

การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู

ปริญญานิพนธ์

ของ

วิษชุดา งามอักษร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- 30619

501-56

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนศิริ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนศิริ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์สมจิต สมัตถพันธุ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๑

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนสนับสนุน

ของ

ศาสตราจารย์ ดร.สาโรช บัวศรี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ประกาศขอบคุณการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก รศ.ดร.ชุติมา วัฒนศิริ, อ.ระวีวรรณ พันธุ์พานิช, ผศ.สมจิต สวธนไพบุลย์, รศ.สมจิต สมัตถพันธ์, ผศ.ดร.บังอร พานทอง, และผศ.ดร.ดิลก ดิลกานนท์ ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจ ตลอดจนได้กรุณาแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้ช่วยเหลือแนะนำในการสร้าง ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู - อาจารย์ และขอบคุณนักเรียน โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 1 ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการทดลองและเก็บรวบรวม ข้อมูล เพื่องานวิจัยฉบับนี้ รวมทั้งเพื่อนิสิตปริญญาโท วิชาเอกการมัธยมศึกษาทุกท่าน ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ แนะนำและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ - คุณแม่ ที่ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจอย่างยิ่ง ในการเรียนจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบนุชาพระคุณบิดา มารดา ครู - อาจารย์ และผู้ที่มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ต่อผู้วิจัยดังกล่าวข้างต้น ให้คุณความดี สมองต่อบุคคลเหล่านี้ ให้ประสบความสำเร็จและความสุขตลอดไป

วิชชุดา งามอักษร

สารบัญ

บทที่	หน้า
✓ 1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
✓ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
✓ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
✓ นิยามศัพท์เฉพาะ	6
✓ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	12
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส	12
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	21
เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	30
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	36
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	38
เอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์	47
เอกสารเกี่ยวกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล	50
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	62
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส	62
งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	63
งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	64
งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	66
งานวิจัยเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์	69
งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล	71

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	73
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	74
ประชากร	74
กลุ่มตัวอย่าง	74
เนื้อหา	74
ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า	74
แบบแผนการทดลอง	75
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	79
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	79
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	86
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	88
สถิติพื้นฐาน	88
สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	89
สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน	91
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	93
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	95
5 สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	101
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	101
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	101
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	102
การวิเคราะห์ข้อมูล	104

บทที่	หน้า
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	104
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า.....	104
ข้อเสนอแนะ	108
บรรณานุกรม	110
ภาคผนวก	121
ประวัติย่อผู้วิจัย	252

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบลักษณะการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู . . .	10
2 กระบวนการเรียนการสอนของการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส	16
3 พฤติกรรมของครูในการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส	19
4 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและ ชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม	56
5 แบบแผนการทดลอง	75
6 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 และ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นตัวแปรร่วม ของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	77
7 คะแนนจากการสอบหลังการทดลอง ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความ สามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	78
8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ที่มีตัวแปรร่วม 2 ตัว	91
9 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ และคะแนนจากการสอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	96
10 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการสอบหลังการทดลอง ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล	97
11 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม	98
12 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม	99

13	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม	100
14	ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร	122
15	ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	123
16	ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐาน	124
17	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นตัวแปรร่วม ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	131
18	คะแนนจากการสอบหลังการทดลอง ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผล ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	133

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ความสัมพันธ์ของ SSCS กับ IDEAL และ CPS	14
2 วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	22
3 แผนภูมิแสดงกิจกรรมขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	25
4 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	37

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาประเทศ ทำให้แต่ละประเทศพยายามที่จะให้พลเมืองในประเทศของตนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในทศวรรษที่ผ่านมาประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว จากสังคมเกษตรกรรมเป็นสังคมอุตสาหกรรม และกำลังเข้าสู่ยุคเทคโนโลยีสารสนเทศหรือยุคโลกาภิวัตน์ ทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตของคนในสังคมมากขึ้น โดยได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิต แต่ก็ประสบปัญหาความล่าช้าอันเนื่องมาจากการขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ จึงมีความจำเป็นจะต้องวางแผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในด้านนี้ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างสรรคสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นใช้เองสำหรับทดแทนการนำเข้าทั้งนี้เพื่อการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2535 : 4)

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองให้เป็นบุคคลที่คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น จึงได้ปรับปรุงโครงสร้างของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม โดยกระบวนการเรียนการสอนยังคงเน้นแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อมุ่งให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะนำไปสู่การเป็นคนมีใจใฝ่รู้อยู่เสมอ มีใจรักและสนใจในวิทยาศาสตร์สามารถแสวงหาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตได้ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบ หรือแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่มีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกิจกรรมการอภิปราย เป็นกิจกรรมที่ฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผลซึ่งลักษณะการจัดกิจกรรมดังกล่าวเหมาะสมกับลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพราะธรรมชาติของ

นักเรียนในวัยนี้เป็นวัยที่มีความอยากรู้อยากเห็น อยากคิดค้นสิ่งต่าง ๆ การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้อภิปราย ทดลอง ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน แต่ก็ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากทั้งคู่มือครูและแบบเรียนได้กำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ไว้แล้ว โดยผู้เรียนเพียงแค่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่แนะนำไว้เท่านั้น ทำให้ผู้เรียนไม่ได้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากนัก

ส่วนในด้านความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น จากทฤษฎีพัฒนาการทางด้านความคิดของเพียเจท์ (ดวงเดือน ศาสตร์ภัทร์. 2520 : 70-71 ; อ้างอิงมาจาก Barry Wadsworth. n.d.) ในขั้นของการคิดด้านนามธรรม เด็กในวัย 11 - 15 ปี เป็นช่วงที่โครงสร้างทางการคิดของเด็กพัฒนาเจริญเต็มที่ สามารถใช้เหตุผลแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ในขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรม (Formal Operation) นี้ เพียเจท์กล่าวว่าเด็กสามารถใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสร้างสมมติฐานในการแก้ปัญหา โครงสร้างทางสมอง (Schema) เป็นโครงสร้างใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นได้แก่โครงสร้างที่เกี่ยวกับสัดส่วนและการสมมูลย์ของของเหลว การเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของวัตถุ และความน่าจะเป็น (Piaget and Inhelder. 1969 : 140-144)

แต่ในการสอนวิทยาศาสตร์ สิ่งแรกที่ครูมักตระหนักถึงคือการทำให้นักเรียนได้รับความรู้ให้มากที่สุดเท่าที่หลักสูตรกำหนดให้ จึงพยายามสอนตามแนวการสอนที่มีอยู่ในคู่มือครู เพื่อให้ นักเรียนได้รับข้อสรุปที่ถูกต้อง การสอนของครูมักเป็นการพูดของครูฝ่ายเดียวมากกว่าให้เด็กได้มีโอกาสแสดงออกอย่างอิสระ ในการคิดอย่างมีเหตุผลและค้นคว้าด้วยตนเอง การที่ครูเน้นเรื่องปริมาณความรู้ ทำให้ละเลยถึงความสนใจของนักเรียนซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ และสามารถทำให้นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น หรือมากกว่าที่ครูหรือหลักสูตรคาดหวังไว้ จึงทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดกรมสามัญศึกษา 12 เขตการศึกษา ของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา พบว่า โดยส่วนรวมอยู่ในระดับต่ำทุกเขตการศึกษา คือได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 50 % ของคะแนนเต็ม (กรมสามัญศึกษา. 2531 : 33) และจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2536 ยังพบว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่า 50 % ของคะแนนเต็ม (สำนักทดสอบทางวิชาการ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. เล่ม 2 ปี 2536 ใบแทรก) นอกจากนี้ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กรมวิชาการ (2536 : ภาคผนวก) ได้ประเมินคุณภาพการ

ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศ พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ช่วงคะแนนอยู่ระดับพอใช้ (35 % - 62.50 %) ซึ่งเป็นระดับปานกลาง ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ให้มากขึ้น

จากสภาพปัญหาดังกล่าวมาแล้ว นอกจากจะมีสาเหตุมาจากสภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งสอนเน้นเนื้อหาโดยวิธีสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง ใช้การบรรยายเป็นส่วนใหญ่ มุ่งสอนในเรื่องการแก้ปัญหาโดยวิธีต่าง ๆ มากกว่าสอนให้นักเรียนเข้าใจพื้นฐานของวิชาเสียก่อน ก็ยังมีปัญหาจากการทำการทดลอง ที่ให้นักเรียนทำการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน รวมทั้งการกำหนดรูปแบบการบันทึกผลการทดลองให้ ทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้พัฒนาความคิด ส่วนในการทดลอง นักเรียนยังขาดการฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ผลที่ตามมาก็คือนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ ขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งในการที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวให้ได้นั้น ยังไม่มีผลการวิจัยใด ที่พิสูจน์ว่าวิธีสอนใดเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ต้องอาศัยการจัดการเรียนการสอนที่ดีและเหมาะสมกับเนื้อหาและลักษณะวิชา ซึ่งได้มีผู้พัฒนารูปแบบการสอนไว้หลายรูปแบบ จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในรูปแบบการสอนต่าง ๆ ที่มีผู้พัฒนารูปแบบไว้นั้น ในแต่ละเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์รูปแบบการสอนใด ที่มุ่งให้นักเรียนหัดคิดอย่างมีเหตุผล โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการเพิ่มความสามารถและคุณภาพของนักเรียน

ผู้วิจัยมีความเห็นว่า การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส (SSCS MODEL) ซึ่งพิชิตินี, เชปพาร์ดสัน และอาเบล ได้เสนอรูปแบบไว้โดยพัฒนาขึ้นมาจากพื้นฐานของเหตุผลและความจริง ซึ่งได้กล่าวว่าเป็นวิธีหรือรูปแบบการสอนที่เหมาะสมสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส มีด้วยกัน 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นค้นปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนสามารถค้นพบปัญหาด้วยตนเองและพยายามหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่พบนั้นต่อไป 2) ขั้นแก้ปัญหาในขั้นนี้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด เพื่อแก้ปัญหาที่ได้พบแล้วตั้งสมมติฐาน พร้อมทั้งออกแบบการทดลองและทดลองตามที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ นักเรียนสามารถคิดวิธีการได้อย่างอิสระด้วยตัวเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น

นุรณาการ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะนำไปสู่การคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น 3) ขั้นสร้างคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนสามารถออกแบบการบันทึกข้อมูลที่นักเรียนได้ทำการทดลอง ซึ่งเป็นรูปแบบที่นักเรียนได้คิดขึ้นมาเองเพื่อเสนอให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ตรงกัน 4) ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด ในขั้นนี้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้รับการทดลองและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่ ทำให้นักเรียนรู้หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวของนักเรียนเองได้เป็นอย่างดี

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการวิจัย เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นนุรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นนุรณาการ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความสำคัญดังต่อไปนี้

1. ทำให้ทราบผลของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นนุรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
2. ได้แนวทางให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ใช้การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นนุรณาการ ให้มีประสิทธิภาพขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนบริหาร-
แจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 จำนวน
8 ห้องเรียน รวม 378 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียน
บริหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306
จำนวน 60 คน ซึ่งได้จากการจับสลากจำนวน 2 ห้องเรียน จาก 8 ห้องเรียน แล้วจับสลาก
แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน

3. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 ชั้นมัธ-
ยศึกษาปีที่ 3 บทที่ 17 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น
พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี (สสวท.)

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540
โดยใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่การสอน แบ่งเป็น 2 แบบคือ

5.1.1 การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส

5.1.2 การสอนตามคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้านคือ

5.2.1.1 ด้านความรู้ความจำ

5.2.1.2 ด้านความเข้าใจ

5.2.1.3 ด้านการนำไปใช้

5.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งมี 5 ทักษะคือ

5.2.2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

5.2.2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

5.2.2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

5.2.2.4 ทักษะการทดลอง

5.2.2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5.2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

< นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส (SSCS Model) เป็นรูปแบบการสอนที่ใช้พัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งเป็นทักษะที่ฝึกให้นักเรียนได้รู้จักใช้กระบวนการคิด หาเหตุผล ในการแสวงหาคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้น ประกอบด้วยกิจกรรม 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นค้นหาปัญหา (Search) หมายถึงการค้นหาปัญหา แยกแยะสาเหตุของปัญหา เพื่อที่จะได้เข้าใจลักษณะของปัญหาอย่างชัดเจน

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหา จากสถานการณ์การสาธิตหรือวี ดี ทศน์ เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงขอบเขตของปัญหา

1.2 ขั้นแก้ปัญหา (Solve) หมายถึงการแก้ปัญหา หรือการค้นหาคำตอบของปัญหา จนแก้ปัญหาได้สำเร็จ

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง

- นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากเอกสารประกอบการเรียน

- นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

1.3 ขั้นสร้างคำตอบ (Create) หมายถึงการจัดหรือสร้างสรรค์คำตอบที่ได้มาจากการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่าย ๆ และสามารถอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายด้วย

- นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาบันทึกผล พร้อมทั้งออกแบบการบันทึกข้อมูล

1.4 **ชั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)** หมายถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของปัญหาที่ได้ทั้งของตนเองและผู้อื่น

- ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่ พร้อมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาดจากการทดลองของแต่ละกลุ่ม

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. **การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.** หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการ และบันทึกข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในแบบเรียนของ สสวท. ซึ่งมี 3 ขั้นตอนคือ

2.1 **ชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง**

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลอง และข้อควรระวังในการทดลอง

2.2 **ชั้นทดลอง**

- นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน

2.3 **ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง**

- ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวมเป็นความรู้ใหม่

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์** หมายถึงความสามารถในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร จากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 3 ด้านคือ

3.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและการแปลความรู้ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึงความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่วและชำนาญ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดทักษะ 5 ทักษะ คือ

4.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าที่จะเป็นไปได้ก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบและยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน

4.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึงการกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตหรือวัดได้ และระบุการกระทำเพื่อทดสอบหรือทดลองได้

4.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามในสมมติฐานหนึ่ง ๆ และควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการที่จะศึกษา

4.4 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

4.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึงความสามารถในการบรรยายลักษณะหรือบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ

แผนภูมิหรือรูปภาพต่าง ๆ การบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติ ตลอดจนบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

5. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมอง ในอันที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์และสามารถสรุปผลจากเหตุได้ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากของ ณรงค์ พ่วงศรี (2525 : 80-90) ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สามารถแยกออกได้ดังนี้

2.1 การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัดส่วน (Proportional Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 จำนวน ที่เป็นสัดส่วนกัน

2.2 การคิดอย่างมีเหตุผลแบบผสม (Combinatorial Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาเหตุผลอย่างมีระบบ โดยรวบรวมตัวประกอบหรือเหตุผลที่อาจเป็นไปได้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.3 การแยกแยะและการควบคุมตัวแปร (Separation and Control of Variables) หมายถึงความสามารถในการแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่น ๆ และพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้น ในขณะที่มีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.4 การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogism) หมายถึงการให้เหตุผลที่ประกอบด้วยข้อความ 2 ประการ และข้อสรุปว่าข้อความที่ให้นั้นเป็นจริงหรือสมเหตุผลหรือไม่

2.5 การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล (Propositional Thinking) หมายถึงการให้เหตุผลอธิบายปัญหาที่ต้องพิสูจน์หรือจากใจหาย โดยการคิดคาดการณ์เป็นขั้น ๆ มีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ แล้วใช้ตัวแปรอื่น ๆ เป็นตัวทดลองไปเรื่อยจนสามารถหาคำตอบได้

2.6 การตั้งสมมติฐานเชิงให้เหตุผลแบบอนุมาน (Hypothetical Deductive Reasoning) หมายถึง การให้เหตุผลแบบคาดคะเนในคำตอบล่วงหน้าเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยการนำหลักการใหญ่ที่เป็นประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับหลักการย่อย

6. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึงอาจารย์ผู้มีประสบการณ์ทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี หรืออาจารย์ด้านการวัดผล จบการศึกษาระดับปริญญาโท

จากขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสองแบบ ตามที่กล่าวในข้างต้น ผู้วิจัยจึงของสรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในรูปแบบของตารางเพื่อแสดงการเปรียบเทียบดังตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส และการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มทดลอง (การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส)	กลุ่มควบคุม (การสอนตามคู่มือครู)
1.ขั้นค้นปัญหา (Search) - นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์การสาธิต หรือวิดีโอทัศน์ เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงขอบเขตของปัญหา 2. ขั้นแก้ปัญหา (Solve) - นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง - นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากเอกสารประกอบการเรียน - นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ 3. ขั้นสร้างคำตอบ (Create) - นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาบันทึกผล พร้อมทั้งออกแบบการบันทึกข้อมูล	1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในแบบเรียนเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลองและข้อควรระวังในการทดลอง 2. ขั้นทดลอง - นักเรียนปฏิบัติการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน

ตาราง 1 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง (การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส)	กลุ่มควบคุม (การสอนตามคู่มือครู)
4. ชั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share) - ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่ พร้อมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาดจากการทดลองของแต่ละกลุ่ม - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน	3. ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง - ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวมเป็นความรู้ใหม่ - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส
2. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ✓ 6. เอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์
- ✓ 7. เอกสารเกี่ยวกับการคิด และการคิดอย่างมีเหตุผล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส
2. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์
6. งานวิจัยเกี่ยวกับการคิด และการคิดอย่างมีเหตุผล

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส

การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส (SSCS Model) เป็นรูปแบบการสอนที่ใช้พัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งเป็นทักษะที่ฝึกให้นักเรียนได้รู้จักใช้กระบวนการคิดหาเหตุผลในการแสวงหาคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้น รูปแบบการสอนนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นมา บนพื้นฐานของเหตุผลและความเป็นจริง ซึ่ง พิชชินี, เชปพาร์ดสัน และอาเบล (Edward L. Pissini, Shepardson and Abell. 1989 : 530-532) ได้ร่วมกันพัฒนา SSCS Model จาก รูปแบบการสอน CPS และ IDEAL

