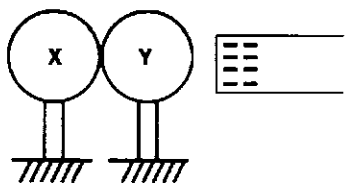


หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

21. จากรูป เมื่อนำวัตถุที่มีประจุลบมาใกล้วัตถุ Y แล้วแยกวัตถุ X และวัตถุ Y ออกจากกัน หลังจากนั้นวัตถุ X และวัตถุ Y จะมีประจุเป็นอย่างไร



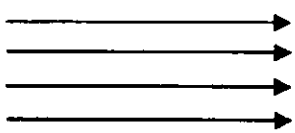
1. วัตถุ Y เป็นบวก วัตถุ X เป็นลบ
2. วัตถุ Y เป็นลบ วัตถุ X เป็นบวก
3. วัตถุY เป็นลบ วัตถุ X เป็นกลาง
4. วัตถุ Y เป็นบวก วัตถุ X เป็นกลาง

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

22. วางอนุภาคอิเล็กตรอนในบริเวณซึ่งมีเฉพาะสนามไฟฟ้าที่มีทิศไปทางขวาดังรูป อนุภาคอิเล็กตรอนจะมีการเคลื่อนที่เป็นไปตามข้อใด



สนามไฟฟ้า

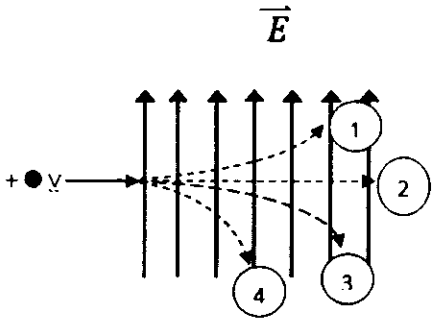
1. เคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง เบนขึ้นข้างบน
2. เคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง เบนลงข้างล่าง
3. เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงขนานกับสนามไฟฟ้า ไปทางขวา
4. เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงขนานกับสนามไฟฟ้า ไปทางซ้าย

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

23. อนุภาคบวกเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v ตั้งฉากกับทิศสนามไฟฟ้าทิศขึ้น ดังรูป แนวทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคจะเป็นไปตามทิศทางของหมายเลขใด



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

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

24. เมื่ออนุภาคแอลฟา เคลื่อนที่ผ่านบริเวณหนึ่งซึ่งมีสนามกรณีใดที่ความเร็วของอนุภาคแอลฟาไม่เปลี่ยนแปลง

1. ขนานกับสนามแม่เหล็ก
2. ขนานกับสนามไฟฟ้า
3. ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก
4. ตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า

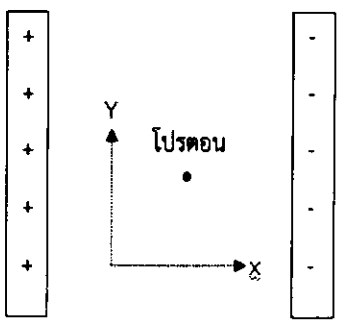
หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

25. จากรูป อนุภาคโปรตอนจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร

1. ในแนว +Y
2. ในแนว -Y
3. ในแนว +X
4. ในแนว -X



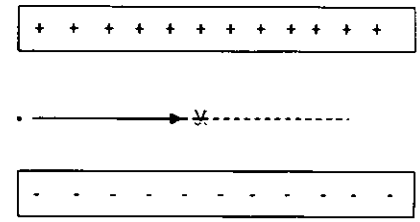
หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

26. ถ้าอนุภาคมีประจุไฟฟ้า +q เคลื่อนที่เข้าไปในสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นคู่ขนานดังรูป ด้วยความเร็ว v ต่อมาอนุภาคนี้เคลื่อนที่ในแผ่นคู่ขนานอย่างไร

1. เป็นเส้นตรงด้วยขนาดความเร็วคงที่ v
2. เป็นเส้นโค้งแบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่
3. เป็นเส้นโค้งแบบโพรเจกไทล์หงายขึ้น
4. เป็นเส้นโค้งแบบโพรเจกไทล์คว่ำลง



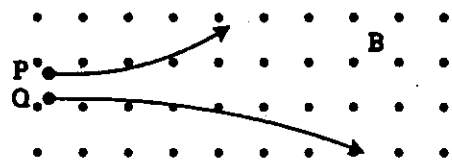
หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

<u>แนวคิดที่ 7. แรงสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก(เชื่อมโยง)</u>

27.ลำอนุภาค P และ Q เมื่อเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ ที่มีทิศพุ่งออกตั้งฉากกับกระดาษมีการเบี่ยงเบนดังรูป ถ้านำอนุภาคทั้งสองไปวางไว้ในบริเวณที่มีสนามฟ้าสม่ำเสมอ แนวการเคลื่อนที่จะเป็นอย่างไร



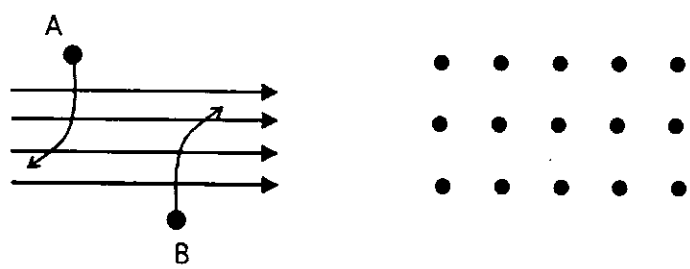
1. เคลื่อนที่ไปทางเดียวกันในทิศทางเดียวกันในทิศทางตามเส้นสนามไฟฟ้า
2. เคลื่อนที่ไปทางเดียวกันในทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า
3. เคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกันโดยอนุภาค P ไปทางเดียวกับสนามไฟฟ้า
4. เคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกันโดยอนุภาค Q ไปทางเดียวกับสนามไฟฟ้า

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

28.