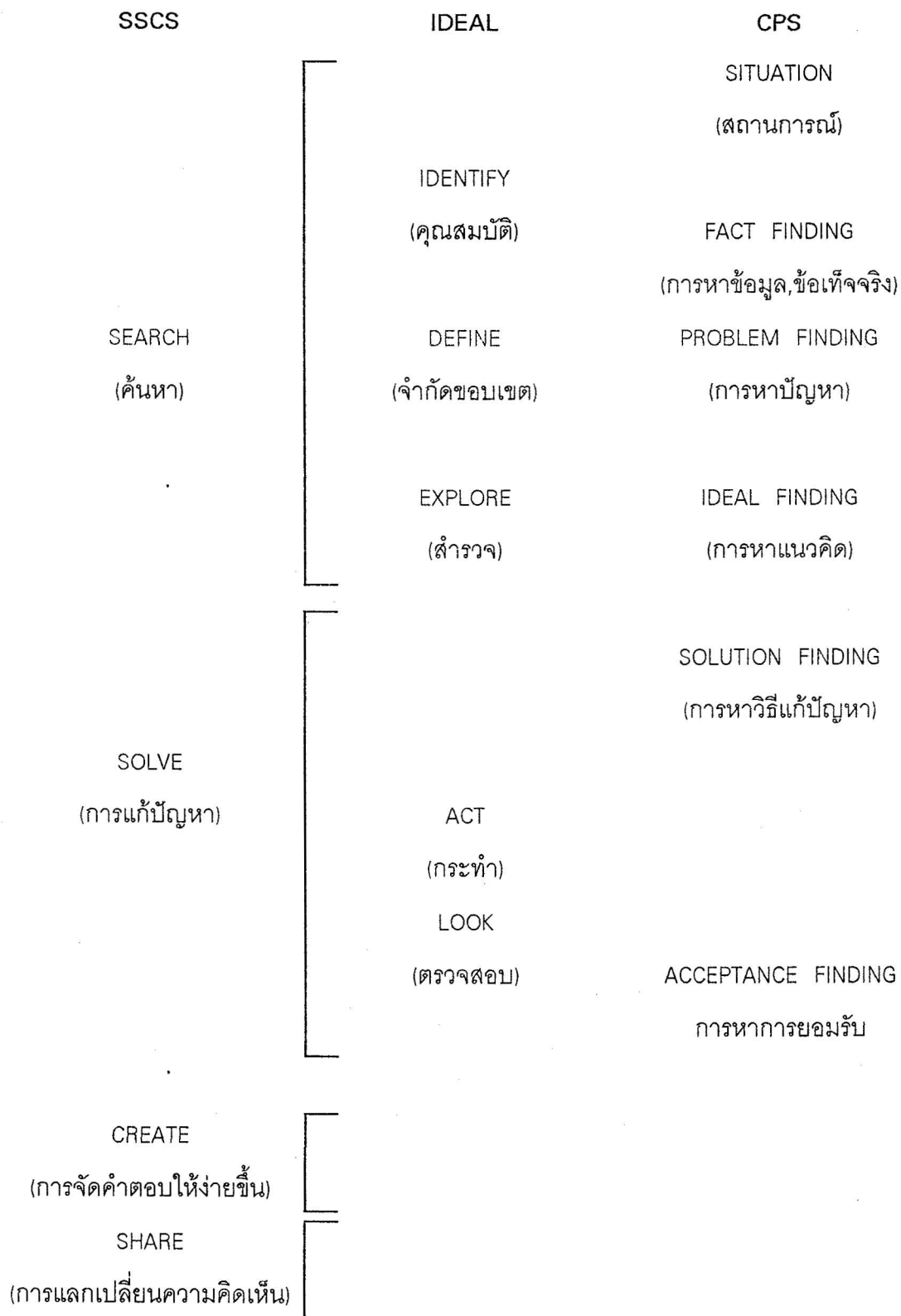
รูปแบบของ CPS ย่อมาจาก Creative Problem Solving กระบวนการของ CPS มีขั้นตอน 5 ขั้นตอนคือ

1. การค้นหาความจริง เป็นการหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่
2. การค้นหาปัญหา เป็นการหาปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นั้น ๆ
3. การจำกัดขอบเขตของปัญหา เป็นการหาแนวคิดหรือขอบเขตของปัญหา
4. หาทางเลือกในการแก้ปัญหา เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหา
5. แก้ปัญหา ปฏิบัติการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของปัญหา

ส่วนรูปแบบ IDEAL ย่อมาจาก Identify , Define , Expore , Act and Look ในกระบวนการแก้ปัญหาแบบนี้มีขั้นตอน 5 ขั้นตอนด้วยกันคือ .

1. การรวบรวมข้อมูลของปัญหา (Identify) เป็นการหาข้อมูลจากข้อเท็จจริง จากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่
2. นำเสนอปัญหา (Define) เป็นการจำกัดขอบเขตของปัญหา หรือการสำรวจหาแนวคิดในการแก้ปัญหา
3. หาวิธีการแก้ปัญหา (Expore) เป็นการหาวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
4. ปฏิบัติตามทางเลือกของการแก้ปัญหา (Act) เป็นการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ
5. พิจารณาผลที่ได้ พร้อมทั้งประเมินผลที่ได้ (Look) เป็นการตรวจสอบและประเมินผลของคำตอบที่ได้

จากรูปแบบ CPS IDEAL และ SSCS นั้น พิชินี, เชปพาร์ดสัน และอาเบล ได้เสนอความสัมพันธ์ของรูปแบบทั้งสามไว้ดังแสดงในภาพประกอบ 1 ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 ความสัมพันธ์ของ SSCS กับ IDEAL และ CPS

จากภาพประกอบ 1 ความสัมพันธ์ของ SSCS กับ IDEAL และ CPS จะเห็นว่าทั้งรูปแบบ IDEAL และ CPS เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบ SSCS จะเห็นว่าขั้นตอนของรูปแบบ CPS มี 6 ขั้นตอน และขั้นตอนของรูปแบบ IDEAL มี 5 ขั้นตอน ซึ่งมากกว่ารูปแบบ SSCS ซึ่งมีเพียง 4 ขั้นตอน แต่ขั้นตอนต่าง ๆ ของรูปแบบ IDEAL และ CPS นั้น ไม่สามารถครอบคลุมขั้นตอนทั้งหมดของรูปแบบ SSCS ได้ อีกทั้งขั้นตอนต่าง ๆ ของรูปแบบ IDEAL และ CPS ยังเป็นเพียงขั้นตอนของขั้น SEARCH และ SOLVE ของรูปแบบ SSCS เท่านั้น ซึ่งจากภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของ SSCS กับ IDEAL และ CPS เราจะเห็นว่ารูปแบบ IDEAL และ CPS นั้นไม่มีขั้น CREATE และ SHARE ด้วยเหตุนี้รูปแบบ SSCS จึงเป็นรูปแบบที่มีความครอบคลุมในวิธีการแก้ปัญหามากกว่ารูปแบบ IDEAL และ CPS ที่มีความยุ่งยาก บางขั้นตอนก็ซ้ำซ้อนกัน ดังนั้น พิซซินี, เชปพาร์ดสัน และอาเบล จึงได้พัฒนา รูปแบบทั้งสองเสียใหม่เพื่อให้เข้าใจง่ายเข้า จึงมีรูปแบบ SSCS ขึ้นมา โดยกำหนดขั้นตอนของการสอนแบบ SSCS เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 Search หมายถึงการค้นหาปัญหา แยกแยะสาเหตุของปัญหา ซึ่งประกอบด้วยการระดมสมองเพื่อทำให้เกิดการแยกแยะปัญหาต่าง ๆ ช่วยนักเรียนในด้านการมองเห็นความสัมพันธ์ของโมเมนต์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัญหานั้น นักเรียนจะต้องอธิบายและให้ขอบเขตของปัญหาด้วยคำอธิบาย จากความเข้าใจของนักเรียนเอง ซึ่งจะต้องตรงกับจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่ตั้งไว้ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องหาข้อมูลของปัญหาเพิ่มเติม โดยอาจหาได้จากการที่นักเรียนตั้งคำถามครู หรือเพื่อนนักเรียนเอง การอ่านบทความในวารสารหรือหนังสือพิมพ์ การสำรวจและอาจได้มาจากการวิจัยหรือตามตำราต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 2 Solve หมายถึงการแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบของปัญหาที่เราต้องการ ในขั้นนี้นักเรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหา รวมไปถึงการวางแผนใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อที่จะหาคำตอบของปัญหา ขณะที่นักเรียนกำลังดำเนินการแก้ปัญหา ถ้าพบปัญหาอีก สามารถที่จะกลับไปขั้นที่ 1 ได้ หรือนักเรียนอาจจะปรับปรุงแผนการของตนที่วางไว้โดยการประยุกต์เอาวิธีการต่าง ๆ มาใช้

ขั้นตอนที่ 3 Create หมายถึงการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหา หรือคำตอบที่ได้มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบ สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย โดยอาจทำได้โดยการใช้ภาษาที่ง่าย สละสลวย มาขยายความ หรือตัดทอนคำตอบที่ได้ ให้อยู่ในรูปของคำตอบที่สามารถอธิบายหรือสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

ขั้นตอนที่ 4 Share หมายถึงการที่นักเรียนแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับคำตอบที่ได้ ทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยคำตอบที่เกิดขึ้นอาจจะได้รับการยอมรับหรือไม่ยอมรับก็ได้ คำตอบที่ได้รับการยอมรับอาจทำให้เกิดปัญหาใหม่ก็ได้ ส่วนคำตอบที่ไม่ได้รับการยอมรับนั้นก็อาจทำให้เกิดปัญหาได้เมื่อพบว่า มีเหตุผลที่ผิดพลาดในการวางแผนการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยที่คนอื่นช่วยประเมินให้

การจัดการเรียนการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส มีรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนและพฤติกรรมของครูดังต่อไปนี้

ตาราง 2 กระบวนการเรียนการสอนของการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส

ขั้นตอน	คำถาม / ภารกิจ / วิธีการ	กระบวนการ
1. การค้นปัญหา	นึกถึงปัญหา โดยใช้คำถาม อะไร ใคร	การระดมสมอง
	เมื่อไร ที่ไหน อย่างไร	การสังเกต
		การวิเคราะห์
		การจำแนก
		การวัด
		การบรรยาย,อธิบาย
	หาข้อมูลเพิ่มเติม โดยถามสิ่งที่ควรรู้	การตั้งคำถาม
	จำเป็นต้องรู้ จะหาได้จากที่ใด	การสืบเสาะหาความรู้
	เขียนปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ เช่น	การระดมสมอง
	เราจะทำอย่างไรดี ทางใดบ้างที่ควรเลือก	การตั้งสมมติฐาน
	กระทำ	การคาดคะเน

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	คำถาม / ภารกิจ / วิธีการ	กระบวนการ
		การประเมิน การทดสอบ การตั้งคำถาม
	เขียนวิธีการหรือแนวคิดในการค้นหาที่เกิดขึ้น	การระดมสมอง การหาจุดเน้น การเปรียบเทียบ การรวมเข้าด้วยกัน การวิเคราะห์
2. การแก้ปัญหา	วางแผนในการแก้ปัญหาและวางแผนในการใช้เครื่องมือ	การตัดสินใจ การให้คำจำกัดความ การออกแบบ การประยุกต์ การสังเคราะห์ การทดสอบ การสอบสวน
3. การสร้างคำตอบ	จัดกระทำกับข้อมูลหรือแนวคิดที่ได้ให้อยู่ในรูปที่เข้าใจง่าย	การยอมรับ การยกเลิก การเปลี่ยนแปลง การปรับปรุง การทำให้สมบูรณ์ การสื่อสาร

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	คำถาม / ภารกิจ / วิธีการ	กระบวนการ
4. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	การสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้	การแสดงผล
		การประเมิน
		การแสดงผล
		การรายงานผล
		การใช้คำบรรยาย
		การใช้คำถาม
		การอ้างอิง
		การปรับปรุง

ตาราง 3 พฤติกรรมของครูในการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส

การค้นหา	การแก้ปัญหา	การสร้างคำตอบ	การแลกเปลี่ยนความคิด
ตั้งคำถามหรือช่วย	ตั้งคำถามหรือช่วย	ตั้งคำถามหรือช่วย	ตั้งคำถามหรือช่วย
ให้นักเรียนแยกแยะ	ให้นักเรียนแยกแยะ	ให้นักเรียนแยกแยะ	ให้นักเรียนแยกแยะ
ปัญหา	ปัญหา	ปัญหา	ปัญหา
	ชี้เหตุผลที่ผิดในความคิดของนักเรียน		
	กระตุ้นให้นักเรียนตัดสินใจในความเป็นไปได้อื่น ๆ	กระตุ้นให้นักเรียนตัดสินใจในความเป็นไปได้อื่น ๆ	
	กำหนดนักเรียนที่เรียนเก่งหรืออ่อนกว่าทั่วไป		
	ช่วยนักเรียนให้เชื่อมโยงประสบการณ์เพื่อให้เกิดแนวคิดของเขาเอง	ช่วยนักเรียนให้เชื่อมโยงประสบการณ์เพื่อให้เกิดแนวคิดของเขาเอง	
ไม่ด่วนตัดสินใจ	ไม่ด่วนตัดสินใจ	ไม่ด่วนตัดสินใจ	ไม่ด่วนตัดสินใจ

ตาราง 3 (ต่อ)

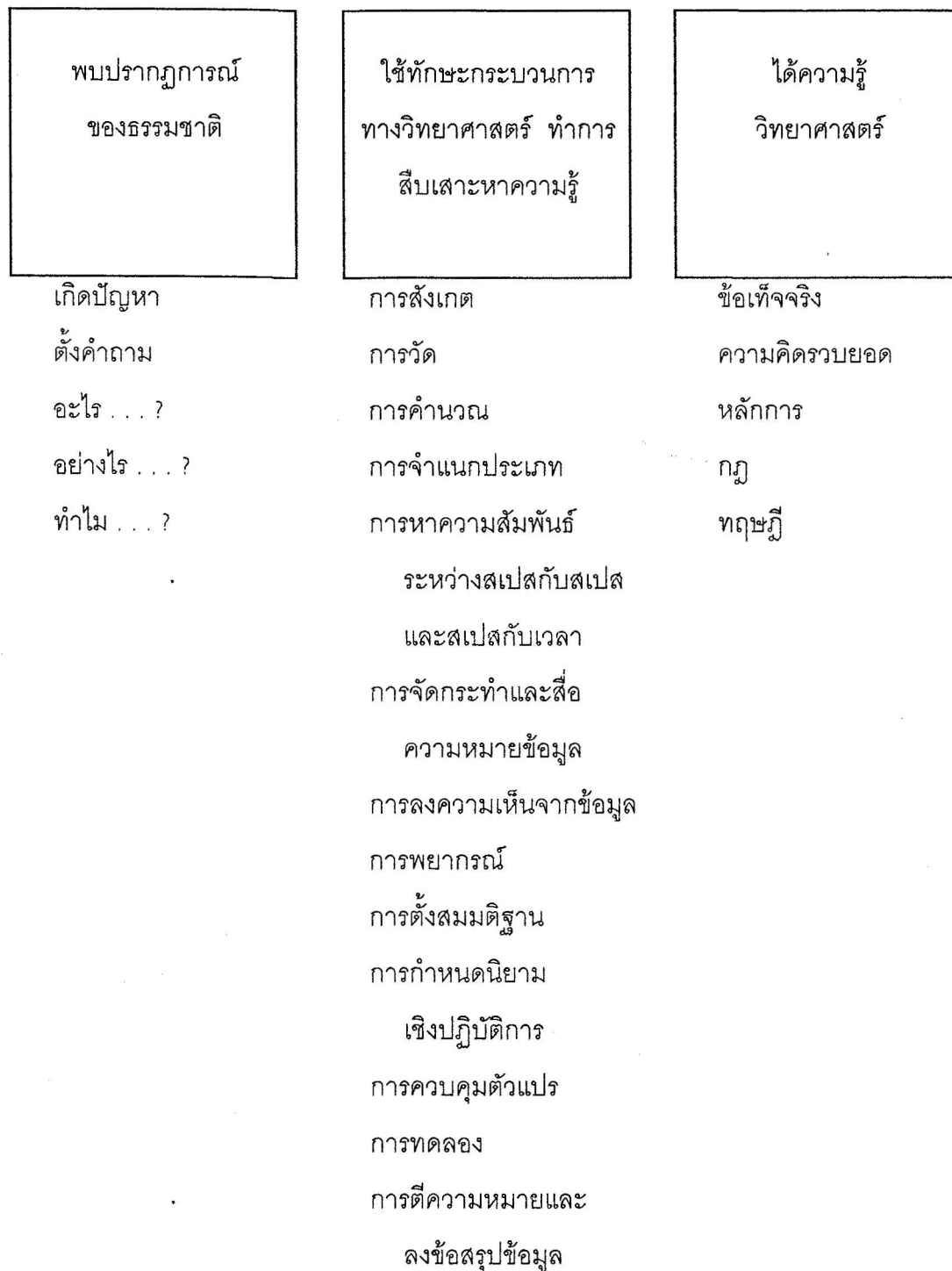
การค้นหา	การแก้ปัญหา	การสร้างคำตอบ	การแลกเปลี่ยนความคิด
	พิจารณาเหตุผลที่ นักเรียนใช้ในการออก แบบและทดสอบแนว คิดหรือการแก้ปัญหา		
	ให้นักเรียนทำสิ่งที่หา ได้จากข้อมูล ให้อยู่ ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย	ให้นักเรียนทำสิ่งที่หา ได้จากข้อมูล ให้อยู่ ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย	ให้นักเรียนทำสิ่งที่หา ได้จากข้อมูล ให้อยู่ ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย
	ช่วยนักเรียนใช้กลวิธี การแก้ปัญหาของเขา เอง		
ละเว้นจากการใช้ อิทธิพลจากความคิด ของนักเรียน คนใด คนหนึ่งตัดสิน ระบุ อธิบาย หรือแก้ปัญหา	ละเว้นจากการใช้ อิทธิพลจากความคิด ของนักเรียน คนใด คนหนึ่งตัดสิน ระบุ อธิบาย หรือแก้ปัญหา	ละเว้นจากการใช้ อิทธิพลจากความคิด ของนักเรียน คนใด คนหนึ่งตัดสิน ระบุ อธิบาย หรือแก้ปัญหา	ละเว้นจากการใช้ อิทธิพลจากความคิด ของนักเรียน คนใด คนหนึ่งตัดสิน ระบุ อธิบาย หรือแก้ปัญหา