สนามไฟฟ้า

สนามแม่เหล็ก

จากรูปซ้ายมือ A และ B คือเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาค 2 อนุภาค ที่ถูกยิงเข้ามาในสนามไฟฟ้า(ดังรูปซ้ายมือ) ถ้านำอนุภาคทั้งสองไปวางในสนามแม่เหล็ก (ดังรูปขวามือ) จะเกิดอะไรขึ้น

(● แทนสนามแม่เหล็กมีทิศพุ่งออกและตั้งฉากกับกระดาษ)

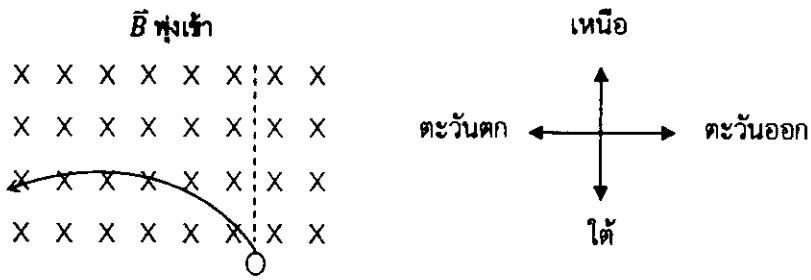
1. ทั้ง A และ B ต่างก็หยุดนิ่งกับที่
2. ทั้ง A และ B ต่างก็เคลื่อนที่ออกจากหน้ากระดาษ
3. A เคลื่อนออกจากหน้ากระดาษ ส่วน B เคลื่อนเข้ากับกระดาษ
4. B เคลื่อนออกจากหน้ากระดาษ ส่วน A เคลื่อนเข้ากับกระดาษ

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

29. ลำโปรตอนเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก ทำให้โปรตอนเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งวงกลมดังรูป ถ้าต้องการบังคับให้โปรตอนเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงตามแนวเส้นประ จะต้องให้ทิศของสนามไฟฟ้าในแนวตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กในทิศทางตามข้อใด



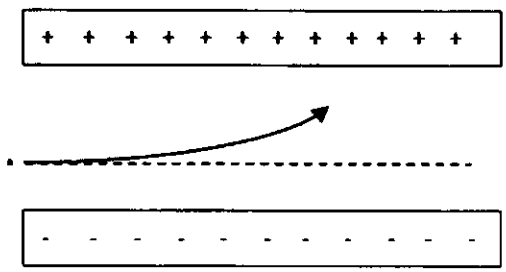
1. จากทิศใต้ไปทิศเหนือ
2. จากทิศเหนือไปทิศใต้
3. จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก
4. จากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก

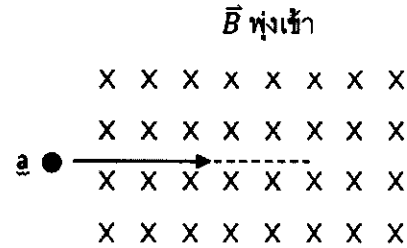
หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

30. เมื่ออนุภาค a เคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ $\vec{E}$ มีแนวการเคลื่อนที่ดังรูป (ซ้ายมือ) ถ้าอนุภาคดังกล่าวเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ $\vec{B}$ ดังรูป(ขวามือ) แนวการเคลื่อนที่จะเป็นอย่างไร





1. เคลื่อนที่เบนขึ้น
2. เคลื่อนที่เบนลง
3. เคลื่อนที่เบนตามสนามแม่เหล็ก
4. เคลื่อนที่เบนสวนทางกับสนามแม่เหล็ก

หลักการ/เหตุผล.....

.....

.....

เฉลย
แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

ตารางที่ ค.1 เฉลยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

ข้อที่	เฉลย	หลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์
1	4	แม่เหล็กขั้วต่างกันจะมีแรงดึงดูดกัน ขั้วเหมือนกันจะมีแรงผลักกัน
2	3	เส้นแรงสนามแม่เหล็กภายนอกจะพุ่งออกจากขั้วเหนือและพุ่งเข้าขั้วใต้
3	4	แท่งแม่เหล็กแท่งหนึ่งหักออกจากกันจะเกิดขั้วแม่เหล็กตรงปลายที่หัก ออกเป็นชนิดตรงข้ามกัน ทำให้แต่ละแท่งเป็นแม่เหล็กแท่งใหม่
4	4	บริเวณตรงกลางระหว่างขั้วแม่เหล็กที่เหมือนกัน จะไม่มีสนามแม่เหล็กผ่าน (หักล้างกันเป็นศูนย์) หรือเรียกว่า จุดสะเทิน
5	4	เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำจะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้น รอบเส้นลวดตัวนำ โดยทิศของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นหาได้จากกฎมือขวา
6	4	เมื่อนำเส้นลวดมาขดเป็นวงเกิดเป็นขดลวดโซลินอยด์แล้วให้กระแสไหลผ่าน สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะมีสภาพเหมือนเป็นแท่งแม่เหล็ก โดยขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะหาได้จากการใช้มือขวา แล้วใช้หลักการ แม่เหล็กขั้วต่างกันจะมีแรงดึงดูดกัน ขั้วเหมือนกันจะมีแรงผลักกัน
7	2	ขั้วโลกใต้มีแม่เหล็กขั้วเหนือและขั้วโลกเหนือมีแม่เหล็กขั้วใต้ ดังนั้น สนามแม่เหล็กโลกจะพุ่งขั้วโลกใต้ไปยังขั้วโลกเหนือ
8	3	อนุภาคที่ไม่มีประจุ (นิวตรอน) จะเคลื่อนที่ในลักษณะใดก็ตามใน สนามแม่เหล็ก จะไม่มีแรงกระทำ
9	4	อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า (โปรตอนและอิเล็กตรอน) วางนิ่งในบริเวณ สนามแม่เหล็กจะไม่มีแรงกระทำ ส่วนอนุภาคที่ไม่มีประจุ (นิวตรอน) จะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ในลักษณะใดก็ตามจะไม่มีแรงกระทำ
10	1	อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กจะถูกแรง ที่เกิดจากสนามแม่เหล็กกระทำให้เกิดการเคลื่อนที่เบนจากแนวเดิม ถ้า เคลื่อนที่ในแนวขนานกับทิศของสนามแม่เหล็กขนาดของแรงกระทำจะเป็น ศูนย์

ตารางที่ ค.1 เฉลยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า (ต่อ)

ข้อที่	เฉลย	หลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์
11	3	อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก จะถูกแรงที่เกิดจากสนามแม่เหล็กกระทำ ให้เกิดการเคลื่อนที่เบนไปจากแนวเดิม (พิจารณาหาทิศทางโดยการใช้กฎมือขวา)
12	2	อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก จะถูกแรงที่เกิดจากสนามแม่เหล็กกระทำ ให้เกิดการเคลื่อนที่เบนไปจากแนวเดิม (พิจารณาหาทิศทางโดยการใช้กฎมือขวา)
13	4	อนุภาคที่ไม่มีประจุ (นิวตรอน) จะเคลื่อนที่ในลักษณะใดก็ตามในสนามแม่เหล็กจะไม่มีแรงกระทำ
14	4	เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำที่วางตัดกับสนามแม่เหล็กจะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่อตัวนำ มีผลทำให้ตัวนำเคลื่อนที่ ทิศทางของแรงแม่เหล็กขึ้นอยู่กับทิศของกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก (พิจารณาโดยการใช้กฎมือขวา)
15	2	แรงระหว่างประจุชนิดเดียวกันจะผลักกันและประจุต่างชนิดกันจะมีแรงดูดกัน
16	3	แรงระหว่างประจุชนิดเดียวกันจะผลักกันและประจุต่างชนิดกันจะมีแรงดูดกัน
17	3	อนุภาคที่มีประจุ (โปรตอนและอิเล็กตรอน) เมื่อเคลื่อนที่เข้าไปหรือวางในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น โดยอนุภาคที่มีประจุลบจะเบนไปทางขั้วบวกและอนุภาคที่มีประจุบวกจะเบนไปทางขั้วลบ ส่วนอนุภาคที่ไม่มีประจุจะไม่มีแรงเนื่องจากสนามไฟฟ้ากระทำ
18	3	แรงระหว่างประจุชนิดเดียวกันจะผลักกัน และมีขนาดเท่ากัน
19	1	ประจุบวกเส้นแรงสนามไฟฟ้าจะพุ่งออก และไม่ตัดกัน
20	4	สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอจะเท่ากันทุกจุด
21	1	แรงระหว่างประจุชนิดเดียวกันจะผลักกันและประจุต่างชนิดกันจะมีแรงดูดกัน ซึ่งจากรูปเป็นการเหนี่ยวประจุไฟฟ้า
22	4	อนุภาคที่มีประจุ (อิเล็กตรอน) เมื่อวางอยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นโดยอนุภาคที่มีประจุลบจะเคลื่อนที่ตรงข้ามกับทิศทางสนามไฟฟ้า (ไปทางขั้วบวก) และอนุภาคที่มีประจุบวกจะเคลื่อนที่ไปตามทิศของสนามไฟฟ้า (ไปทางขั้วลบ)

ตารางที่ ค.1 เฉลยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า (ต่อ)

ข้อที่	เฉลย	หลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์
23	1	อนุภาคที่มีประจุ เมื่อเคลื่อนที่เข้าไปในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นโดยอนุภาคที่มีประจุลบจะเบนไปทางขั้วบวกและอนุภาคที่มีประจุบวกจะเบนไปทางขั้วลบของสนามไฟฟ้า
24	1	อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กจะถูกแรงที่เกิดจากสนามแม่เหล็กกระทำให้เกิดการเคลื่อนที่เบนจากแนวเดิม ถ้าเคลื่อนที่ในแนวขนานกับทิศของสนามแม่เหล็กขนาดของแรงกระทำจะเป็นศูนย์
25	3	อนุภาคที่มีประจุ เมื่อเคลื่อนที่เข้าไปหรือวางในในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นโดยอนุภาคที่มีประจุลบจะเบนไปทางขั้วบวกและอนุภาคที่มีประจุบวกจะเบนไปทางขั้วลบ
26	4	อนุภาคที่มีประจุ เมื่อเคลื่อนที่เข้าไปหรือวางในในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นโดยอนุภาคที่มีประจุลบจะเบนไปทางขั้วบวกและอนุภาคที่มีประจุบวกจะเบนไปทางขั้วลบ
27	4	อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก จะถูกแรงที่เกิดจากสนามแม่เหล็กกระทำ ให้เกิดการเคลื่อนที่เบนไปจากแนวเดิม (ใช้กฎมือขวา แยกประจุบวกและลบ)และอนุภาคที่มีประจุ เมื่อวางอยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นโดยอนุภาคที่มีประจุลบจะเคลื่อนที่ตรงข้ามกับทิศทางสนามไฟฟ้า และอนุภาคที่มีประจุบวกจะเคลื่อนที่ไปตามทิศของสนามไฟฟ้า
28	1	อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กจะถูกแรงแม่เหล็กกระทำให้เกิดการเคลื่อนที่เบนจากแนวเดิม ถ้าเคลื่อนที่ในแนวขนานกับทิศของสนามแม่เหล็กหรือวางนิ่งในสนามแม่เหล็ก ขนาดของแรงกระทำจะเป็นศูนย์
29	4	อนุภาคที่มีประจุ เมื่อเคลื่อนที่เข้าไปหรือวางในในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นโดยอนุภาคที่มีประจุลบจะเบนไปทางขั้วบวกและอนุภาคที่มีประจุบวกจะเบนไปทางขั้วลบ

ตารางที่ ค.1 เฉลยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า (ต่อ)

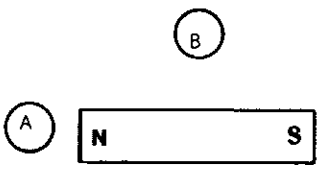
ข้อที่	เฉลย	หลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์
30	2	อนุภาคที่มีประจุ เมื่อเคลื่อนที่เข้าไปในสนามไฟฟ้าจะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นโดยอนุภาคที่มีประจุลบจะเบนไปทางขั้วบวกและอนุภาคที่มีประจุบวกจะเบนไปทางขั้วลบ และอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะถูกแรงกระทำให้เกิดการเคลื่อนที่เบนไปจากแนวเดิม (หาทิศทางโดยการใช้กฎมือขวา)

ภาคผนวก ง
แบบทดสอบสัมภาษณ์วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์
เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

แบบทดสอบสัมภาษณ์วัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

<u>แนวคิดที่ 1. แรงสนามแม่เหล็กและคุณสมบัติสนามแม่เหล็ก</u>

คำถาม : จากรูปข้อใดแสดงทิศของเข็มทิศ A และ B ได้ถูกต้องตามลำดับ (เมื่อ N ⟵ S)



ก. ← ← ค. ← ↗

ข. ← → ง. ↗ ↗

อธิบายหลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

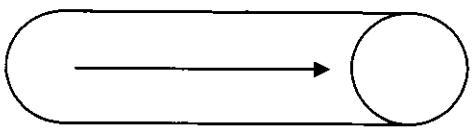
จำนวนที่สัมภาษณ์.....คน

ตอบถูก	
จำนวนที่ตอบถูก	
อธิบายได้สมบูรณ์	
อธิบายได้บางส่วน	
ผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้	
ไม่สามารถอธิบายได้/คำอธิบายเป็นอย่างอื่น	
ตอบผิด	
จำนวนที่ตอบผิด	

<u>เฉลย</u> ข้อ ข หลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ แม่เหล็กขั้วต่างกันจะมีแรงดึงดูดกัน ขั้วเหมือนกันจะมีแรงผลักกัน โดยเข็มทิศหัวลูกศรจะเป็นแม่เหล็กขั้วเหนือและหางลูกศรจะเป็นขั้วใต้ ดังนั้น หัวลูกศรของเข็มทิศจะชี้ไปทางแม่เหล็กขั้วใต้ และหางลูกศรจะชี้ไปทางแม่เหล็กขั้วเหนือ เพราะมีขั้วแม่เหล็กต่างกันจึงมีแรงดึงดูดกัน

<u>แนวคิดที่ 2. สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ</u>

คำถาม : จงวาดทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ ดังรูป



อธิบายหลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์

.....