(Pizzini, Edward L., Shepardson, Daniel P. and Abell, Sandra K. 1989 : 523-534)

2. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนที่เน้นความสำคัญที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการสอนแบบนี้ เป็นการให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยให้นักเรียนค้นคว้าใช้ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้เป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัย และพยายามหาข้อสรุป จนในที่สุดจะเกิดความคิดรวบยอด ในเรื่องที่ศึกษานั้น การสอนแบบสืบเสาะนี้ ครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขปัญหที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมจิต สวธนไพญญ์ (ม.ป.ป. : 110-111) ได้เสนอรูปแบบการสอนไว้ดังนี้

27



ภาพประกอบ 2 วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 2 จะเห็นได้ว่า การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้ใช้ความสามารถของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากจะทำให้เกิดการเรียนรู้แล้ว ยังเป็นการเรียนที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

อนันต์ จันทรภักดิ์ (2523 : 6) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซุคแมน (ดวงเดือน เทศวานิช. 2535 : 15 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. 1962) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้ เป็นวิธีที่ให้นักเรียนพิจารณาหาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้องและคล่องแคล่วสามารถสร้างและทดสอบสมมติฐาน

ซันด์ และโทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1976 : 53-55) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective) อยากรู้ อยากเห็น ใจกว้าง

จากความหมายที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่ง ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียน รู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศ การสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหา โดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถาม เป็นกิจกรรมหลักในการสอน

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง

หลักจิตวิทยาและข้อควรคำนึงถึงในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เอเซป (Asep. 1974 : 94) ได้กล่าวถึงข้อควรคำนึงถึง ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบเป็นผู้กระทำ ทำให้เกิดการเรียนรู้ในการเรียนดีกว่าการเรียนแบบเป็นผู้ถูกกระทำ
2. การเรียนรู้จะได้ผลดีเมื่อสถานการณ์นั้นก่อให้เกิดความสำเร็จมากกว่าล้มเหลว
3. ความคิดสร้างสรรค์จะพัฒนาได้ เมื่อนักเรียนมีโอกาสได้คิดอย่างสร้างสรรค์
4. การสืบเสาะหาความรู้ สามารถทำให้เกิดการคิดอย่างมีเหตุผลและก่อให้เกิดเจตคติสู่สังคม นิยมค้า (2527 : 125-126) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้ นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้
2. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้เรียนอยากเรียน ไม่ใช้บีบบังคับนักเรียน และครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า แทนที่จะให้เกิดความล้มเหลว
3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิด ให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

หลักการและขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวง-มหาวิทยาลัย. 2525 : 116-120) กล่าวว่าวิธีสอนวิทยาศาสตร์มีหลายแบบ ทุกแบบมุ่งที่จะสอนให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีหนึ่งในหลายวิธีคือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีนี้มีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลอง อาจแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นอย่างมีเหตุผลส่วนการทดลองนั้น ถือว่าเป็นหัวใจสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่การทดลองและอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องใช้คำถาม เพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลองและข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถามถามครู หรือนักเรียนด้วยกันเองซึ่งการสอนในลักษณะนี้อาจจะเขียนแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 แผนภูมิแสดงกิจกรรมขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในแผนภูมิ สามารถที่จะแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น สถานการณ์ควรอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของนักเรียน และโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหา และควรเป็นคำถามที่ให้นักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน)
3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์
4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลหรือศึกษาข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ ที่ผู้อื่นได้ทดลองไว้ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ครูมีบทบาทในการช่วยเหลือ
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามจะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรจะมีคำถาม ที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 104-112) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. ว่าขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ อาจแบ่งเป็น 3 ขั้น คือขั้นสำรวจเพื่อหาข้อมูล (Exploration) ขั้นสร้างความรู้จากข้อมูล (Invention) และขั้นนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) ทั้ง 3 ขั้น ผู้เรียนจะต้องเป็นคนหาความรู้โดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม หลักการใหญ่ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือให้นักเรียนเป็นผู้กระทำ ครูแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นการสำรวจข้อมูล

เป็นการหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นมโนคติหรือแนวความคิดหลัก ต่อไป ข้อมูลอาจจะหาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรกจากการสังเกตวัตถุจริง หรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมแหล่งอื่น การจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูลอาจทำได้ 4 วิธีคือ

1. ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์ และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน
2. ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า และให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม

ตามที่ครูกำหนด

3. ครูสาธิตให้นักเรียน และนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่
4. ได้ข้อมูลจากแหล่งอื่น นักเรียนหาข้อมูลนำมาถามครู แล้วนักเรียนจะต้องตีความ

หมายเอง

งานขั้นสำรวจจับสิ่งที่นักเรียนได้ข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปตีความหมาย และลงข้อสรุปต่อไป

ขั้นการสรุปเป็นความรู้ใหม่

ภายหลังจากการสำรวจแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงปริมาณ และรายละเอียดอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจจะยังไม่มี ความหมายอะไรมากนัก จะต้องมีการนำไปคำนวณ และ/หรือจัดกระทำข้อมูลเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความ และลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปโมเดลหรือหลักการ กิจกรรมขั้นนี้ส่วนใหญ่ ครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้ มองหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม (ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล) ลงข้อสรุปเป็นหลักการ

ขั้นนำความรู้ไปใช้

ความรู้ที่ค้นพบ ในการสร้างความรู้จากการเรียนการสอนของครูนั้น ครูจะมั่นใจว่า นักเรียนค้นพบความจริงก็ต่อเมื่อ นักเรียนมีความสามารถที่จะนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งไม่เหมือนกับที่เคยพบเห็นมาแล้ว หรือ ความรู้นั้นสามารถนำไปใช้เป็นฐานสำหรับเรื่องใหม่ได้นำไปพยากรณ์ได้

กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จำเป็นต้องอาศัยกิจกรรมสำคัญ 2 ประการ คือ การทดลอง และการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ ลำดับขั้นของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือ เป็นการแนะนำแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูล จากการทดลองที่รวบรวมไว้สรุปเป็นความรู้ใหม่ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจจะเป็นไปได้ด้วยคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ในตอนนี้ นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้วยังจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวความคิดกว้างขวางยิ่งขึ้น

จะเห็นได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ และเข้าใจอย่างจริงจัง เป็นขั้นตอนทำให้เกิดการเรียนรู้ด้านมโนคติ และได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือเป็นฐานเพื่อที่จะเรียนในบทเรียนต่อไป การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังช่วยให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นมีความสนใจและเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วีระยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 33-34) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูมีบทบาทในการเรียนการสอนดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยสร้างสถานการณ์ชักชวนให้นักเรียนตั้งคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามลำดับขั้นคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้
2. ครูเป็นผู้เสริมแรง เมื่อนักเรียนถามก็ให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงภาษาในคำถาม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจคำถามให้กระจ่างดียิ่งขึ้น
3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถามเพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง
4. ครูเป็นผู้แนะแนวและเป็นผู้กำกับ ครูจะเป็นผู้แนะแนวทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง เป็นผู้กำกับควบคุมเมื่อนักเรียนออกนอกแนวทาง
5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียน จัดบรรยากาศให้เหมาะสม โดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้น เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

6. เป็นผู้สร้างแรงจูงใจ ครูช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2519 : 6-7) ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเพื่อดูผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์ และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีความพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนการวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลอง และร่วมอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่นการนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถามตลอดจนการเสริมแรง มาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูง ให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่ด้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถาม อย่าบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำเพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ ครูควรชี้แจงให้ทราบ และเบนความสนใจของนักเรียน มาสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้น ควรจะได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา อาจจะมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถจะตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ควรจะชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่เป็นผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวความคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไปเมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ และแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำที่จะให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่มีความมั่นใจได้เพียงพอจึงสรุป

7. ครูควรนำเอาการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิต หรือการใช้คำถามอธิบายมาใช้เพิ่มเติม เมื่อมีความจำเป็นหรือในโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนการ

สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

จากการศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จากเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีกิจกรรมหลักอยู่ 2 อย่างคือ การอภิปราย และการทดลอง ซึ่งในการอภิปรายและการทดลองนั้น ในการเรียนการสอนปัจจุบันใช้แนวการสอนของ สสวท. คือมีรูปแบบของวิธีการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบการทดลอง ให้นักเรียนปฏิบัติตามสำหรับผู้วิจัย สนใจที่จะศึกษาถึงการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิด ค้นคว้าด้วยตนเองอย่างแท้จริง โดยนักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะกำหนดขั้นตอนวิธีการทดลอง เลือกอุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลองเอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

3. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหา เป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกคนต้องใช้ในชีวิตประจำวัน คนทุกคนจึงเป็นนักแก้ปัญหา แต่ไม่ได้หมายความว่าทุกคนจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีหรือรู้วิธีในการแก้ปัญหาในบางครั้ง เมื่อเกิดปัญหาหรือความยุ่งยากขึ้น คนบางคนอาจแก้ปัญหานั้นโดยการเลือกทางออกแรกที่เกิดขึ้น หรือทางออกที่ง่ายที่สุด ซึ่งอาจจะไม่ใช่ทางเลือกที่ให้ผลดีที่สุดในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ผลดีที่สุดนั้น ควรจะมีความรู้ในการแก้ปัญหา ได้รับการฝึกหัดในการแก้ปัญหา และนอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกด้วย เช่นระดับความสามารถของเขาวัดปัญญา การเรียนรู้ การรู้จักคิดแบบมีเหตุผล ประสพการณ์เดิม (กมล เฟื่องฟูง, 2534 : 44) ความสามารถในการแก้ปัญหาจึงเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ แม้ว่าครูไม่อาจฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียวกับที่เราฝึกให้เด็กเล่นดนตรี แต่การฝึกฝนอยู่เสมอ ย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็กแน่นอน วิธีแก้ปัญหาก็เกิดขึ้นได้อย่างไรนั้น นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน ให้ทัศนะไว้ต่าง ๆ กัน เช่น

เปียเจต์ (Piaget, 1970 : 63) ได้อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้านพัฒนาการในแง่ที่ว่า ความสามารถด้านนี้จะเริ่มพัฒนาการมาตั้งแต่ขั้นที่สามคือ Stage of Concrete Operation เด็กที่มีอายุประมาณ 7 - 8 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาถึงระดับพัฒนาการขั้นที่สี่คือ Stage of Formal Operation เด็กจะมีอายุประมาณ 11 - 12 ปี และสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้

กาเย่ (Gagne. 1970 : 63) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่ง ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการ ที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปและใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภท มโนคติ กาเย่ ได้อธิบายว่าเป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่ง ที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหลาย

กิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 104) ได้ศึกษาทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect) กับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของดิวอี้ แล้วสรุปว่าขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการรู้ (Cognition) ขั้นตอนในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการคิดแบบเอกนัยและอนกนัย (Convergent and Divergent) ส่วนขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการประเมินค่า (Evaluation)

บอร์น เอคสตรอน และโดมินอสกี (Bourne, Ekstrand and Dominoski. 1971 : 44) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักสังเกต พิจารณา คัดเลือกหาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้น ไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและคิดหาทางออกในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2523 : 267) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาคือ เป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ ทั้งทางตรงและทางอ้อม มาแก้ปัญหาที่ประสบ นันทเดช ไซคถาวร (2532 : 9) กล่าวว่า การแก้ปัญหาวทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการอ่านข้อความ ตีรูปภาพ แผนภูมิ ที่เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วสามารถบอกวิธีแก้ปัญหาวทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้

บุษยาณี บุญิตากร (2533 : 10) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด ของบุคคลที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้นสรุปว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นการดำเนินการที่มีแบบแผน หรือวิธีการที่สลับซับซ้อนโดยต้องอาศัยสติปัญญา ความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์และความคิด มาใช้ในการศึกษาและแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดหมายที่ต้องการ

การเรียนรู้การสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไป เพราะคนเราจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีหรือไม่นั้น ก็ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้นมีสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการจูงใจดีหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และเราจะเห็นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นก็ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไป ดังนั้นการเรียนรู้การสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันที่จะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น (กมล เฟื่องฟูง. 2534 : 46 - 47) นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหาดังนี้คือ

ธอร์นไดค์ (Thorndike. 1952 : 192-216) กล่าวว่าการเรียนรู้ข้อเท็จจริงกับการนำข้อเท็จจริงไปใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ เป็นกระบวนการที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่ง ไม่ได้หมายความว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้เสมอไป

เดรสเซล (Dressel. 1955 : 418-420) ได้อธิบายว่า การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในทุกสาขา การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพลในระหว่างหลักสูตรต่าง ๆ การแก้ปัญหาเป็นส่วนที่สำคัญ และจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่ว ๆ ไป การแก้ปัญหาไม่ใช่ เป็นส่วนหนึ่งเฉพาะการเรียนวิทยาศาสตร์เท่านั้น

แครอล (Caroll. 1964 : 76) กล่าวว่า ถ้านักเรียนมีความสามารถ ในการคิดหาเหตุผลเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหอย่างมีประสิทธิภาพ และปลูกฝังนิสัยในการได้ถามเพื่อสืบสวนข้อเท็จจริงย่อมสามารถนำคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ แม้ว่าครูไม่อาจฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างเดียวกับที่เราฝึกให้เด็กเล่นดนตรี แต่การให้เด็กได้มีโอกาสฝึกฝนอยู่เสมอ นั้น ย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็กอย่างแน่นอน วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยฝึกให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหา มังกร ทองสุขดี (2522 : 5 - 10) กล่าวถึงกิจกรรมที่ครูควรทำไว้ดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้ เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้นย่อมจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูและนักเรียนจะต้องเผชิญปัญหาอยู่ตลอดเวลา

2. ฝึกให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือแสดงการสาธิต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกแก้ปัญหาอยู่เสมอจะหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่นการวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายคนที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น Schwab ค้นพบจุดดับบนดวงอาทิตย์

4. ให้อำนาจการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ วิจารณ์ปัญหานั้นออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

- ก. การกำหนดปัญหา
- ข. รวบรวมข้อเท็จจริง
- ค. ตั้งสมมติฐาน
- ง. ทดสอบสมมติฐาน
- จ. ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา บางทีเรียกวิธีการนี้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (The Method of Intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอเพราะสามารถจะนำไปใช้ในอนาคตได้ด้วย นอกจากนั้นครูควรจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิด หรือกระทำในเรื่องเหล่านี้ โดย

- 4.1. ฝึกให้อำนาจการวิเคราะห์ - สังเคราะห์
- 4.2. ฝึกให้อำนาจออกความเห็น

การฝึกฝนหรือกระตุ้นยั่วให้ให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น

และดีกว่าการฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียว ครูจะต้องคอยช่วยนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจจะออกความเห็นที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

จากความสำคัญของการแก้ปัญหา จึงมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความสนใจและเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้หลาย ๆ แนวความคิดด้วยกัน เช่น

บลูม (Bloom. 1956 : 62) ได้ชี้ให้เห็นว่า ขั้นตอนของขบวนการคิดแก้ปัญหานั้น มีอยู่ 6 ขั้นตอน ดังนี้คือ

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้พบปัญหา ผู้เรียนจะได้คิดค้นถึงสิ่งที่เคยพบ เคยเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 123-127) ได้ศึกษาวิธีการคิดแก้ปัญหา และได้สรุปว่าการคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้น ต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิง และจำแนกประเภทของสิ่งเร้า ประสบการณ์รับรู้ต่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่ง ของกระบวนการจัดประเภทที่จะนำไปสู่การตอบสนองขั้นสุดท้าย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา (Problem Isolation) เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ ว่าเป็นปัญหา

2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน (Search for Cues) เป็นขั้นที่บุคคล ให้ความพยายามอย่างมาก ในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (Confirmation Check) ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกแยะโครงสร้างของเนื้อหา

4. การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

ดิวิต (กึ่งฟ้า สันฐาน. 2525 : 5-6 ; อ้างอิงมาจาก Dewey. 1971 : 139)

ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Dewey's Problem Solution ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การรับรู้และเข้าใจปัญหาเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะต้องพบกับความตึงเครียด ความสงสัยและความยากลำบากที่จะต้องแก้ปัญหานั้นให้หมดไปในขั้นต้นผู้พบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจปัญหานั้นก่อน

2. การระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกัน มีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้ต่างกัน จึงต้องพิจารณาสืบต่อไป

2.1 มีตัวแปรต้น หรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.2 มีอะไรบ้างที่จะต้องทำในการแก้ปัญหา โดยที่อาจจะเป็นการระบุปัญหาได้ไม่แจ่มชัด เป็นต้น