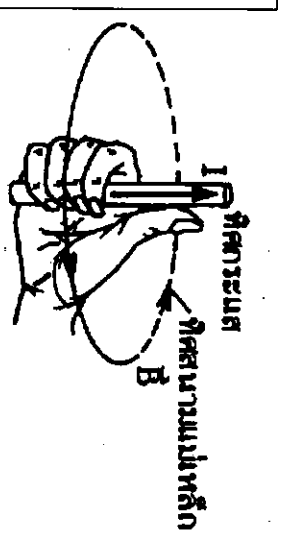
.....

.....

จำนวนที่สัมภาษณ์.....คน

ตอบถูก	
จำนวนที่ตอบถูก	
อธิบายได้สมบูรณ์	
อธิบายได้บางส่วน	
ผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้	
ไม่สามารถอธิบายได้/คำอธิบายเป็นอย่างอื่น	
ตอบผิด	
จำนวนที่ตอบผิด	

<u>เฉลย</u> ใช้กฎมือขวาดังรูป หลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำจะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบเส้นลวดตัวนำ โดยทิศของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลหาได้จากกฎมือขวา โดยกฎมือขวากล่าวว่า "ถ้าใช้มือขวากำรอบลวดตัวนำ หัวแม่มือทาบบนเส้นลวดพุ่งตามทิศกระแสปลายนิ้วทั้งสี่ที่กำรอบเส้นลวด จะแสดงทิศสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น"



<u>แนวคิดที่ 3. สนามแม่เหล็กโลก</u>

คำถาม : ทิศของสนามแม่เหล็กโลกมีลักษณะอย่างไร

ก. พุ่งออกจากขั้วโลกเหนือไปยังขั้วโลกใต้

ข. พุ่งออกจากขั้วโลกใต้ไปยังขั้วโลกเหนือ

<u>จงวาดรูปประกอบ</u>

<u>อธิบายบทบาทสำคัญของสนามแม่เหล็กโลกต่อมวลมนุษย์</u>

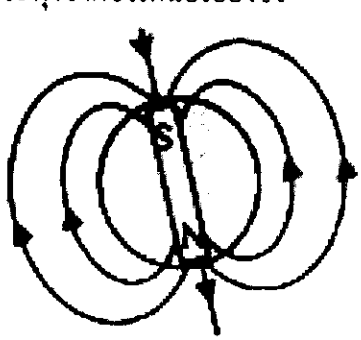
.....

.....

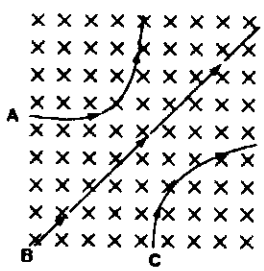
จำนวนที่สัมภาษณ์.....คน

ตอบถูก	
จำนวนที่ตอบถูก	
อธิบายได้สมบูรณ์	
อธิบายได้บางส่วน	
ผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้	
ไม่สามารถอธิบายได้/คำอธิบายเป็นอย่างอื่น	
ตอบผิด	
จำนวนที่ตอบผิด	

<u>เฉลย</u> ข้อ ข หลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ สนามแม่เหล็กภายนอกจะพุ่งจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ ซึ่งขั้วโลกใต้มีแม่เหล็กขั้วเหนือและขั้วโลกเหนือมีแม่เหล็กขั้วใต้ ดังนั้น สนามแม่เหล็กโลกจะพุ่งขั้วโลกใต้ไปยังขั้วโลกเหนือ ดังรูป มีความสำคัญ คือ คอยเบี่ยงเบนอนุภาคพลังงานสูงที่มาจากนอกโลก (ลมสุริยะ)ไม่ให้เข้าใกล้ผิวโลก ใช้ในการหาทิศทางโดยเข็มทิศ เป็นต้น



แนวคิดที่ 4. แรงสนามแม่เหล็ก (กระทำต่อนุภาคที่มีประจุ)



คำถาม : จากรูปแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาค A, B และ C ในบริเวณสนามแม่เหล็ก อนุภาคทั้งสามจะมีประจุตามลำดับ ตรงกับข้อใด

ก. บวก เป็นกลาง ลบ ข. บวก ลบ เป็นกลาง

ค. เป็นกลาง บวก ลบ ง. ลบ บวก เป็นกลาง

อธิบายหลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

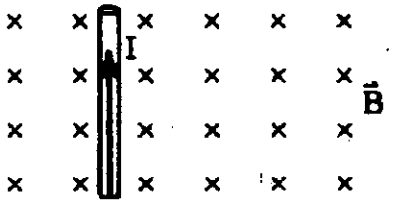
จำนวนที่สัมภาษณ์.....คน

ตอบถูก	
จำนวนที่ตอบถูก	
อธิบายได้สมบูรณ์	
อธิบายได้บางส่วน	
ผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้	
ไม่สามารถอธิบายได้/คำอธิบายเป็นอย่างอื่น	
ตอบผิด	
จำนวนที่ตอบผิด	

เฉลย ข้อ ก หลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก จะถูกแรงที่เกิดจากสนามแม่เหล็กกระทำ ให้เกิดการเคลื่อนที่เบนไปจากแนวเดิม (การหาทิศทางใช้กฎมือขวาให้นักเรียนแสดงให้ดู) ถ้าเคลื่อนที่ในแนวขนานกับทิศของสนามแม่เหล็ก ขนาดของแรงกระทำจะเป็นศูนย์ แต่ถ้าอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าหยุดนิ่งในบริเวณดังกล่าว ก็จะไม่มีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น ส่วนอนุภาคที่ไม่มีประจุจะเคลื่อนที่ในลักษณะใดก็ตามจะไม่มีแรงกระทำ

<u>แนวคิดที่ 5. แรงสนามแม่เหล็ก (กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน)</u>