2.3 ต้องจัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละตอน

2.4 ต้องรู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริง ๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เรามองเห็นไม่ชัด ที่เป็นตัวก่อกำเนิด ถ้าจัดสิ่งนั้นได้ก็จะแก้ปัญหาได้

3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นอย่างไร ใครจะเป็นผู้ให้ข้อมูลเหล่านั้น

3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำตอบที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหา หลังจากได้ความคิดว่าจะแก้ปัญหายังไรแล้ว ก็ลองพิจารณาดูว่าควรจะใช้วิธีการใดได้บ้าง

5. การทดลองเอาวิธีการแก้ปัญหามาใช้

เวียร์ (Weir. 1974 : 16) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

ลำเจิง บุญเรืองรัตน์ (2520 : 4-5) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาหรือวิธีดำเนินการในการคิด หรือการแสวงหาวิถีทางเพื่อแก้ปัญหาให้ได้ผล โดยใช้หลัก System Approach นั้นมีระบบการคิดเป็นขั้น ๆ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นนิยามปัญหา เป็นการศึกษาวิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์ ให้รู้ถ่องแท้เสียก่อนว่าปัญหาที่ต้องการแก้ไขนั้นคืออะไรกันแน่ ถ้าเราไม่รู้จักตัวปัญหาที่แท้จริงแล้วก็จะทำให้การ ทำงานของเราปราศจากความมุ่งหมาย ไม่รู้ทำงานเพื่ออะไร
2. ขั้นตั้งวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายเพื่อกำหนดปัญหานั้น ๆ ว่า จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านใด เป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด และมีคุณภาพสูงต่ำเพียงใดต้องเขียนให้แจ่มแจ้ง ชัดเจน สามารถมองเห็นภาพการกระทำได้
3. ขั้นสร้างเครื่องมือไว้ตรวจผลลัพธ์
4. ขั้นเลือกหาวิธีปฏิบัติ เป็นการมองแนวทางในการปฏิบัติหลาย ๆ แนวทาง มองแนวทางอย่างใจกว้างและเป็นธรรม พิจารณาข้อดีข้อเสียและข้อจำกัดต่าง ๆ
5. ขั้นเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาทำงาน
6. ขั้นการทดลอง
7. ขั้นการวัดและประเมินผล
8. ขั้นการปรับปรุงและขยายการปฏิบัติงาน

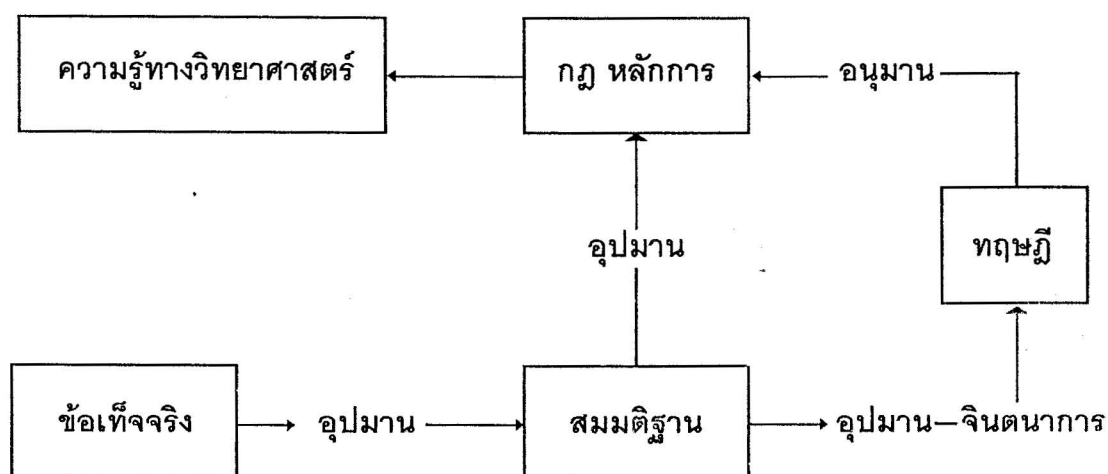
จากเอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้น จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการใช้กระบวนการคิดตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ควรเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า เพื่อที่จะพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูจะต้องใช้สถานการณ์สอนให้นักเรียนคิดค้นพบตัวปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

4. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์หมายถึงส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างมีระบบ จนเป็นที่เชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry) (สมจิต สวอนไพบูลย์. 2535 : 94)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้น หลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2535 : 101-103) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดการกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ ธรรมชาติ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับขั้นดังนี้คือ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน พิสูจน์หรือทดลอง สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ ความอดทน ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองเพียงฝ่ายเดียว มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้ มีความซื่อสัตย์สุจริต สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่

ดังนั้นในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองฝ่าย ผู้วิจัย จึงได้นำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยลึกซึ้งเพียงใด อยู่ที่พฤติกรรมคือ ความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหา หรือตัวความรู้ และทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องเน้นให้นักเรียนได้เรียนทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (สมจิต สวธนไพบุลย์ ม.ป.ป. 11-12)

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้ คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 59) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

ผดุงยศ ดั่งวงมาลา (2531 : 33) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ วิธีหนึ่งที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือการค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลองนั้นผู้ทดลองจะมีโอกาสได้ฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไป ในขณะเดียวกัน เช่นฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ทำการวัดหาความสัมพันธ์ของตัวแปร ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2532 : 8) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ

ภพ เลาน์ไพบุลย์ (2537 : 14) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดเป็นความคล่องแคล่วและชำนาญ

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of science, 1970 : 33-176) ได้แบ่ง ทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าว่ามี 13 ทักษะ โดยแบ่งทักษะทั้งหมดออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (The Basic Process Skills) มี 8 ทักษะ ดังนี้

1.1 การสังเกต (Observing) หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ หู จมูก ตา ลิ้นและผิวหนัง เพื่อเก็บและรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะและรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

1.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งข้อมูลทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้

1.3 การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน

1.4 การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กันหรือต่างกัน ของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

1.5 การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึงการพูด หรือการแสดง สัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

1.6 การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติเวลา (Using Space - time Relationship) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลามาอธิบาย สิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มิติหมายถึงคุณสมบัติเกี่ยวกับความกว้าง

ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงาของวัตถุ เมื่อให้แสงตกกระทบวัตถุในมุมต่าง ๆ กัน

• ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา กับจังหวะการเต้นของชีพจร

1.7 การสรุปอ้างอิง (Infering) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่เกิดขึ้นได้ ประกอบกับประสบการณ์เดิม

1.8 การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตน่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

ทักษะกระบวนการขั้นสูง (The Integrated Process Skills) มี 5 ทักษะ ดังนี้

2.1 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในรูปที่สังเกต วัด หรือนำมาปฏิบัติการได้และบอกด้วยว่า ในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกต หรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying, Controlling and Manipulating Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลมาจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

2.3 การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไรเป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

2.4 การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

• การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของตารางข้อความ หรือข้อความกึ่งตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

2.5 การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึง

นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ

เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1-5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต (Observation)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุ ได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measurement)

หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการจะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4. ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classification)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

(Space / Space Relationship and space / time Relationship)

สเปสของวัตถุหมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่ง กับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นได้

บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ (Using Number)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน หรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใด มีจำนวนเท่ากัน หรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูล ตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยข้อความที่เหมาะสม กระชับรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผัง แสดงตำแหน่งของสภาพที่ต้นสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Infering)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อย่างไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังทำการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลองโดย

12.3.1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.3.1.2 ระบุอุปกรณ์และ/ หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วยเช่นทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมา แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ทักษะที่ 9 ถึง 13

จากเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหาความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ ซึ่งควรนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดเป็นความคล่องแคล่วและชำนาญ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จำทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนได้ แม้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจะใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แต่ก็สอนตามคู่มือครูซึ่งจะมีขั้นตอนต่าง ๆ ในการปฏิบัติ โดยที่นักเรียนไม่ได้คิดหรือค้นคว้าด้วยตนเอง อาจทำให้นักเรียนไม่เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร

สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นทักษะในขั้นสูง เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านการฝึกทักษะขั้นพื้นฐานในระดับชั้นม. 1 และ ม. 2 มาแล้ว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีจำนวน 5 ทักษะดังนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

6. เอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

พัฒนาการทางสติปัญญา เป็นขบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งขบวนการพัฒนานี้ เป็นขบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสมองอย่างมีคุณภาพ เพียเจต์ เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิส ผู้สร้างทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดเป็นคนแรก สิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทางด้านสติปัญญาและความคิดคือ การที่คนเราได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิดซึ่งทำให้เด็กรู้จักตนเอง สติปัญญาของมนุษย์นั้นเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทั้งหมด ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงเป็นแนวโน้มที่มีมาแต่กำเนิด และการจัดการภายในโดยวิธีรวมกระบวนการต่าง ๆ เข้าเป็นองค์การ (Organization) ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่ได้รับ และการพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดนี้ จะเริ่มพัฒนาจากการปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคล และสิ่งแวดล้อม พัฒนาการทางสติปัญญาจะประกอบด้วยกระบวนการที่

สำคัญ 2 กระบวนการคือ การดูดซึมและการปรับขยายโครงสร้าง

การดูดซึม (Assimilation) เมื่อคนได้ปะทะกับสิ่งแวดล้อมจะทำให้เกิดความรู้สึก ความรู้ และความคิดขึ้น ซึ่งจะเข้าไปรวมหรือเกี่ยวกันกับ Schemata อันหมายถึงความรู้ที่สะสมเป็นทุนเดิมของเด็กหรือประสบการณ์เดิมของเด็กนั่นเอง วิธีการเข้าไปรวมเช่นนี้เรียกกว่าการดูดซึม

การปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) ถ้าคนได้ประสบกับเหตุการณ์ใด ๆ ซึ่งไม่อาจเข้ากันได้กับ Schemata ใหม่ ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับสิ่งเร้าที่เข้ามา วิธีการเช่นนี้เรียกว่าการปรับขยายโครงสร้าง

การที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งใด ๆ ก็ตาม ครั้งแรกเด็กพยายามทำความเข้าใจกับประสบการณ์ใหม่ด้วยการใช้ความคิดเดิม หรือประสบการณ์เดิม (Assimilation) แต่เมื่อไม่ประสบความสำเร็จ เด็กจะต้องเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ (Accommodation) จนในที่สุดเด็กสามารถผสมผสานความคิดใหม่ ให้กลมกลืนเข้ากันได้กับความคิดเก่า สถานการณ์เช่นนี้ก่อให้เกิดความสมดุล (Equilibrium) อันมีผลทำให้คนสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ (พรณี หุททัย. 2522 : 50-55)

ทฤษฎีพัฒนาการทางความคิดของเพียเจต์ (ยงยุทธ วงศ์นาม. 2524 : 6-9 ; อ้างอิงมาจาก Spencer.n.d.) กล่าวถึงพัฒนาการทางความคิดของมนุษย์เป็นไปตามลำดับขั้น และมีโครงสร้างของพัฒนาการทางความคิดเหมือนกัน เพียเจต์แบ่งขั้นต่าง ๆ ของการพัฒนาการทางความคิดออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ ๆ คือ

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (The Sensory - Motor Period)

พัฒนาการในขั้นนี้จะเริ่มตั้งแต่เกิดจนอายุ 2 ปี ซึ่งอยู่ในวัยทารก ในช่วงนี้พฤติกรรมจะอยู่ในรูปของการเคลื่อนไหวและเกิดในรูปปฏิกิริยาสะท้อน พฤติกรรมที่เด็กแสดงออกเช่น การดูด การทำมือ การร้องไห้ ฯลฯ ต่อจากนั้นทารกจะสร้างปฏิกิริยาสะท้อนที่ซับซ้อนมากขึ้นกว่าธรรมดาเช่นในเรื่องของการทำซ้ำ ๆ กัน ทารกจะรวมเอาชนิดต่าง ๆ ของสิ่งเร้าเข้าด้วยกันเป็นต้นไหวพริบและสายตาพฤติกรรมที่แสดงมีการจงใจ (Intention) โครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) จะเกิดขึ้นและเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และสามารถนำเอาโครงสร้างที่มีอยู่มาสัมพันธ์กันได้ ซึ่งสังเกตได้จากพฤติกรรมที่ทารกแสดง โดยการอ้าปากเมื่อเห็นขวดนม

2. ขั้นการคิดก่อนปฏิบัติการ (The Period of Preperation Thought)

เป็นขั้นที่เด็กเริ่มรู้จักใช้สัญลักษณ์แทนคำพูดได้ เช่นรูปภาพ เด็กเริ่มรู้จักใช้ภาษา

แทนสิ่งของต่าง ๆ ได้ ในขั้นนี้ประกอบด้วยความคิดก่อนสังเกตและความคิดนี้รู้เอง (Intuitive Thought) ซึ่งในขั้นความคิดหลังนี้ เด็กเริ่มเข้าสู่ระดับการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์ แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องการอนุรักษ์ได้ ความคิดส่วนใหญ่ตกอยู่ภายใต้การรับรู้ เด็กยังไม่เข้าใจในตัวปฏิบัติการ (Operation) ที่จะนำไปสู่การปฏิบัติการในทางตรรกศาสตร์ได้ เช่น การจัดจำแนกประเภท การจัดรวมประเภท การจัดเรียงลำดับ ซึ่งเด็กยังคิดไม่ถึง

3. ขั้นการคิดด้วยรูปธรรม (The Period of Concrete Operation)

อยู่ในช่วงอายุ 7-11 ปี ถือว่าเป็นขั้นที่เด็กเกิดความคิดโดยใช้ปฏิบัติการ (Operation) ซึ่งนำไปสู่การคิดหาเหตุผลในทางตรรกศาสตร์ พัฒนาการทางความคิดจะสูงขึ้น การค้นหาความจริงเกี่ยวกับวัตถุและสิ่งแวดล้อมจะมีแบบแผน และไม่ติดอยู่กับที่ดังเช่นการรับรู้ในขั้นก่อน ๆ เด็กจะพิจารณาสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ตัวเองเป็นศูนย์กลางน้อยลง แต่อย่างไรก็ตามยังต้องอาศัยเวลา ซึ่งเด็กจะต้องมีระดับอายุสูงพอที่จะเกิดความคิด ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับวัตถุ เช่นโดยทั่วไปแล้ว เด็กจะเกิดความเข้าใจในเรื่องการอนุรักษ์สสารในระดับอายุ 7 - 8 ปี จะเกิดการอนุรักษ์น้ำหนักเมื่ออายุประมาณ 10 ปี และเมื่ออายุประมาณ 11 -12 ปี จะเกิดอนุรักษ์ปริมาตรขึ้น ในเรื่องการอนุรักษ์ที่จะเกิดขึ้นนั้น จำเป็นต้องอาศัยโครงสร้างทางความคิด ที่มีระดับสูงพอที่จะเกิดปฏิบัติการได้ โดยธรรมชาติแล้ว เด็กระดับอายุ 7 - 8 ปี จะเกิดการปฏิบัติการที่สำคัญ ๆ คือ

การรวมเข้าด้วยกัน (Combinativity) เป็นการจัดประเภทสิ่งต่างๆ รวมเข้าด้วยกันเป็นองค์ประกอบใหม่เช่นการรวมลูกปัดสีน้ำตาลกับลูกปัดสีขาว และถือว่าเป็นลูกปัดอีกประเภทหนึ่ง

การเชื่อมความสัมพันธ์ (Associativity) เป็นการปฏิบัติการที่ใช้วิธีต่างๆ กันในการรวมเข้าด้วยกันเป็นองค์ประกอบใหม่ แต่ผลที่ได้เป็นอย่างเดียวกัน เช่นการนำเอาไม้ยาว 6 นิ้ว 2 อัน และ 24 นิ้ว 2 อัน มาวางต่อกันได้หลายวิธี เพื่อให้ได้ระยะทาง 1 หลา โดยอาจเรียงไม้สั้นก่อนหรือเรียงไม้ยาวก่อน หรือวางเรียงสลับกัน

การทวนกลับ (Reversibility) เป็นตัวปฏิบัติการที่สามารถย้อนกลับไปสู่จุดเริ่มต้น แล้วกลับมาสู่จุดสุดท้ายได้ ตัวปฏิบัติการนี้มีความสำคัญมาก เป็นเครื่องบอกถึงระดับสติปัญญา

การเป็นเอกลักษณ์ (Identity) เป็นปฏิบัติการที่เป็นการรวมส่วนประกอบอันใดอันหนึ่งเข้ากับส่วนประกอบที่ตรงกันข้ามเกิดผลเป็นศูนย์ ซึ่งอาจเขียนในรูปของ $A + (-A) = 0$ เช่นมีน้ำ 1 Pint ตักออกไป 1 Pint ผลลัพธ์คือไม่เหลือน้ำอยู่เลย

สิ่งที่พัฒนาขึ้นในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมที่สำคัญคือ ปฏิบัติการเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ในเชิงคณิตศาสตร์ (Logical - Mathematic Operation) เพียเจท์กล่าวว่า ประสบการณ์เกี่ยวกับโครงสร้างนี้แตกต่างจากประสบการณ์ทางกายเพราะประสบการณ์ทางกายเป็นประสบการณ์ที่ได้จากวัตถุภายนอกโดยตรง แต่ประสบการณ์ในการคิดให้เหตุผลในเชิงคณิตศาสตร์นั้น เป็นผลจากความรู้อันได้โดยผ่านการทำงานร่วมกันภายในของระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดการปฏิบัติการทางสติปัญญาและความคิด โครงสร้างเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์เชิงคณิตศาสตร์ได้แก่ โครงสร้างในเรื่องของการจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์หรือในเรื่องของจำนวน โครงสร้างที่กล่าวถึงนี้ จะสามารถรวมไปสู่ระบบได้โดยการกระทำและเชื่อมโยงกัน และจะพัฒนาสูงขึ้นอย่างสมบูรณ์ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

4. ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (The Period of Formal Operation)

เด็กที่อยู่ในขั้นนี้มีระดับอายุ 11 - 15 ปี พัฒนาการทางความคิดที่เริ่มตั้งแต่ในขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว จะดำเนินต่อเนื่องไปตามลำดับขั้นและพัฒนาสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งสูงที่สุดในขั้นนี้ จึงเป็นที่โครงสร้างทางสติปัญญาพัฒนาอย่างสมบูรณ์ จัดได้ว่าเป็นขั้นของสติปัญญาและความคิดอย่างแท้จริง เพียเจท์กล่าวว่าในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม เด็กสามารถใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสร้างสมมติฐานขึ้นในการแก้ปัญหาโครงสร้างต่าง ๆ เหล่านี้ จะสร้างให้เด็กเกิดความคิดหาเหตุผลอย่างสมบูรณ์เท่ากับผู้ใหญ่ หลังจากนั้นแล้วโครงสร้างทางสติปัญญาจะไม่พัฒนาขึ้นอีกต่อไป เพราะดำเนินมาถึงขีดสุด สติปัญญาของมนุษย์ทั่วไปจึงพัฒนาสูงสุดในระดับอายุประมาณ 15 ปี

7. เอกสารเกี่ยวกับการคิด และการคิดอย่างมีเหตุผล

การคิดและการพัฒนาการคิด เป็นสิ่งที่นักการศึกษาทั่วไปมีความเห็นสอดคล้องกันว่า เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการศึกษาทุกระดับดังที่ เฟรดเดอริกเซน (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530 : 11 ; อ้างอิงมาจาก Fredericksen. 1984) กล่าวว่าภารกิจเบื้องต้นของสถาบันการศึกษานับตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา คือ การทำหน้าที่สอนหรือปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดความรู้ในรายวิชาต่าง ๆ และทักษะการคิดทั้งนี้เพราะการสอนที่มุ่งเน้นเฉพาะเนื้อหาสาระวิชาโดยละเลยการปลูกฝังทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียนนั้น จะทำให้การคิดของผู้เรียนเป็นการคิดตามตำราหรือเป็นไปตามขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียนมา เมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้วผู้เรียนจะขาดความสามารถ

ในการนำความรู้ที่ได้รับหรือที่มีอยู่ไปใช้ในสถานที่ที่เป็นจริงที่แตกต่างไปจากที่ตนพบในโรงเรียนได้อย่างมีเหตุผล และเหมาะสม (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530 : 11 ; อ้างอิงมาจาก Sieglen. 1978)

ความหมายของการคิด

นักจิตวิทยาท่านต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของการคิดไว้ดังนี้

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962 : 336) กล่าวว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง เนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเป็นกระบวนการที่ภาพหรือสัญลักษณ์ของสิ่งของ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ มาปรากฏในแนวความคิดหรือจิตใจ

บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (Bruner and others. 1956) ให้ความหมายว่าการคิด เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวคิดรวบยอด (Concept Formation) เกี่ยวกับข้อความจริงที่ได้รับและเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงการสรุปอ้างอิงด้วยการจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967) ให้ทัศนะว่าการคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุป อันเป็นหลักการของความจริงนั้น ๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม ทรรศนะของกิลฟอร์ดนี้สอดคล้องกับการคิดในระดับการสร้างแนวคิดรวบยอดที่ บลูม และคนอื่น ๆ ได้เสนอไว้

เพียเจท์ (Piaget. 1962 : 58) ให้ทัศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิดหมายถึงการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือเป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับการปรับเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับข้อความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกันเพื่อปรับความคิดของตนให้เข้าใจสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าว จะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่ง ไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

สรุปได้ว่าการคิดมีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ซึ่งมีลักษณะที่ต่อเนื่องกันแยกออกจากกันโดยเด็ดขาดไม่ได้ แต่อาจนำมาอธิบายต่างกันคือ ในกรณีทีกล่าวถึงกระบวนการก็จะใช้วิธีการคิดหรือทักษะการคิดมาอธิบาย ส่วนในกรณีของผลผลิตก็จะกล่าวถึงคุณภาพการคิด

ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการใช้วิธีการคิดมาแก้ปัญหาหรือทำงาน ในการจัดการศึกษานั้นมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการคิดทั้งในลักษณะของกระบวนการหรือวิธีการคิดที่ดี เพื่อให้ได้ผลผลิตของการคิดที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในเชิงวิชาการและไม่ใช่วิชาการตลอดจนสร้างคุณลักษณะประจำตัว ให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

ประเภทของการคิด

การที่จะปลูกฝังและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด หรือวิธีการคิดตามที่ต้องการดังกล่าว นั้น จะต้องพิจารณาว่ามีลักษณะหรือประเภทการคิดชนิดใด ที่ควรส่งเสริมหรือไม่ควรส่งเสริมเกี่ยวกับลักษณะหรือประเภทของการคิดโดยทั่วไป กาเย่ (Gagne. 1974 : 283) ได้จำแนกเป็น 2 แบบคือ

1. การคิดอย่างเลื่อนลอยหรือไม่มีทิศทาง คือการคิดจากสิ่งที่ประสบพบเห็นจากประสบการณ์ตรง เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการคิดแบบต่อเนื่อง (Associative Thinking) จำแนกย่อยเป็น 5 ลักษณะ คือ

1.1 Free Association คือ การคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้วเมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกคำพูดหรือเหตุการณ์

1.2 Controlled Association คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่นผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้บอกคำที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

1.3 Day Dreaming คือ การคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเองเพื่อให้เกิดความพอใจในตนเอง ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ยังตื่นอยู่

1.4 Night Dreaming คือ การคิดฝันเนื่องจากความคิดของตนหรือเป็นการคิดฝันเนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองสิ่งเร้า

1.5 Autistic Thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิด มากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมายคือ การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพื่อฝันการคิดที่เลื่อนลอยไร้ความหมายให้เป็นการคิดที่มีทิศทางขึ้นโดยมุ่งไปสู่จุดหมายใดจุดหมายหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดหลังจากที่คิดเสร็จแล้วซึ่งจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ การคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทางไม่ซ้ำกันหรือเป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์ได้ กล่าวคือ เมื่อระลึกสิ่งใดได้ก็จะ เป็นสะพานเชื่อมต่อไปให้ระลึกถึงสิ่งอื่น ๆ ได้ต่อไปโดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

2.2 การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงสถานการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

เบนตัน และคนอื่น ๆ (บุญสม ครุฑทา. 2525 : 11 ; อ้างอิงมาจาก Benton and others. 1974) แบ่งการคิดเป็น 2 ชนิดคือ

1. การคิดแบบเชื่อมโยง (Associative Thinking) ซึ่งไม่ได้เป็นการคิดที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมาย แต่เป็นการคิดที่เกิดจากจิตใต้สำนึก (Sub - Conscious) ของแต่ละบุคคล ซึ่งแบ่งเป็นการเชื่อมโยง (Association) การฝันกลางวัน (Day Dreaming) การฝันกลางคืน (Night Dreaming) และการคิดแบบฟุ้ง (Autistic Thinking)

2. การคิดโดยตรง (Direct Thinking) เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาหรือนำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายโดยตรง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายนั่นเองซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ การคิดตรรกะตรง (Critical Thinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

การคิดอย่างมีทิศทางและมีจุดมุ่งหมายนี้ คลอสแมร์ และริปเปิล (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530 : 14 ; อ้างอิงมาจาก Klausmeir and Ripple. 1971) ให้ทัศนะว่าเป็นรากฐานที่สำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหาของบุคคล ทั้งนี้เพราะ ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหานั้นบุคคลจะต้องใช้การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อความจริงหรือปัญหานั้น ๆ ในลักษณะต่าง ๆ และใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์ในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการคิดในลักษณะที่เป็นการขยายทัศนะของบุคคล ให้กว้างไกลออกไป

เมื่อพิจารณาจากประเภทของการคิดตามที่กาเย่และเบนตันได้จัดแบ่งประเภทไว้นั้นพบว่าวิธีการคิดที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษาก็คือ การคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย หรือเป็นการคิดแบบสร้างสรรค์ และการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ ซึ่งก็คือการคิดอย่างมีเหตุผลนั่นเอง ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นเป็นการคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยการวิเคราะห์ จะช่วย

ให้ผู้เรียนนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

การคิดอย่างมีเหตุผล

ตามความคิดของเพียเจต์นั้น “การคิด” คือการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา ซึ่งหมายความว่าความคิดจะต้องปรากฏอยู่ในการกระทำทั้งหลายในการสร้างมโนภาพ ในการสร้าง Concept ทั้งปวง การใช้ภาษาหรือคำพูด และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข ถือเป็นการคิดทำนองเดียวกันทั้งสิ้น การคิดนั้นย่อมพัฒนาเป็นขั้น ๆ ไป การคิดจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกระทำหรือกิจกรรมในกระบวนการเรียนการคิดนั้น สิ่งที่เป็น Cognitive และ Affective ย่อมแยกกันไม่ออก เพราะว่าความรู้สึกนั้นแท้จริงแล้วก็ เป็นเรื่องหนึ่งของความคิดนั่นเอง (สาโรจน์ บัวศรี. 2523 : 32)

กู๊ด (Good. 1945 : 332) ได้ให้ความหมายคำว่า “การคิดอย่างมีเหตุผล” ว่าหมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในอันที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง และปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมติได้

คาพลัส (Karplus. 1977 : 170-177) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม ไว้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete reasoning patterns = C)

C₁ (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกตคุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้นเช่น สามารถบอกความแตกต่างของกรดและเบส โดยการสังเกตสีของกระดาษลิตมัสที่เปลี่ยนแปลง และมีความเข้าใจลักษณะที่เป็นตรรกศาสตร์ เช่นสุนัขเป็นสัตว์ แต่สัตว์ทุกตัวไม่ใช่สุนัขทั้งหมด เป็นต้น

C₂ (Concervation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์ โดยปริมาตรของสารคงที่เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่มหรือเอาออกไป เช่นเมื่อเทน้ำออกจากถ้วยลงในกระบอกตวง ปริมาณของน้ำจากถ้วยในครั้งแรก จะเท่ากับปริมาตรของน้ำในกระบอกตวง

C₃ (Serial ordering) สามารถจัดอันดับแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งของต่าง ๆ จากการสังเกตคุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีจับคู่ระหว่างสิ่งของ 2 กลุ่ม เช่นสัตว์ขนาดเล็กจะมีจังหวะการเต้นของหัวใจเร็วกว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีการเต้นของหัวใจช้า

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal Reasoning Patterns = F)

F₁ (Theoretical Reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มในสิ่งที่ซับซ้อนมากขึ้น ให้หลักตรรกะช่วยในการจัดอันดับและการคิดอย่างมีเหตุผล ไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ด้วยประสาททั้ง 5 เช่น สามารถแยกปฏิกิริยาเคมีระหว่าง oxidation และ reduction โดยใช้หลักการอนุรักษ์พลังงาน หรือการจัดจำแนกพืชตามหลักวิวัฒนาการ นอกจากนี้ยังยอมรับข้อสมมติฐานใด ๆ ที่ขัดแย้งกับตนเองได้

F₂ (Combinatorial Reasoning) สามารถให้กฎเกณฑ์พิจารณาลักษณะผสมของความคิดในปัญหาต่าง ๆ เช่น สามารถเข้าใจลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงลักษณะปรากฏและลักษณะแฝงตั้งแต่ 2 จำนวนขึ้นไป

F₃ (Functionally and Proprtional Reasoning) สามารถอธิบายและตีความของลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ เช่น อธิบายถึงอัตราเร็วของการแพร่กระจายของโมเลกุลของสารผ่านเยื่อบาง ๆ จะเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของน้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น

F₄ (Control of Variables) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบการทดลองโดยการใช้การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น เช่น การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบข้อเท็จจริงใน F₃

F₅ (Probability and Correlation Reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่จะตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

ตาราง 4 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและ
ชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

ชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม	ชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม
1. ต้องใช้การอ้างอิงจากการกระทำที่คล้ายคลึงกัน จากวัตถุและจากคุณสมบัติที่สังเกตได้	1. สามารถใช้เหตุผลเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ความสัมพันธ์ คุณสมบัติทางนามธรรม ข้อเท็จจริงและทฤษฎี โดยใช้สัญลักษณ์ แทนความคิดได้
2. สามารถให้เหตุผล $C_1 - C_3$ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$	2. สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$ ได้ดีพอ ๆ กับ $C_1 - C_3$
3. ในการปฏิบัติการที่ยุ่งยากต้องการคำแนะนำที่เป็นลำดับขั้น	3. สามารถวางแผนเพื่อปฏิบัติการโดยครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
4. มักไม่ใช้ความคิดของตนเองให้ความคิดเห็นที่ไม่แน่นอน ใช้ข้อสรุปหลายประเด็น หรือบางครั้งขัดแย้งกับข้อเท็จจริง	4. มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความคิด พิจารณาด้วยตนเอง ตรวจสอบทบทวนเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในผลสรุปซึ่งใช้ข้อมูลต่าง ๆ เป็นรากฐาน

ลักษณะการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม

ในระหว่างที่เด็กเริ่มมีอายุย่างเข้าวัยรุ่น ความรู้สึกลึกซึ้ง ความรู้ลึกซึ้งความเข้าใจของเด็กวัยนี้จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียเจต์เรียกลักษณะขั้นการเจริญเติบโตทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กในวัยนี้ว่า ขั้นที่มีแนวคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 - 15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของเพียเจต์ พบว่ารูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อเข้าวัยนี้จะเป็นระบบและใช้กระบวนการคิดอย่างสลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects) ออกไป โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรมเป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จาก

พัฒนาการด้านความคิดดังกล่าว ทำให้เด็กในวัยนี้สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (Logical Operation) ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ ซึ่งพออธิบายคร่าว ๆ ได้ ดังนี้ (Sund. 1976 : 48 - 58)

1. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) กระบวนการคิดของเด็กวัยนี้เริ่มใช้หลักการ หรือแนวคิดแบบผู้ใหญ่ มีความสลับซับซ้อนในการใช้เหตุผล เช่น รู้จักใช้การลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวมข้อมูลประมวลเข้าด้วยกัน ใช้ความคิดใคร่ครวญแล้วจึงแสดงออกมาเป็นการกระทำอย่างถูกกาลเทศะ รู้จักใช้การคิดคาดการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถใช้ในการวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างมีหลักเกณฑ์

2. สามารถตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานได้ (Hypothetical Deductive reasoning) เช่น เมื่อคนเราพบปัญหาอย่างหนึ่ง การเริ่มต้นกระบวนการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ไว้อย่างหนึ่งแล้วพยายามสรุปโดยใช้เหตุผลเชิงอนุมาน เช่น เด็กคนหนึ่งคิดว่า “วิธีที่จะได้เป็นเจ้าของรถยนต์สักคันหนึ่ง คือการไปขอเงินพ่อแม่ซื้อ” แต่ในขณะเดียวกันอีกความคิดหนึ่งจะเกิดขึ้นแย้งกับความคิดเดิม “ไม่มีทางเป็นไปได้ พ่อแม่คงไม่ให้เงินฉันแน่” และคิดต่อไปว่า “ฉันต้องหาเงินมาซื้อด้วยตนเอง” ความคิดเป็นเช่นนี้เป็นหนทางที่ชี้้นำการแก้ปัญหา “ฉะนั้นต้องหางานทำและเก็บเงินสะสมไว้เพื่อซื้อรถที่ต้องการ” ข้อสรุปสุดท้ายนี้เป็นความคิดเชิงเหตุผลแบบอนุมานที่เด็กคนนี้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง

3. การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) เป็นลักษณะการตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานชนิดหนึ่ง เช่น

ก. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ให้นมลูกกิน

ข. สัตว์นี้ให้นมลูกกิน

ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์นี้ คนที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรมจะประเมินเหตุผลนี้ว่าเป็นจริงเสมอไปหรือไม่ ดังเช่น

ก. สุนัขเห่า

ข. สัตว์ตัวนี้เห่า

ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสุนัข

คำตอบในข้อ ค. อาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรม เพราะการสรุปว่า

สัตว์ทุกตัวที่ “เห่า” จะต้องเป็นสุนัขเสมอไปนั้นอาจไม่จริงเพราะสัตว์ชนิดอื่นอาจ “เห่า” เหมือนสุนัข การคิดเหตุผลแบบอนุमानแบบ Syllogism จึงเป็นขั้นก้าวหน้าไปอีกขั้นหนึ่ง การประเมินก่อนลงความคิดเห็นเป็นลักษณะที่คนเราใช้สติปัญญาขั้นสูง

4. การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล (Propositional Thinking) เด็กในวัยนี้บางคนเริ่มมีความคิดคาดการณ์เป็นขั้น ๆ โดยใช้เหตุผลต่าง ๆ

- 4.1 มันอาจเป็นเช่นนี้ หรือเป็นเช่นนั้นได้
- 4.2 มันอาจเป็นเช่นนี้ และเป็นเช่นนั้นได้ด้วย
- 4.3 มันอาจเป็นเช่นนี้ แต่ไม่เป็นเช่นนั้น
- 4.4 มันอาจไม่เป็นทั้งเช่นนี้ และเช่นนั้นได้

ตัวอย่างการใช้เหตุผลอธิบายปรากฏการณ์ เช่น

- 1. ถ้าเป็น (ก) ต้องเกิด (ข)
ตัวอย่าง “ถ้าฝนตก (ก) พื้นดินจะชุ่มชื้น (ข)”
- 2. ถ้าเกิด (ข) เป็นเพราะ (ก)
ตัวอย่าง “ถ้าพื้นดินชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนตก (ก)”
- 3. ถ้าไม่ใช่ (ก) ก็จะไม่เกิด (ข)
ตัวอย่าง “ถ้าฝนไม่ตก (ก) พื้นดินก็ไม่ชุ่มชื้น (ข)”
- 4. ถ้าไม่เกิด (ข) ก็จะไม่ใช่ (ก)
ตัวอย่าง “ถ้าพื้นดินไม่ชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนไม่ตก (ก)”

ในกระบวนการใช้เหตุผลทำนองนี้ทำให้เกิดควบคุมตัวแปรตัวหนึ่งตัวใดไว้ แล้วใช้ตัวแปรอื่น ๆ เป็นตัวทดลองไปเรื่อย ๆ จนสามารถหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาได้

5. เข้าใจเรื่องการสัมพันธ์ข้อมูล (Comprehension of Allegory) เด็กที่สามารถเข้าใจเรื่องหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแล้วสามารถแปลความหมายและมีความคิดลึกซึ้ง เช่น สามารถนำเรื่องที่มีประสบการณ์มาก่อนไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นได้ โดยอธิบายความสัมพันธ์ของประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

6. การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) เด็กสามารถใช้เหตุผลโดยการย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เช่น การลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว

ตัวอย่าง “ดำสูงกว่าแดง แดงสูงกว่าขาว ถามว่าใครคือคนที่สูงที่สุด”

ขั้นการคิด ดำ สูงกว่า แดง

แดง สูงกว่า ขาว

เพราะฉะนั้น ดำ สูงกว่า ขาว

คำตอบ ดำ คือคนที่สูงที่สุด

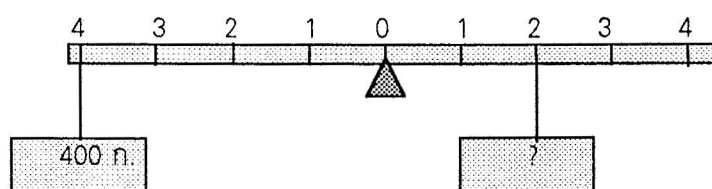
ลำดับขั้นตอนการคิดทำนองนี้เริ่มจาก

- 1) ตั้งประเด็นของปัญหาที่ได้รับ
- 2) พิจารณาว่าข้อมูลที่มีในปัญหา และข้อมูลที่ยังขาดหายไป
- 3) ร่างขั้นการดำเนินการคิดหาข้อมูลที่ยังขาดหายไป
- 4) ลงมือตอบ

7. หลักการใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) เป็นความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลาย ๆ ตัวแปรอย่างมีระบบ ตัวอย่างเช่น

นักเรียนได้รับขวดบรรจุของเหลวไม่มีสี และไม่มีกลิ่นจำนวน 4 ใบ กับขวดรูปชมพู่บรรจุของเหลวชนิดเดียวกัน เมื่อหยดของเหลวชนิดหนึ่งซึ่งมีป้ายชื่อ (n) ลงในขวดรูปชมพู่ ของเหลวในขวดรูปชมพู่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ให้นักเรียนทำการทดลองผสมของเหลวในขวดทั้ง 4 ใบให้ได้ของเหลวสีเหลือง ในการแก้ปัญหานี้ เด็กที่สติปัญญาถึงขั้นนามธรรมจะสามารถใช้วิธีการผสมของเหลวในขวดเหล่านี้อย่างมีระบบระเบียบ ความยากของปัญหานี้อยู่ที่ว่าของเหลวเพียงขวดเดียวเท่านั้น ที่จะผสมกับของเหลว (n) จึงจะได้สีเหลือง ของเหลวในขวดอื่น ๆ จะไม่ทำปฏิกิริยากัน

8. เข้าใจเรื่องสัดส่วน (Proportional Thinking) การใช้ความคิดตามหลักการสัดส่วนสามารถนำมาเป็นเหตุผลในการแก้ปัญหาได้ ตัวอย่างเช่นปัญหาตาสั่งแบบสองแขน เด็กสามารถหาคำตอบได้เองจากการใช้เหตุผลตามหลักสัดส่วน



ถามว่าจะต้องเอาน้ำหนักเท่าใดมาแขวนจึงจะทำให้คานาอยู่ในลักษณะสมดุลย์

9. การควบคุมตัวแปร (Controls Variable) เมื่อทำการทดลองหรือคิดแก้ปัญหาใด ๆ ที่สลับซับซ้อนจะสามารถแยกแยะตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาเสียก่อนและใช้วิธีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ เปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

10. จำแนก จัดลำดับหมวดหมู่ เช่น สัตว์ พืช สิ่งของ ตามลำดับของการจำแนกโดยถือชนิดเป็นเกณฑ์ตามที่เกิดตามระบบอวัยวะ หรือตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้

11. สามารถตั้งคำถาม และยอมรับการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถวิพากษ์วิจารณ์เรื่องสิทธิและเสรีภาพ มีเหตุผลเป็นของตัวเองในด้านการคิด

12. สามารถคิดแบบความน่าจะเป็น (Probability)

13. สามารถเข้าใจความคิดเชิงอุดมคติ และมีอุดมคติเป็นของตนเอง

จากเอกสารพัฒนาการทางสติปัญญาพอสรุปได้ว่า การพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจท์ จะเกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ หรือเป็นขั้นตอน แต่ละขั้นตอนจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ลักษณะที่แตกต่างกันของเด็ก และสิ่งแวดล้อมหรือวัฒนธรรมของเด็กแต่ละคน ซึ่งการคิดจะเจริญขึ้นได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความเจริญทางกายและประสบการณ์ที่เด็กได้รับ สำหรับเด็กที่มีพัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรม (อายุ 11 - 15 ปี) จะมีการคิดอย่างมีเหตุผลได้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผล (Logical Reasoning) หมายถึงการกระทำหรือกระบวนการทางสมอง ในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์จากสิ่งที่รู้แล้วไปยังสิ่งที่ยังไม่รู้ เป็นกระบวนการคิดในขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Thinking) และใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะการคิดดังต่อไปนี้

1. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ไม่ต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น รู้จักใช้การลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอนสามารถรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกันแล้วแสดงความคิดเห็นนั้นออกมาอย่างมีหลักเกณฑ์

2. ตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมาน (Hypthetical - Deductive Reasoning) หมายถึงการให้เหตุผลแบบคาดคะเนให้คำตอบล่วงหน้า เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยการนำหลักการใหญ่ที่เป็นประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับหลักการย่อย เช่น

เด็กคนหนึ่งมีปัญหาอยู่ว่า : เธออยากได้รถจักรยานหนึ่งและเกิดความคิดว่า

ต้องขอเงินพ่อซื้อ : แต่พ่ออาจไม่ให้

ต้องหาเงินซื้อด้วยตัวเอง : ฉะนั้นต้องทำงานเพื่อเก็บเงินไว้ซื้อเอง

3. เหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) หมายถึงการอ้างเหตุผลที่สอดคล้องสมเหตุสมผลกัน ประกอบด้วยข้อเท็จจริง 2 ข้อ และข้อสรุป ตัวอย่างเช่น

ก. ความดีทุกอย่างควรสรรเสริญ

ข. ความกรุณาเป็นความดีอันหนึ่ง

ค. ฉะนั้นความกรุณาจึงควรสรรเสริญ

4. เหตุผลแบบมีเงื่อนไข (Propositional Thinking) หมายถึงการใช้เหตุผลอธิบายปัญหาที่ต้องการพิสูจน์ หรือแสดงใจหาย ตัวอย่างเช่น

ถ้าเป็น (ก) ต้องเกิด (ข)

ตัวอย่าง “ถ้าฝนตก (ก) พื้นดินจะชุ่มชื้น (ข)”

5. การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) หมายถึงความสามารถใช้เหตุผลย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เป็นการลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว เช่น

ดำ สูงกว่า แดง

แดง สูงกว่า ขาว

ฉะนั้น ดำ สูงกว่า ขาว

6. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัดส่วน (Proportional Reasoning) หมายถึงความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 2 จำนวน หรือสัดส่วนของวัตถุอันหนึ่งกับวัตถุที่เหลือ

7. การควบคุมตัวแปร (Controls Variable) หมายถึงความสามารถแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่น ๆ และใช้วิธีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่นเปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

8. การใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) หมายถึงการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของตัวแปรอย่างมีระบบ เช่น ในการทำปฏิกิริยาเคมีของสารพบว่ามีสารเคมี 2 ชนิด เท่านั้นเมื่อทำปฏิกิริยากันแล้วจะได้ตะกอนสีส้ม ถ้ากำหนดให้สารเคมีทั้งหมด 4 ชนิด โดยให้นักเรียนทำการทดลองผสมสารทั้ง 4 ชนิด ให้

ได้ตะกอนสีส้ม ซึ่งในการแก้ปัญหานี้เด็กจะใช้วิธีการโดยผสมสารเหล่านั้นอย่างมีระบบ

9. ความน่าจะเป็น (Probability) หมายถึงตัวเลขที่บอกว่าเหตุการณ์หนึ่งจะมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยเท่าไร ในบรรดาเหตุการณ์ทั้งหลายที่เป็นไปได้

จากแนวคิดดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเด็กในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของไทยซึ่งมีอายุอยู่ระหว่าง 11 - 15 ปี ก็น่าจะมีการพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรมได้ ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษาถึงความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลกับเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส

งานวิจัยในประเทศ

เพ็ญพรรณ จำปา (2536 : 38-40) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้รูปแบบการสอน SSCS MODEL และการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนพานพร้าว อำเภอศรีเชียงใหม่ จังหวัดหนองคาย ผลการวิจัยสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการสอน SSCS MODEL สูงกว่านักเรียนที่สอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทวีสิทธิ์ สุขกุล (2539 : 29-35) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสมดุลกล โดยใช้การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส การสอนแบบเรียนเพื่อรอบรู้และการสอนตามคู่มือครู สสวท. โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ ว 022 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบเอส เอส ซี เอส การสอนแบบเรียนเพื่อรอบรู้ และการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ในส่วนของงานวิจัยที่ใกล้เคียงกับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส คือการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้คือ

อัญชลีพร เตชะศิริบุญกุล (2535 : 64-72) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจ กับการสอนตามคู่มือครู โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนยานนาวาศึกษาวิทยาลัย อำเภอยานนาวา กรุงเทพฯ จำนวน 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 50 คน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชนี บุญเรือง (2535 : 115-124) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยการประยุกต์กิจกรรมกลุ่มควบคุมคุณภาพกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของวิทยาลัยนาฏศิลป์ กรุงเทพฯ สุ่มมา 2 ห้อง ห้องละ 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะปฏิบัติ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัตนะ บัวรา (2540 : 99-107) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางเขน เขตบางเขน กรุงเทพฯ จำนวน 76 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 38 คน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

3. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สุนทรี วัฒนพันธุ์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนโพธิ์ทอง “จินดามณี” อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 70 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรกิตติ ผ่องศรี (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอดและความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้โมชั่นพิกเจอร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพิบูลย์ประชาสรรค์ เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

กัญญา ภิญญกิจ (2538 : 78-85) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนด้วยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนเสนา “เสนาประสิทธิ์” อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 35 คน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน แต่ความสนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิจิตรา พรหมบุตร (2539 : 80-86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่สอนโดยใช้เทคนิคการประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่ความสามารถในการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัชรีย์ เลียนบรรจง (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 70 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 35 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

พาร์คเกอร์ (Parker. 1974 : 4914 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่องเซลล์ โมเลกุล DNA และพันธุกรรม ในระดับมหาวิทยาลัยโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

บาร์ด (Bard. 1975 : 5947 - A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักศึกษาที่ Southern Colorado State College โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

สมิท (Smith. 1994) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วย

ตนเอง เครื่องมือที่ใช้ เป็นวิธีทดสอบภาคสนามซึ่งเรียกว่าการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอน ทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

4. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สุมาลี ดำรงไชย (2537 : 111-121) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่น กับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ของโรงเรียนคนทีพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แววตา ดันวัฒนกุล (2538 : 71-84) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีแผ่นโปร่งใสซ้อนภาพประกอบ กับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย บางรัก กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีแผ่นโปร่งใสซ้อนภาพประกอบ กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เปรมวดี รักชาติ (2539 : 81-91) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยี กับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม

เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 40 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนค่านิยมทางเทคโนโลยีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เชมิกาญจน์ ทองมา (2540 : 101-108) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 15 คน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันแต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนีรัตน์ เกตไสว (2540 : 87-96) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน กลุ่มควบคุม 32 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. ผลการศึกษาปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

โทบิน และคาไฟ (Tobin and Capie, 1982 : 113-121) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านเหตุผล การควบคุมตำแหน่ง ความผูกพันทางวิชาการ และผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผลปรากฏว่านักเรียนจำนวน 2 ใน 9 ของกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถทางด้านเหตุผล มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้

พาดิลลา และคนอื่น ๆ (Padilla and others. 1983 : 239-246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ (formal thinking) และมีข้อเสนอแนะว่า การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาจมีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ

ฮามิดาห์ (Hamidah. 1983 : 19-22) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของมาเลเซีย ที่มีความสามารถสูง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

รอสส์ (Ross. 1988 : 193-204) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ในการวัดผล ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้แบบทดสอบที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับเพศ รอสส์ได้ตั้งสมมติฐานว่า ผู้ชายจะมีผลสัมฤทธิ์เกี่ยวกับเนื้อหาเพศชายได้ดีกว่าเพศหญิง และเพศหญิงก็จะมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเพศชายในเนื้อหาที่เกี่ยวกับเพศหญิง ผลจากการศึกษาปรากฏว่าเพศชายและเพศหญิง ไม่แตกต่างกันในผลสัมฤทธิ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับเพศ

ชาร์แมนน์ (Scharmann. 1989 : 715-726) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของพัฒนาการของการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษพบว่าการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน 1 ภาคเรียน จะทำให้พัฒนาการในการรับความรู้พื้นฐานทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

สตราวิทซ์ (Strawits. 1989 : 659-664) ได้ศึกษาผลของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยตนเองโดยใช้อุปกรณ์การเรียน ผลปรากฏว่าการทดสอบย่อย ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างต่อผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นอร์แมน (Norman. 1992 : 715-727) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างแบบจำลองที่เป็นระบบ (Systematic modeling) กับวัฏจักรการเรียนรู้ (learning cycle) ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยครูที่สอนแบบจำลองที่เป็นระบบ มีผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยครูที่สอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้

5. งานวิจัยเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

งานวิจัยในประเทศ

ชัยสงคราม เครือหงส์ (2522 : 58) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสงขลา จำนวน 286 คน ทำแบบทดสอบความสามารถในการหาเหตุผลแบ่งเป็น 2 ฉบับ คือการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยและการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัยมีความสัมพันธ์กันกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.592 และ 0.615 ตามลำดับและมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรินทร์ ผลกล้วย (2524 : 55) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการคิดหาเหตุผล ตามหลักตรรกศาสตร์ในชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในเมืองและชนบท โดยศึกษากลุ่มประชากรที่เป็นนักเรียนระดับอายุ 11 - 16 ปี ปีการศึกษา 2522 จำนวน 150 คน ผลการวิจัยพบว่า การคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.808 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรพิมล สุกุลคู (2525 : 65) ได้ศึกษาผลของการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับการเรียนรู้ต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จ.อุดรธานี พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาการเรียนรู้ต่างกัน กลุ่มนักเรียนที่มีระดับการเรียนรู้ขั้นการคิดแบบนามธรรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่าทุกกลุ่ม ส่วนกลุ่มนักเรียนที่มีระดับการเรียนรู้ขั้นการคิดแบบกึ่งนามธรรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาขั้นการคิดแบบรูปธรรม

งานวิจัยต่างประเทศ

สตีฟ แซย์ และแดนเนียล ดับบลิว บอล (Steve Sayre and Daniel W. Ball. 1975 : 174) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ระหว่างระดับคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถของนักศึกษาในการที่จะปฏิบัติการกิจระดับปฏิบัติการด้วยนามธรรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 - 8 จำนวน 214 คน เกรด 10 - 12 จำนวน 205 คน ในรัฐโคโลราโด ความสามารถในการปฏิบัติการกิจระดับปฏิบัติการด้วยนามธรรม วัดโดยการสอบเชิงสัมภาษณ์เกี่ยวกับภารกิจ

ของเพียเจท์ (Piagetion Task Instrument = P.T.I.) ซึ่งพัฒนาโดย เพียเจท์และอินเฮลเดอร์ ผลปรากฏว่านักศึกษาที่มีระดับการคิดหาเหตุผลด้านนามธรรมสูงถึงระดับปฏิบัติการด้านนามธรรมมีระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักศึกษาที่มีพัฒนาการยังไม่ถึงขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เซียบเพ็ตตา (Chiappetta. 1976 : 253 - 261) ได้สำรวจและรวบรวมผลการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ ที่มีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาและระดับวิทยาลัย พบว่าระดับสติปัญญาการเรียนรู้มีความสัมพันธ์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

แคนทูและเฮร์รอน (Cantu and Herron. 1978 : 135 - 143) ได้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ ในขั้นการคิดแบบรูปธรรมและนามธรรมกับการเรียนรู้ในมิติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะดูว่าการรับรู้ในมิติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการปฏิบัติการแบบรูปธรรมกับการรับรู้แบบนามธรรมนั้นเป็นอย่างไร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาและนักศึกษาในวิทยาลัย จำนวน 137 คน มีอายุเฉลี่ย 16.25 ปี ใช้เวลาดำเนินการวิจัย 6 สัปดาห์ โดยทดลองสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ให้ แล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ พบว่านักเรียนที่มีการรับรู้ในมิติทางวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการด้วยรูปธรรมได้ดีกว่าการรับรู้แบบนามธรรม ฉะนั้นการที่จะให้นักเรียนพัฒนาความคิดตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรสอนแบบปฏิบัติการด้วยรูปธรรม

พิเบอร์น (Piburn. 1980 : 443-448) ได้ศึกษาความสามารถพิเศษที่สัมพันธ์กับระดับสติปัญญาการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนิวซีแลนด์ ด้วยการใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเกรด 5 จำนวน 34 คน ใช้แบบทดสอบ 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถพิเศษและแบบทดสอบกิจกรรมสัมพันธ์ของเพียเจท์ 2 ข้อ พบว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดแบบนามธรรมและขั้นการคิดแบบรูปธรรม ได้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์และคะแนนวัดความสามารถพิเศษแตกต่างกัน โดยเด็กนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดแบบนามธรรม ได้คะแนนสูงกว่า

จากงานวิจัยดังกล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าระดับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของ เพียเจท์ มีผลต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะนักเรียนที่อยู่ในชั้น การคิดแบบนามธรรม สามารถเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนในชั้นอื่น ๆ และในการจัด การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กเป็น สำคัญ เด็กที่มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ได้ดี จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีด้วย

6. งานวิจัยเกี่ยวกับการคิด และการคิดอย่างมีเหตุผล

งานวิจัยในประเทศ

วีระ เมืองช้าง (2525 : 49) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณกับการ แก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทร์- ประดิษฐารามวิทยาคม จำนวน 193 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ญาณที่ดัดแปลง จากแบบทดสอบของพยอม ตันมณี และแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองผลการวิจัยพบว่าความ คิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการแก้ปัญหา เชิงวิทยาศาสตร์

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองสอนเน้นทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุมสอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท. ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคู่มือครู สสวท.