คำถาม : เมื่อกระแสไฟฟ้า I แอมแปร์ เข้าไปในลวดยาว L เมตร ซึ่งวางในสนามแม่เหล็กพุ่งเข้าในกระดาษ ความเข้ม B เทสลา ดังรูป ผลที่เกิดขึ้นคือข้อใด



ก. เส้นลวดเคลื่อนที่ในทิศเดียวกับสนามแม่เหล็ก

ข. เส้นลวดเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามแม่เหล็ก

ค. เส้นลวดเคลื่อนที่ไปทางขวา

ง. เส้นลวดเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

อธิบายหลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

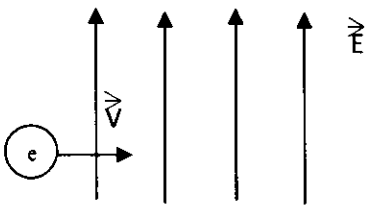
จำนวนที่สัมภาษณ์.....คน

ตอบถูก	
จำนวนที่ตอบถูก	
อธิบายได้สมบูรณ์	
อธิบายได้บางส่วน	
ผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้	
ไม่สามารถอธิบายได้/คำอธิบายเป็นอย่างอื่น	
ตอบผิด	
จำนวนที่ตอบผิด	

<u>เฉลย</u> ข้อ ง หลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำที่วางตัดกับสนามแม่เหล็กจะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่อตัวนำ มีผลทำให้ตัวนำเคลื่อนที่ ทิศทางของแรงแม่เหล็กขึ้นอยู่กับทิศของกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก (การหาทิศทางใช้กฎมือขวาให้นักเรียนแสดงให้ดู)

<u>แนวคิดที่ 6. แรงสนามไฟฟ้าและคุณสมบัติสนามไฟฟ้า</u>

คำถาม : กำหนดให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าไปในสนามไฟฟ้าในแนวตั้งฉาก ดังรูป ทางเดินของอิเล็กตรอนในสนามไฟฟ้าจะเป็นรูปแบบใด



ก. เส้นตรงเร็วขึ้น
ข. เส้นตรงช้าลง
ค. โค้งขึ้น
ง. โค้งลง

อธิบายหลักการ/เหตุผล

.....

.....

.....

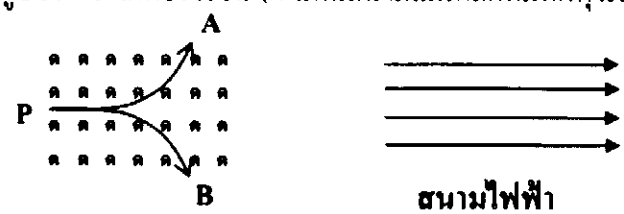
จำนวนที่สัมภาษณ์.....คน

ตอบถูก	
จำนวนที่ตอบถูก	
อธิบายได้สมบูรณ์	
อธิบายได้บางส่วน	
ผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้	
ไม่สามารถอธิบายได้/คำอธิบายเป็นอย่างอื่น	
ตอบผิด	
จำนวนที่ตอบผิด	

<u>เฉลย</u> ข้อ ง หลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ อนุภาคที่มีประจุ เมื่อเคลื่อนที่เข้าไปในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นโดยอนุภาคที่มีประจุลบจะเบนไปทางขั้วบวกและอนุภาคที่มีประจุบวกจะเบนไปทางขั้วลบของสนามไฟฟ้า ส่วนอนุภาคที่ไม่มีประจุจะไม่มีแรงเนื่องจากสนามไฟฟ้ากระทำ

<u>แนวคิดที่ 7. แรงสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก(เชื่อมโยง)</u>

คำถาม : จากรูปซ้าย A และ B คือเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาค 2 อนุภาค ที่ถูกยิงมาจากจุด P ไปทางขวาเข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก(ดูรูปซ้าย) ถ้านำอนุภาคทั้งสองไปวางในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าดังรูปขวา จะเกิดอะไรขึ้น (ด แทนสนามแม่เหล็กที่มีทิศพุ่งเข้าและตั้งฉากกับกระดาษ)



ก. A เคลื่อนที่ไปทางขวา ส่วน B เคลื่อนที่ไปทางซ้าย

ข. A เคลื่อนที่ไปทางซ้าย ส่วน B เคลื่อนที่ไปทางขวา

ค. ทั้ง A และ B ต่างก็เคลื่อนที่ไปทางขวา

ง. ทั้ง A และ B ต่างก็อยู่นิ่งกับที่

อธิบายหลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์

.....

.....

จำนวนที่สัมภาษณ์.....คน

ตอบถูก	
จำนวนที่ตอบถูก	
อธิบายได้สมบูรณ์	
อธิบายได้บางส่วน	
ผู้สัมภาษณ์แนะนำก่อนถึงอธิบายได้	
ไม่สามารถอธิบายได้/คำอธิบายเป็นอย่างอื่น	
ตอบผิด	
จำนวนที่ตอบผิด	

<u>เฉลย</u> ข้อ ก หลักการ/แนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก จะถูกแรงที่เกิดจากสนามแม่เหล็กกระทำ ให้เกิดการเคลื่อนที่เบนไปจากแนวเดิม (การหาทิศทางใช้กฎมือขวาให้นักเรียนแสดงให้ดู แยกประจุ บวกและลบ) และอนุภาคที่มีประจุ เมื่อวางอยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นโดยอนุภาคที่มีประจุลบจะเคลื่อนที่ตรงข้ามกับทิศทางสนามไฟฟ้า(ไปทางขั้วบวก)และอนุภาคที่มีประจุบวกจะเคลื่อนที่ไปตามทิศของสนามไฟฟ้า(ไปทางขั้วลบ) ส่วนอนุภาคที่ไม่มีประจุจะไม่มีแรงเนื่องจากสนามไฟฟ้ากระทำ

ภาคผนวก จ
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ จ.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	0	1	1	0.67
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	0	1	1	0.67
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	0	1	0.67
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1

ตารางที่ จ.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์ (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1
28	1	1	0	0.67
29	1	1	0	0.67
30	1	1	1	1