สมเจตน์ ไวยากรณ์ (2530 : 100) ได้ศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถ ด้านการใช้เหตุผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองสอนตามรูปแบบ การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยกระบวนการสอน 4 ขั้นตอน คือการวางแผน การสร้าง แนวคิดรวบยอด การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และการประเมินผล ผลการทดลองพบว่า รูปแบบ การสอนที่สร้างขึ้นสามารถสอนให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมความคิดตามทักษะของบลูมและคณะได้ทุก ระดับพฤติกรรมแต่พฤติกรรมการคิดดังกล่าวต้องการเวลาสอนแตกต่างกัน โดยเฉพาะพฤติกรรม

การคิดด้านการสังเคราะห์และการประเมินค่า ต้องการเวลาในการสอนมากกว่าพฤติกรรมการคิด ด้านด้านการวิเคราะห์เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ แล้วพบว่ารูปแบบการสอนที่สร้างขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนทุกระดับการเรียนรู้ที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถด้านการ ใช้เหตุผลในทุก ๆ ด้านสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการสอนตามปกติช่วยส่งเสริมความสามารถ ด้านการใช้เหตุผลของผู้เรียน เฉพาะผู้ที่มีผลการเรียนระดับปานกลางเท่านั้น

นงนุช มานูตร (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ไม่แตกต่างกัน แต่ทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับที่ ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1969 : 3332 - A) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความ สามารถในการแก้ปัญหา กับภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดหาเหตุผล (Critical Thinking) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนฝึกหัดครู 3 กลุ่ม กำลัง เรียนวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองได้รับการสอนวิธีแก้ปัญหาเพียงกลุ่มเดียว แต่ทดสอบ ทั้ง 3 กลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้รับข้อความ 1 ย่อหน้า ซึ่งเกี่ยวกับปัญหาวิทยาศาสตร์ให้ นักเรียนอ่านข้อความเหล่านั้นแล้วให้นักเรียนเขียนปัญหาที่เกิดขึ้น และบอกวิธีการของตนในการ ตอบปัญหานั้นโดยคำนึงถึงวิธีการแก้ปัญหาวามีที่วิธี ปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหา ของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากอีก 2 กลุ่ม

เรย์ (Ray. 1979 : 3220 - A) ได้วิจัยเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับต่ำกับ คำถามระดับสูง ในการสอนวิชาเคมีที่มีต่อความมีเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้ เหมือนกันหมด กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับสูง (คำถามชั้นความเข้าใจ ขั้นการนำไปใช้ ขั้น การวิเคราะห์ และขั้นการประเมินค่า) อีกกลุ่มหนึ่งสอนด้วยคำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่สอนด้วยคำถามระดับสูง สามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของความมีเหตุผลเชิง นามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

วิลเลียม (William. 1981 : 1605 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติ ผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นจุดศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุม 43 คน สอนแบบเดิม ทำการสอนมาเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยดังกล่าวพอจะสรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการใช้คำถามในระดับสูง การสอนโดยวิธีแก้ปัญหาและการจัดรูปแบบการสอนเป็นพฤติกรรมความคิดขั้น วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนปกติพบว่าให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและสามารถใช้เหตุผลในทุก ๆ ด้าน สูงขึ้นด้วย แสดงว่าหากครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองแล้ว จะมีส่วนทำให้สามารถใช้เหตุผลได้ดีหรือมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้น และน่าจะส่งผลให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงขึ้นด้วย

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียน
บริหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306
จำนวน 8 ห้องเรียน รวม 378 คน

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียน
บริหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306
จำนวน 378 คน ซึ่งได้จากการจับสลากจำนวน 2 ห้องเรียน จาก 8 ห้องเรียน แล้วจับสลาก
แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 บทที่ 17 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น
พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี (สสวท.)

ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540
โดยใช้เวลาดทดลองกลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

✕ แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Non-Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538 : 65) ซึ่งมีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 5 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อนสอน	ทดลอง	สอบหลังสอน
E	T ₁	X ₁	T ₂
C	T ₁	X ₂	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนสอน
T ₂	แทน	การทดสอบหลังสอน
X ₁	แทน	การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส
X ₂	แทน	การสอนตามคู่มือครู

การทดสอบก่อนสอน

ได้คะแนน 2 ชุดคือ

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ซึ่งคะแนนทั้ง 2 ชุดนี้ จะใช้เป็นคะแนนรวม เพื่อปรับพื้นฐานของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

การทดสอบหลังสอน

ได้คะแนน 3 ชุด คือ

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากของ ณรงค์ พ่วงศรี

ตารางคะแนนผลการวัดจะเป็นดังนี้

ตาราง 6 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 (X)
และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Z) ซึ่งเป็นตัวแปรร่วม ของ
กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ลำดับ ที่	กลุ่มทดลอง		ลำดับ ที่	กลุ่มควบคุม	
	X_1	Z_1		X_2	Z_2
1	X_{11}	Z_{11}	1	X_{12}	Z_{12}
2	X_{21}	Z_{21}	2	X_{22}	Z_{22}
3	X_{31}	Z_{31}	3	X_{32}	Z_{32}
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
n	X_{n1}	Z_{n1}	n	X_{n2}	Z_{n2}

สัญลักษณ์แทนผลการวัด

X_1 แทน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่
1/2540 ของกลุ่มทดลอง

X_2 แทน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่
1/2540 ของกลุ่มควบคุม

Z_1 แทน คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มทดลอง

Z_2 แทน คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มควบคุม

ตาราง 7 คะแนนจากการสอบหลังการทดลอง ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Y_1)
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Y_2) และความสามารถในการคิดอย่างมี -
เหตุผล (Y_3) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ลำดับ ที่	กลุ่มทดลอง			ลำดับ ที่	กลุ่มควบคุม		
	Y_{1E}	Y_{2E}	Y_{3E}		Y_{1C}	Y_{2C}	Y_{3C}
1	Y_{11E}	Y_{12E}	Y_{13E}	1	Y_{11C}	Y_{12C}	Y_{13C}
2	Y_{21E}	Y_{22E}	Y_{23E}	2	Y_{21C}	Y_{22C}	Y_{23C}
3	Y_{31E}	Y_{32E}	Y_{33E}	3	Y_{31C}	Y_{32C}	Y_{33C}
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
n	Y_{n1E}	Y_{n2E}	Y_{n3E}	n	Y_{n1C}	Y_{n2C}	Y_{n3C}
.	.	.	.	.	.	.	.

สัญลักษณ์แทนผลการวัด

- Y_{1E} แทน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ของกลุ่มทดลอง
- Y_{1C} แทน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ของกลุ่มควบคุม
- Y_{2E} แทน คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
ของกลุ่มทดลอง
- Y_{2C} แทน คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
ของกลุ่มควบคุม
- Y_{3E} แทน คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของกลุ่มทดลอง
- Y_{3C} แทน คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของกลุ่มควบคุม

✓ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร ซึ่งแบ่งเป็น
2. แบบ คือ
 - 1.1 แผนการสอน ตามการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส
 - 1.2 แผนการสอน ตามคู่มือครู
2. เอกสารประกอบการเรียน
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
5. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
- ✓ 6. แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

✓ ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

การสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ดำเนินการสร้าง ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306
2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอน จากคู่มือครู และหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร
3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอนและความคิดรวบยอดจากเนื้อหาวิชาเรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา
5. สร้างแผนการสอน จำนวน 22 คาบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้
 - 5.1 ความคิดรวบยอด
 - 5.2 จุดประสงค์ของกิจกรรม
 - 5.3 กิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 2 แบบ ดำเนินการดังนี้

5.3.1 แผนการสอน โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส

มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

5.3.1.1. ขั้นค้นปัญหา (Search)

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหา จากสถานการณ์ การสาธิต หรือ วี ดี โอ เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงขอบเขตของปัญหา

5.3.1.2 ขั้นแก้ปัญา (Solve)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง

- นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากเอกสาร

ประกอบการเรียน

- นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

5.3.1.3 ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

- นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูล และบันทึกข้อมูลที่ได้จาก

การทดลอง

5.3.1.4 ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

- ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปราย ร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่ พร้อมทั้งอภิปรายถึงข้อ ผิดพลาดจากการทดลอง ของแต่ละกลุ่ม

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ ของความรู้ใหม่ ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5.3.2 แผนการสอน ตามคู่มือครู

มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

5.3.2.1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหา จาก สถานการณ์ที่กำหนดในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลอง และข้อควร ระวังในการทดลอง

5.3.2.1 ขั้นทดลอง

- นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน

5.3.2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวมเป็นความรู้ใหม่
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5.4 สื่อการเรียนการสอน

5.5 การวัดและประเมินผล

6. นำแผนการสอนทั้ง 2 แบบ ที่สร้างไว้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการดังนี้

7.1 ทดลองสอนกับนักเรียนในกลุ่มย่อย เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่นระยะเวลาที่ใช้ การสื่อความหมาย รายการอุปกรณ์ที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

7.2 ทดลองสอนนักเรียนทั้งห้อง เพื่อหาข้อบกพร่องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้จริง

2. เอกสารประกอบการเรียน

เอกสารประกอบการเรียน เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของวิชา วิทยาศาสตร์ ว 306 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น

2. ศึกษารายละเอียด เนื้อหาเรื่องการขนส่งและการสื่อสาร จากแบบเรียนและคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 เพื่อนำมาสร้างเอกสารประกอบการเรียน และเพื่อกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ให้เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา

3. ศึกษาเทคนิคการกำหนดสถานการณ์และการใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเอกสารประกอบการเรียน

4. สร้างเอกสารประกอบการเรียน ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

4.1 ชื่อกิจกรรม

4.2 สถานการณ์ปัญหาจากกการสาธิต หรือ วี ดีทัศน์

4.3 คำถามเพื่อให้นักเรียน

- ระบุปัญหา
- ตั้งสมมติฐาน
- ออกแบบการทดลอง โดยเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการอุปกรณ์ที่กำหนดให้
- ระบุตัวแปร (ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม)
- บันทึกผลการทดลอง โดยเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลเอง
- สรุปผลการทดลอง

4.4 เนื้อหาสาระ เสนอความรู้ในเรื่องที่ทำการทดลอง

5. นำเอกสารประกอบการเรียนที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์

จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. นำเอกสารประกอบการเรียนที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอคอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยใช้ร่วมกับแผนการสอน เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ระยะเวลา การสื่อความหมาย รายการอุปกรณ์ที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร จากแบบเรียน และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 ว 306 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ วิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 3 ด้านคือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้

3. สร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมด้านต่าง ๆ จำนวน 80 ข้อ

4. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องด้านภาษา เพื่อแก้ไขปรับปรุง ตรวจสอบความ เทียบตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม แล้วเลือก ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปได้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538 : 115-117) และในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IC) .60 - 1

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ มาปรับปรุงด้านภาษาแล้ว นำไปทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คนที่ผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ม. 3 เรื่องการขนส่ง และการสื่อสารมาแล้ว

6. วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบ โดยใช้สัดส่วนระหว่างจำนวน ผู้ที่ตอบข้อสอบในแต่ละข้อถูกต้องจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบ ทดสอบ โดยใช้สูตรสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538 : 129 - 130) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจ- จำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ และในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบ ที่มีค่าความยากง่าย (p) .32 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) .24 - .72

7. นำข้อสอบที่เลือกไว้ในข้อ 6 จัดทำเป็นฉบับแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ม. 3 เรื่องการขนส่งและการสื่อสารมาแล้ว เพื่อหาค่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538 : 123-125) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.86

8. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน บรรหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540

4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสาร

ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. สร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ 5 ทักษะดังนี้

2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.3 ทักษะการทดลอง

2.4 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ แบบเลือก
ตอบ 5 ตัวเลือก ทักษะละ 12 ข้อ จำนวน 60 ข้อ

4. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ
ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องด้านภาษา เพื่อแก้ไขปรับปรุง ตรวจสอบความ
เที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม แล้วเลือก
ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปได้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 115-117)
และในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IC)
.60 - 1

5. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มาปรับปรุง
ด้านภาษา แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่ม
ตัวอย่าง

6. วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบ โดยใช้สัดส่วนระหว่างจำนวน
ผู้ที่ตอบข้อสอบในแต่ละข้อถูกต้องจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบ
ทดสอบ โดยใช้สูตรสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.
2538 : 129 - 130) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจ
จำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ และในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบ
ที่มีค่าความยากง่าย (p) .32 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) .20 - .72

7. นำข้อสอบที่เลือกไว้ในข้อ 6 จัดทำเป็นฉบับแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดย

ใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 123-125) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.88

8. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540

5. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. สร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน

8 ทักษะดังนี้

2.1 ทักษะการสังเกต

2.2 ทักษะการวัด

2.3 ทักษะการจำแนกประเภท

2.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา

2.5 ทักษะการคำนวณ

2.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

2.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

2.8 ทักษะการพยากรณ์

3. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แบบเลือกตอบ

5 ตัวเลือก ทักษะละ 10 ข้อ จำนวน 80 ข้อ

4. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องด้านภาษา เพื่อแก้ไขปรับปรุง ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปได้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 115-117) และในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IC)

5. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มาปรับปรุงด้านภาษา แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

6. วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรส่วนระหว่างจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบในแต่ละข้อถูกต้องจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 129 - 130) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ และในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) .42 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) .24 - .88

7. นำข้อสอบที่เลือกไว้ในข้อ 6 จัดทำเป็นฉบับแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 123-125) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.51

8. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540

6. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยปรับปรุงจากของ ณรงค์ พ่วงศรี (2525 : 67 - 79) จำนวน 20 ข้อ

2. นำข้อสอบในข้อ 1 จัดทำเป็นฉบับแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 123-125) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.57

3. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้จากการจับสลากจำนวน 2 ห้องเรียน จาก 8 ห้องเรียน แล้วจับสลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน
2. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มาเป็นตัวแปรร่วมตัวที่ 1
3. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อนำผลคะแนนมาเป็นตัวแปรร่วมตัวที่ 2
4. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เนื้อหาเดียวกัน เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ใช้ระยะเวลาในการสอนเท่ากันคือ กลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ โดยการสอนดังนี้

4.1 กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส

4.2 กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

5. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียน ทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

6. ตรวจผลการทดสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

7. นำผลการวิเคราะห์ทางสถิติมาแปลความหมาย สรุปผลและเขียนรายงานการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม
2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม
3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 137-139)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความแปรปรวน (S^2) คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 :

141-143)

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

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 115-117)

$$IC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบในแต่ละข้อ โดยคำนวณจากสูตร
 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 128-130)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อคำถามแต่ละข้อ
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบในแต่ละข้อ โดยคำนวณจากสูตร

(พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 130)

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	R_U	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	R_L	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.4 หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยา

ศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้สูตร KR - 20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 124-125)

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_i^2} \right\}$$

เมื่อ	r_u	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อ
	p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 - 3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) (ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2540 : 241-245 ; อ้างอิงมาจาก Kirk. 1995)

ตาราง 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ที่มีตัวแปรร่วม 2 ตัว

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (A_{adj})	SS_b	$k - 1$	$MS_b = \frac{SS_b}{k - 1}$	$\frac{MS_b}{MS_w}$
ภายในกลุ่ม (S_{adj})	SS_w	$N - k - 2$	$MS_w = \frac{SS_w}{N - k - 2}$	
ทั้งหมด (T_{adj})	SS_T	$N - 3$		

เมื่อ N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

k แทน กลุ่มตัวอย่าง

SS_b แทน ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง ระหว่างกลุ่มของ Y ที่ปรับแล้ว

SS_w แทน ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง ภายในกลุ่มของ Y ที่ปรับแล้ว

SS_T แทน ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนทั้งหมดยกกำลังสอง ของ Y ที่ปรับแล้ว

MS แทน ความแปรปรวนของคะแนน Y ที่ปรับแล้ว

การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (Adjusted mean)