หมายเหตุ

ค่า IOC ระหว่าง 0.67 - 1.00

ตารางที่ จ.2 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	สรุปผล
1	.31	.39	สอดคล้อง
2	.75	.26	สอดคล้อง
3	.61	.26	สอดคล้อง
4	.67	.22	สอดคล้อง
5	.61	.26	สอดคล้อง
6	.39	.26	สอดคล้อง
7	.31	.26	สอดคล้อง
8	.39	.27	สอดคล้อง
9	.75	.28	สอดคล้อง
10	.61	.26	สอดคล้อง
11	.28	.22	สอดคล้อง
12	.39	.27	สอดคล้อง
13	.31	.33	สอดคล้อง
14	.39	.27	สอดคล้อง
15	.33	.33	สอดคล้อง
16	.33	.26	สอดคล้อง
17	.28	.26	สอดคล้อง
18	.31	.27	สอดคล้อง
19	.31	.27	สอดคล้อง
20	.67	.27	สอดคล้อง
21	.42	.27	สอดคล้อง
22	.56	.27	สอดคล้อง
23	.50	.26	สอดคล้อง
24	.36	.28	สอดคล้อง
25	.33	.22	สอดคล้อง

ตารางที่ จ.2 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	สรุปผล
26	.42	.50	สอดคล้อง
27	.50	.50	สอดคล้อง
28	.33	.33	สอดคล้อง
29	.28	.27	สอดคล้อง
30	.44	.26	สอดคล้อง

หมายเหตุ

คัดเลือกค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป (คัดเลือกไว้ 30 ข้อ) โดยค่า r ระหว่าง 0.22 – 0.50

คัดเลือกค่าความยาก (p) 0.20-0.80 โดยค่า p ระหว่าง 0.28 - 0.75

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.879

ภาคผนวก ฉ
ตารางคะแนนดิบนักเรียน

ตารางที่ ฉ.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนดิบของนักเรียนรายบุคคล โดยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

คนที่	Pre-test	Post-test	Post-pre	% pre-test	% Post-test	% Actual gain	<g>
1	7	15	8	12	25	13	0.15
2	6	14	8	10	23	13	0.15
3	5	12	7	8	20	12	0.13
4	6	14	8	10	23	13	0.15
5	10	26	16	17	43	27	0.32
6	7	8	1	12	13	2	0.02
7	10	18	8	17	30	13	0.16
8	8	28	20	13	47	33	0.38
9	11	50	39	18	83	65	0.80
10	7	43	36	12	72	60	0.68
11	10	16	6	17	27	10	0.12
12	4	18	14	7	30	23	0.25
13	9	27	18	15	45	30	0.35
14	6	14	8	10	23	13	0.15
15	7	12	5	12	20	8	0.09
16	2	31	29	3	52	48	0.50
17	10	41	31	17	68	52	0.62
18	7	29	22	12	48	37	0.42
19	10	26	16	17	43	27	0.32
20	8	16	8	13	27	13	0.15
21	5	30	25	8	50	42	0.45
22	1	19	18	2	32	30	0.31
23	7	15	8	12	25	13	0.15
24	8	24	16	13	40	27	0.31
25	11	37	26	18	62	43	0.53
26	7	22	15	12	37	25	0.28

ตารางที่ ฉ.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนดิบของนักเรียนรายบุคคล โดยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า (ต่อ)

คนที่	Pre-test	Post-test	Post-pre	% pre-test	% Post-test	% Actual gain	<g>
27	6	30	24	10	50	40	0.44
28	13	44	31	22	73	52	0.66
29	6	26	20	10	43	33	0.37
30	13	29	16	22	48	27	0.34
31	8	26	18	13	43	30	0.35
32	0	18	18	0	30	30	0.30
33	10	33	23	17	55	38	0.46
34	6	29	23	10	48	38	0.43
SUM	251	840	589	418	1400	982	11
Mean	7.38	24.71	17.32	12.30	41.18	28.87	0.33
SD	2.98	10.25	9.37				
t-test	10.78						

ตารางที่ ฉ.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนดิบของนักเรียนตามแนวคิด โดยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สนามของแรงแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

Concept	Mean Pre-test	Mean Post-test	Mean Post-Pre	Mean %pre-test	Mean %post-test	Mean %Actual gain	Maximum possible gain	<g>
แนวคิดที่ 1	1.21	5.47	4.26	15.07	68.38	53.31	84.93	0.63
แนวคิดที่ 2	0.56	1.71	1.15	13.97	42.65	28.68	86.03	0.33
แนวคิดที่ 3	0.18	0.94	0.76	8.82	47.06	38.24	91.18	0.42
แนวคิดที่ 4	1.76	5.00	3.24	14.71	41.67	26.96	85.29	0.32
แนวคิดที่ 5	0.09	0.50	0.41	4.41	25.00	20.59	95.59	0.22
แนวคิดที่ 6	3.00	9.06	6.06	12.50	37.75	25.25	87.50	0.29
แนวคิดที่ 7	0.59	2.03	1.44	7.35	25.37	18.01	92.65	0.19
รวมแนวคิด	**7.38**	**24.71**	**17.32**	**12.30**	**41.18**	**28.87**	**87.70**	**0.33**

ตารางที่ ฉ.3 Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pre	1.2059	34	1.06684	.18296
	post	5.4706	34	1.97308	.33838
Pair 2	pre2	.5588	34	.70458	.12083
	post2	1.7059	34	1.21927	.20910
Pair 3	pre3	.1765	34	.38695	.06636
	post3	.9412	34	.81431	.13965
Pair 4	pre4	1.7647	34	1.01679	.17438
	post4	5.0000	34	2.16025	.37048
Pair 5	pre5	.0882	34	.28790	.04937
	post5	.5000	34	.78817	.13517
Pair 6	pre6	3.0000	34	1.63299	.28006
	post6	9.0588	34	4.94173	.84750
Pair 7	pre7	.5882	34	.78306	.13429
	post7	2.0294	34	1.83378	.31449
Pair 8	pre8	7.3824	34	2.98496	.51192
	post8	24.7059	34	10.24999	1.75786

ตารางที่ ฉ.4 Paired Samples Correlations

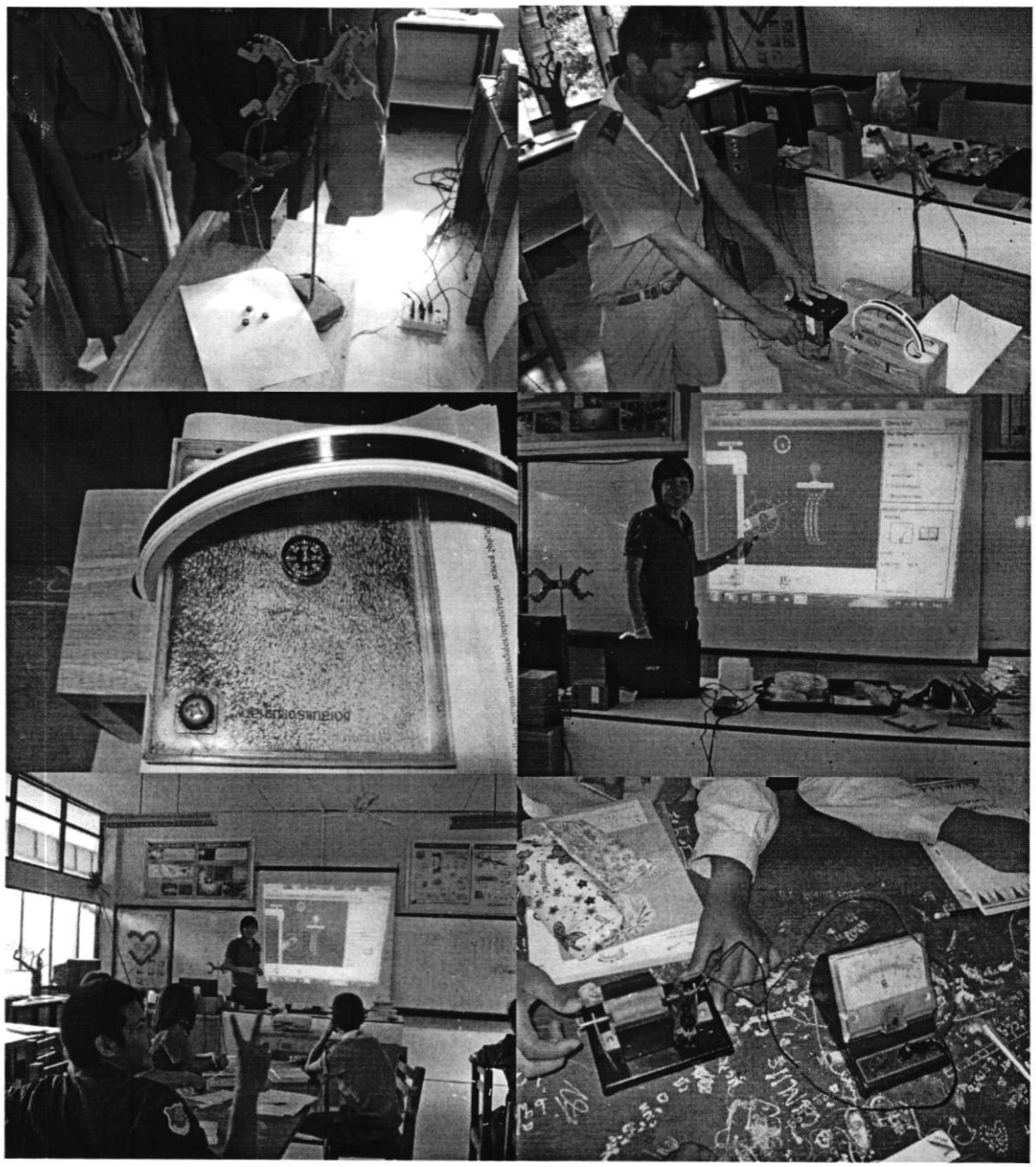
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pre & post	34	.442	.009
Pair 2	pre2 & post2	34	.268	.126
Pair 3	pre3 & post3	34	-.158	.371
Pair 4	pre4 & post4	34	.248	.157
Pair 5	pre5 & post5	34	-.067	.708
Pair 6	pre6 & post6	34	.176	.318
Pair 7	pre7 & post7	34	.178	.315
Pair 8	pre8 & post8	34	.429	.011

ตารางที่ ฉ.5 Paired Samples Test

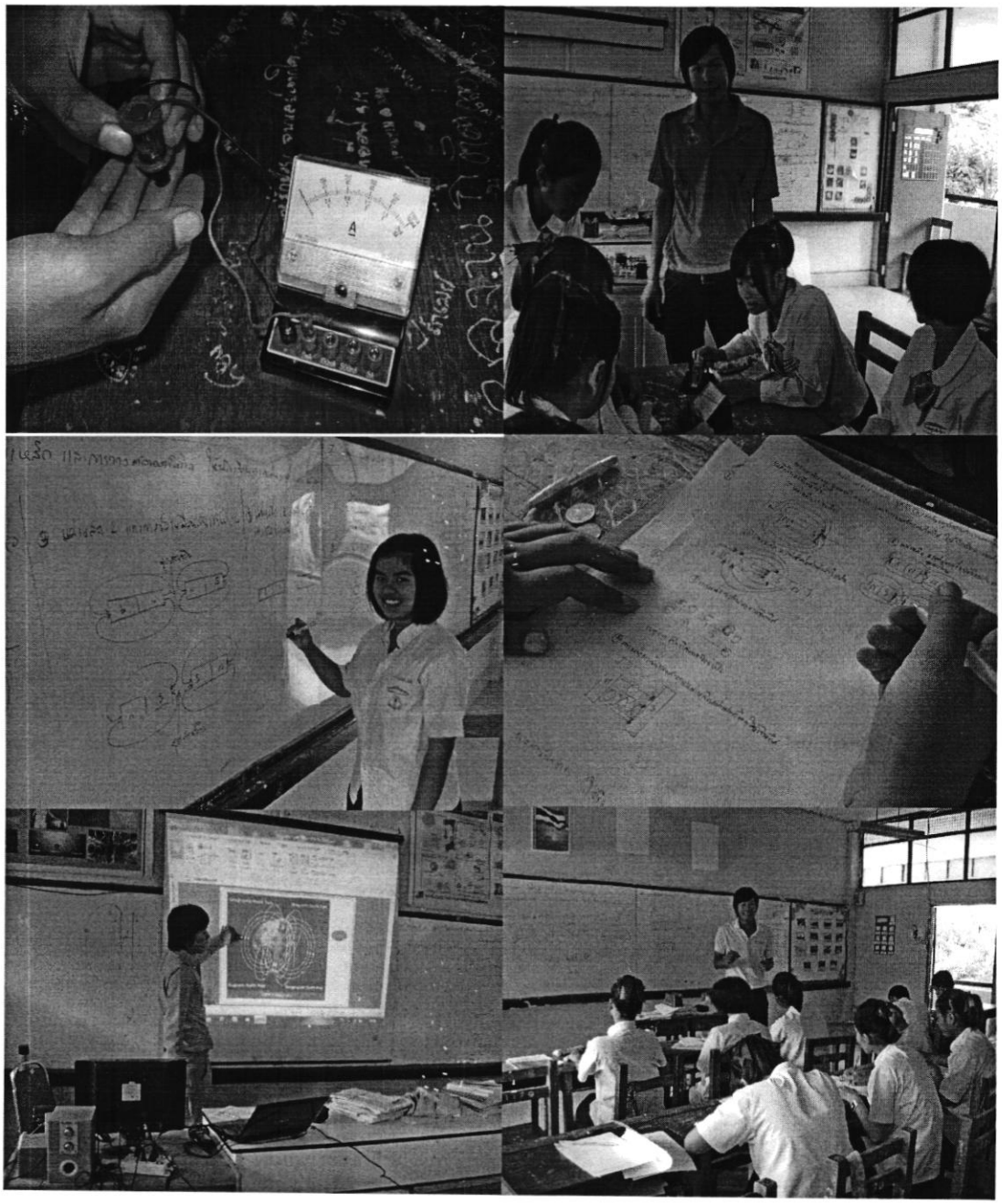
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 pre - post	-4.26471	1.78051	.30536	-4.88596	-3.64346	-13.966	33	.000
Pair 2 pre2 - post2	-1.14706	1.23417	.21166	-1.57768	-.71644	-5.419	33	.000
Pair 3 pre3 - post3	-.76471	.95533	.16384	-1.09804	-.43138	-4.667	33	.000
Pair 4 pre4 - post4	-3.23529	2.14700	.36821	-3.98442	-2.48617	-8.787	33	.000
Pair 5 pre5 - post5	-.41176	.85697	.14697	-.71078	-.11275	-2.802	33	.008
Pair 6 pre6 - post6	-6.05882	4.92330	.84434	-7.77664	-4.34100	-7.176	33	.000
Pair 7 pre7 - post7	-1.44118	1.86176	.31929	-2.09077	-.79158	-4.514	33	.000
Pair 8 pre8 - post8	-17.32353	9.36700	1.60643	-20.59183	-14.05523	-10.784	33	.000

ภาคผนวก ช
ตัวอย่างภาพประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

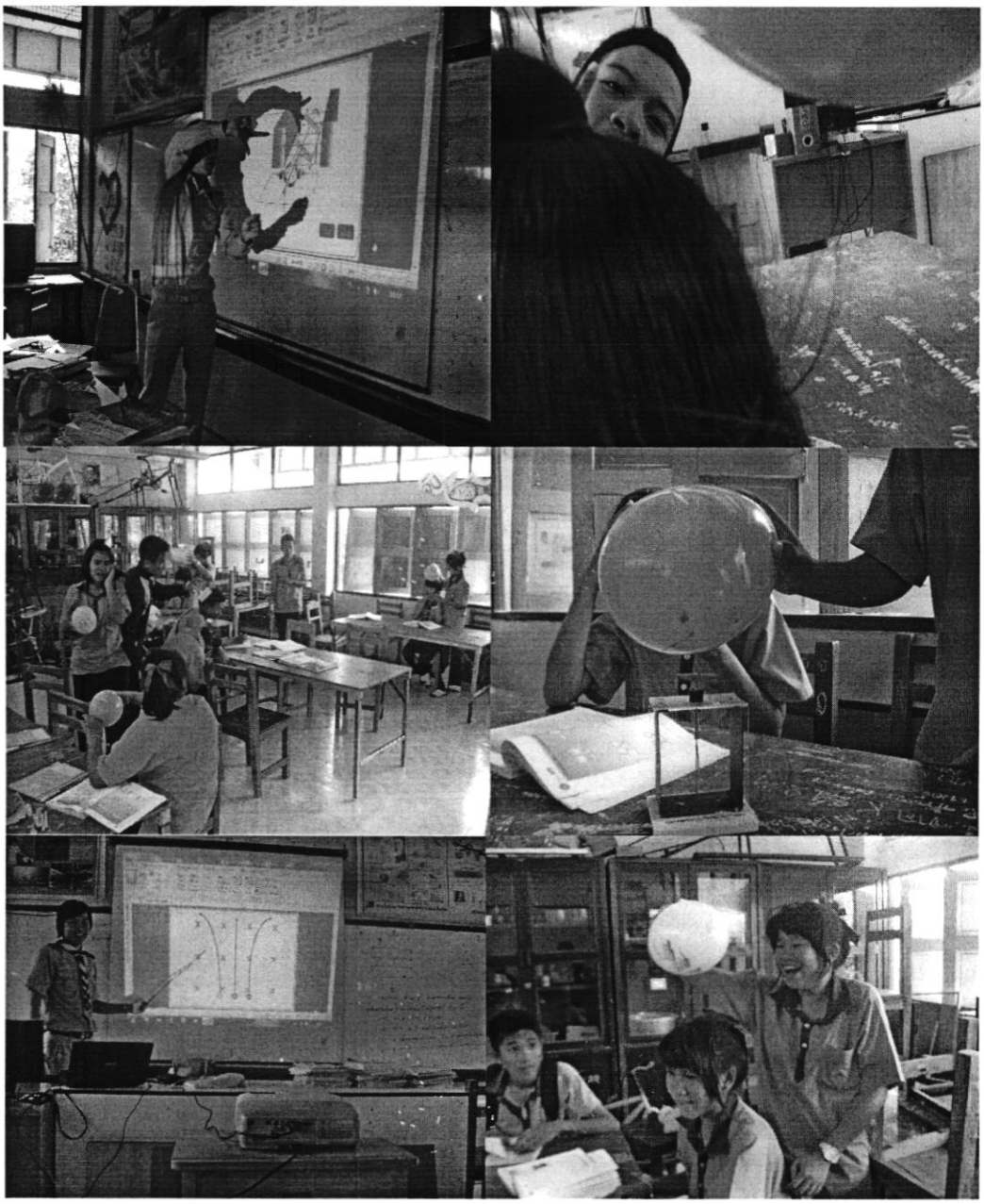
ภาพที่ ช.1 รวมภาพกิจกรรม ชุดที่ 1



ภาพที่ ช.2 รวมภาพกิจกรรม ชุดที่ 2



ภาพที่ ช.3 รวมภาพกิจกรรม ชุดที่ 3



ภาพที่ ช.4 รวมภาพกิจกรรม ชุดที่ 4

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายเกรียงไกร ทานะเวช
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2546 – 2549
	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2550
	ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน
	ครูโรงเรียนโพนสูงประชาสรรค์
	ตำบลโพนสูง อำเภอปทุมรัตต์ จังหวัดร้อยเอ็ด
ตำแหน่ง	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนโพนสูงประชาสรรค์
	ตำบลโพนสูง อำเภอปทุมรัตต์ จังหวัดร้อยเอ็ด
	อีเมล์ kreangkrai_ta@hotmail.com