การหาค่า $\bar{Y}_{adj}$ เมื่อ มีตัวแปรร่วม 2 ตัว (X, Z) หาจากสูตร

$$\bar{Y}_{adj,j} = \bar{Y}_{.j} - \hat{\beta}_{w_{yx}} (\bar{X}_{.j} - \bar{X}_{..}) - \hat{\beta}_{w_{yz}} (\bar{Z}_{.j} - \bar{Z}_{..})$$

เมื่อ	$\bar{Y}_{adj,j}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนสอบหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง / หรือกลุ่มควบคุม
	$\bar{Y}_{.j}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังการทดลองของกลุ่ม ทดลอง / หรือกลุ่มควบคุม
	$\bar{X}_{.j}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1 ปี 2540 ของกลุ่มทดลอง / หรือกลุ่มควบคุม
	$\bar{X}_{..}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1 ปี 2540 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
	$\bar{Z}_{.j}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มทดลอง/หรือกลุ่มควบคุม
	$\bar{Z}_{..}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมดของคะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม
	$\hat{\beta}_{w_{yx}}$	แทน	สัมประสิทธิ์การถดถอยภายในกลุ่มของตัวแปร Y เมื่อทราบค่า X
	$\hat{\beta}_{w_{yz}}$	แทน	สัมประสิทธิ์การถดถอยภายในกลุ่มของตัวแปร Y เมื่อทราบค่า Z

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
X_1	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 ซึ่งเป็นตัวแปรร่วมของกลุ่มทดลอง
X_2	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 ซึ่งเป็นตัวแปรร่วมของกลุ่มควบคุม
Z_1	แทน	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นตัวแปรร่วม ของกลุ่มทดลอง
Z_2	แทน	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นตัวแปรร่วม ของกลุ่มควบคุม
Y_{1E}	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ซึ่งเป็นตัวแปรตามของกลุ่มทดลอง
Y_{1C}	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ซึ่งเป็นตัวแปรตามของกลุ่มควบคุม
Y_{2E}	แทน	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็น ตัวแปรตามของกลุ่มทดลอง
Y_{2C}	แทน	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็น ตัวแปรตามของกลุ่มควบคุม
Y_{3E}	แทน	คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นตัวแปรตาม ของกลุ่มทดลอง
Y_{3C}	แทน	คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นตัวแปรตาม ของกลุ่มควบคุม

$\bar{Y}_{adj.1E}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง
$\bar{Y}_{adj.1C}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุม
$\bar{Y}_{adj.2E}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ของกลุ่มทดลอง
$\bar{Y}_{adj.2C}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ของกลุ่มควบคุม
$\bar{Y}_{adj.3E}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผล ของกลุ่มทดลอง
$\bar{Y}_{adj.3C}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผล ของกลุ่มควบคุม
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณา ใน F - distribution
k	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง
SD	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่มทดลอง	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส
กลุ่มควบคุม	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 และคะแนนจากการสอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นตัวแปรร่วม ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ค่าสถิติพื้นฐาน ของคะแนนจากการสอบหลังการทดลอง ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ซึ่งใช้ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นตัวแปรร่วม
4. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ซึ่งใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นตัวแปรร่วม
5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ซึ่งใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นตัวแปรร่วม

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 (X) และคะแนนจากการสอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Z) ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคะแนนจากการสอบ ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์		คะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	
		$\bar{X}$	SD_x	$\bar{Z}$	SD_z
กลุ่มทดลอง	30	34.07	3.64	30.86	3.49
กลุ่มควบคุม	30	30.07	2.56	29.10	3.97

จากตาราง 9 พบว่าก่อนการทดลองค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 34.07 และ 3.64 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 ของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 30.07 และ 2.56 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 30.86 และ 3.49 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 29.10 และ 3.97 ตามลำดับ

2. ค่าสถิติพื้นฐาน ของคะแนนจากการสอบหลังการทดลองของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Y_1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Y_2) และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (Y_3) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการสอบหลังการทดลองของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Y_1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Y_2) และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (Y_3)

กลุ่มตัวอย่าง		คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์		คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ		คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล	
		$\bar{Y}_1$	SD_1	$\bar{Y}_2$	SD_2	$\bar{Y}_3$	SD_3
กลุ่มทดลอง	30	30.83	4.48	21.67	3.04	13.83	2.38
กลุ่มควบคุม	30	24.00	4.46	15.37	3.80	11.10	3.16

จากตาราง 10 พบว่าหลังการทดลองค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 30.83 และ 4.48 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 24.00 และ 4.46 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 21.67 และ 3.04 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 15.37 และ 3.80 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 13.83 และ 2.38 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 11.10 และ 3.16 ตามลำดับ

จากนั้นนำค่าคะแนนจากการทดสอบไปวิเคราะห์ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ดังแสดงในตาราง 11 ถึง 13

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ซึ่งใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นตัวแปรร่วม

ตาราง 11 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (A_{adj})	308.52	1	308.52	16.35 **
ภายในกลุ่ม (S_{adj})	1056.79	56	18.87	
ทั้งหมด (T_{adj})	1365.31	57	.01 $F(1, 60) = 7.08$	

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ($\bar{Y}_{adj.1E}$) = 30.11
 ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ($\bar{Y}_{adj.1C}$) = 24.72

จากตาราง 11 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อปรับค่าตัวแปรร่วมแล้วของนักเรียน กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}_{adj.1E}$) เท่ากับ 30.11 ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}_{adj.1C}$) เท่ากับ 24.72 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 ที่ตั้งไว้

4. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ซึ่งใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นตัวแปรร่วม

ตาราง 12 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (A_{adj})	254.91	1	254.91	23.84 **
ภายในกลุ่ม (S_{adj})	598.98	56	10.69	
ทั้งหมด (T_{adj})	853.89	57	.01	$F(1, 60) = 7.08$
ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ($\bar{Y}_{adj.2E}$) = 21.43				
ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ($\bar{Y}_{adj.2C}$) = 15.60				

จากตาราง 12 พบว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เมื่อปรับค่าตัวแปรร่วมแล้ว ของนักเรียน กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}_{adj.2E}$) เท่ากับ 21.43 ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}_{adj.2C}$) เท่ากับ 15.60 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 ที่ตั้งไว้

5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ซึ่งใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นตัวแปรร่วม

ตาราง 13 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (A_{adj})	21.56	1	21.56	3.12
ภายในกลุ่ม (S_{adj})	387.08	56	6.91	
ทั้งหมด (T_{adj})	408.64	57		

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
 $(\bar{Y}_{adj.3E}) = 13.68$

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มควบคุม
 $(\bar{Y}_{adj.3C}) = 11.25$

จากตาราง 13 พบว่าคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เมื่อปรับค่าตัวแปรร่วมแล้ว ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย $(\bar{Y}_{adj.3E})$ เท่ากับ 13.68 ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย $(\bar{Y}_{adj.3C})$ เท่ากับ 11.25 ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3 ที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 60 คน ซึ่งได้จากการจับสลากจำนวน 2 ห้องเรียน จาก 8 ห้องเรียน แล้วจับสลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน
2. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำการศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ใช้เวลาทดลอง 22 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 บทที่ 17 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร
3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย
 - 3.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบคือ
 - 3.1.1 แผนการสอน ตามการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส
 - 3.1.2 แผนการสอน ตามคู่มือครู
 - 3.2 เอกสารประกอบการเรียน
 - 3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา .60 - 1 ค่าความยากง่าย (p) .32 - .80 ค่าอำนาจจำแนก (r) .24 - .72 และค่าความเชื่อมั่น 0.86
 - 3.4 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก รวม 5 ทักษะคือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา .60 - 1 ค่าความยากง่าย (p) .32 - .80 ค่าอำนาจจำแนก (r) .20 - .72 และค่าความเชื่อมั่น 0.88
 - 3.5 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก รวม 8 ทักษะคือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนก ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 40

ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา .60 - 1 ค่าความยากง่าย (p) .42 - .80 ค่าอำนาจจำแนก (r) .24 - .88 และ ค่าความเชื่อมั่น 0.51

3.6 แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยปรับปรุงจากของณรงค์ พวงศรี มีค่าความเชื่อมั่น 0.57

4. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้จากการจับสลากจำนวน 2 ห้องเรียน จาก 8 ห้องเรียน แล้วจับสลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน

4.2 นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของปลายภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2540 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มาเป็นตัวแปรร่วมตัวที่ 1

4.3 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อนำผลคะแนนมาเป็นตัวแปรร่วมตัวที่ 2

4.4 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เนื้อหาเดียวกัน เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร ใช้ระยะเวลาในการสอนเท่ากันคือ กลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ โดยการสอนดังนี้

- กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส
- กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

4.5 เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

4.6 ตรวจผลการทดสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

4.7 นำผลการวิเคราะห์ทางสถิติมาแปลความหมาย สรุปผลและเขียนรายงานการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 - 3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ที่มี 2 ตัวแปรร่วม โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการสอนแบบเอส เอส ซี เอส สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนตามคู่มือครู
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่ง ได้รับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนตามคู่มือครู
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนตามคู่มือครู

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาค้นคว้าสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}_{adj.1E}$) เท่ากับ 30.11 ส่วนนักเรียนในกลุ่ม ควบคุมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}_{adj.1C}$) เท่ากับ 24.72 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 ที่ตั้งไว้ เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

ประการแรก เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบเอส เอส ซี เอส ในชั้นที่ 2 คือชั้นแก้ปัญหา นั้น ครูเตรียมการให้นักเรียนคิดตามขั้นตอนที่กำหนด คือ การระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทดลอง สรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำให้ นักเรียนได้คิดตามกระบวนการคิดตามธรรมชาติของมนุษย์ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ ในเนื้อหาที่เรียนได้มากกว่าการสอนตามคู่มือครู ซึ่งการเรียนการสอนตามคู่มือครู นักเรียนได้ค้นหาความรู้และทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนในแบบเรียน ซึ่งเป็นการสอนที่กำหนดลักษณะของกิจกรรม นักเรียนไม่มีโอกาสได้พัฒนาความคิดมากนัก (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2517 : 128) จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่สอนตามคู่มือครู ต่ำกว่ากลุ่มที่สอนโดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เพ็ญพรรณ จำปา (2536 : 38 - 40) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประการที่สอง เกี่ยวกับลักษณะของเอกสารประกอบการเรียน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยชื่อกิจกรรม สถานการณ์จากการสาธิตหรือวี ดี ที ศน์ คำถามเพื่อให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง โดยเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการอุปกรณ์ที่กำหนดระบุตัวแปร บันทึกผลการทดลองโดยออกแบบการบันทึกข้อมูลเอง สรุปผลการทดลองและคำถามหลังกิจกรรม ซึ่งจากรูปแบบของเอกสารประกอบการเรียน นักเรียนได้ปฏิบัติการโดยศึกษาสถานการณ์ และจากคำถาม นักเรียนต้องคิดค้นคว้า และปฏิบัติการอย่างแท้จริง ด้วยตัวของตนเอง การที่นักเรียนฝึกตอบปัญหาไปตามขั้นตอน ทำให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาวิชาไปตามกระบวนการ จึงเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมาลี ดำรงไชย

(2537 : 109) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง ที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ และเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

จากการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}_{adj.2E}$) เท่ากับ 21.43 ส่วน กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}_{adj.2C}$) เท่ากับ 15.60 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 ที่ตั้งไว้ เหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจาก

ประการแรก เกี่ยวกับลักษณะของกิจกรรมการเรียน นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส จะได้รับการพัฒนาขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และได้รับการฝึกให้เข้าใจลักษณะขั้นตอนในการแก้ปัญหามาก่อน ในขณะที่นักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูจะได้รับการพัฒนาการแก้ปัญหาไปควบคู่กับเนื้อหาวิชา ทำให้ความคล่องตัวของนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู มีน้อยกว่า นอกจากนี้ลักษณะของกิจกรรมของนักเรียน ที่เรียนโดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส จะมีขั้นตอนที่เด่นชัด นักเรียนมีอิสระในการเรียนและการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดนักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยกิจกรรมการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา จึงทำให้นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส มีโอกาสได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กัญญา ทองมัน (2534 : 80 - 84) ที่ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการทดลองแบบกำหนดแนวทาง และไม่กำหนดแนวทาง พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง ซึ่งต้องเลือกอุปกรณ์ เพื่อออกแบบวิธีการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้เองกับนักเรียนที่ทำการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้ในแบบเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประการที่สอง เกี่ยวกับคำถามของเอกสารประกอบการเรียน ในรูปแบบการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส คำถามที่ใช้เป็นคำถามที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ซึ่งนักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนความคิด มากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมณีนีรัตน์ เกตุไสว (2540 : 310) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลอง ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครู ของ สสวท. ผลการศึกษาพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

จากการศึกษาพบว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}_{adj.3E}$) เท่ากับ 13.68 ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}_{adj.3C}$) เท่ากับ 11.25 ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3 ที่ตั้งไว้ เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

ประการแรก ในการทำการวิจัยครั้งนี้ มีระยะเวลาในการทำกิจกรรมน้อยเกินไป ถ้าเพิ่มระยะเวลาในการทำกิจกรรมของนักเรียนให้มากขึ้น ก็จะมีผลทำให้คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังพิจารณาได้จากคะแนนผลการสอบ (ตาราง 18 หน้า 134 - 135) ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ตาราง 10 หน้า 97) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแล้วพบว่า คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองส่วนมากมีคะแนนสูง แต่กลุ่มควบคุมส่วนมากมีคะแนนปานกลางค่อนข้างต่ำ

ประการที่สอง แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากของณรงค์ พ่วงศรี นั้นข้อคำถามในแบบทดสอบ จะเป็นตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน อาจทำให้นักเรียนตอบคำถามในแบบทดสอบ ตามประสบการณ์

เดิมของนักเรียน โดยไม่ได้ใช้การคิดตามทฤษฎีของการคิดอย่างมีเหตุผล มาพิจารณาจึงทำให้
คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนต่ำ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอน แบบ
เอส เอส ซี เอส ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงขึ้นในระดับที่น่าพอใจ จึงควรนำกระบวนการสอนดังกล่าวไป
ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

1.2 การสร้างเอกสารประกอบการเรียน การที่จะให้กิจกรรมการเรียนการสอน
แบบเอส เอส ซี เอส เป็นไปด้วยดีนั้น สิ่งที่จะช่วยได้เป็นอย่างดีคือ เอกสารประกอบการเรียน
เพราะในเอกสารประกอบการเรียน นักเรียนจะเป็นผู้ใช้ ซึ่งประกอบไปด้วยสถานการณ์และคำ
ถาม ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการสร้างเอกสารประกอบการเรียน
จะต้องมีการวางแผนเป็นอย่างดี ทั้งในด้านเนื้อหาและสถานการณ์เพื่อให้สอดคล้องกัน ลักษณะ
ของคู่มือฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะต้องสร้างความสนใจของนักเรียนไม่ให้นักเรียนเกิดความ
เบื่อหน่าย นอกจากนี้ในเอกสารประกอบการเรียน ไม่ควรให้มีสถานการณ์และคำถามเพียงอย่าง
เดียว แต่จะต้องสอดแทรกความรู้ต่าง ๆ เข้าไปด้วย เพื่อให้เด็กได้ใช้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง

1.3 การจัดกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง บางกิจกรรมจะใช้เวลา
มาก ดังนั้นผู้สอนควรวางแผนการจัดเวลาให้ต่อเนื่อง เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อให้
การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.4 ควรสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลใหม่

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาดูผลการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ โดยหาทางปรับปรุงจุดอ่อน และข้อจำกัดที่ปรากฏในการวิจัยครั้งนี้ ให้รัดกุมยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาดูผลการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการจัดระบบสารสนเทศ ความสามารถในการนำเสนอผลงาน และความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล เฟื่องฟุ้ง. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : มกุฏราชวิทยาลัย, 2523.
- กัญญา ภิญญกิจ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนด้วยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538. อัดสำเนา.
- กิ่งฟ้า สีนรุพงษ์ และคณะ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.
- เชมิกาญจน์ ทองมา. การศึกษาค้นคว้าด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวของ สสวท. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.
- ชัยสงคราม เครือหงส์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอริสโตน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. อัดสำเนา.
- ณรงค์ พ่วงศรี. การสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล. วิทยานิพนธ์ ศศ.บ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

ดวงเดือน เทศวานิช. “รูปแบบการสอน,” พินเนศวร. 1(2) : 13 - 24 ; ธันวาคม 2534 - พฤษภาคม 2535.

นงนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

นันทเดช โชคถาวร. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

บุญสม ครุฑทา. การสร้างแบบวัดการคิดเป็น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อัดสำเนา.

บุษยาณี บุชิตากร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

ทวีสิทธิ์ สุขกุล. ผลสัมฤทธิ์เปรียบเทียบการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสมดุลกล โดยใช้การสอนแบบ เอส เอส ซี เอส การสอนแบบเรียนเพื่ออรรถรู้และการสอนตามคู่มือครู สสวท. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมมาธิราช, 2539. อัดสำเนา.

ปรีชา อมาตยกุล. มิติใหม่ในการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2528.

เปรมวดี รักขวลี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. อัดสำเนา.

ผดุงยศ ด้วงมาลา. “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์,” วารสารศึกษาศาสตร์.

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 4(12) :

มิถุนายน - กันยายน 2531.

พรพิมล สกุลคู. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับพุทธิปัญญาและรูปแบบการคิดต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม.

กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อัดสำเนา.

พรรณี ชูทัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน : จิตวิทยาการศึกษาสำหรับครูในชั้นเรียน

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 6.

กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2538.

เพ็ญพรรณ จำปา. การศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้รูปแบบการสอน SSCS MODEL และการสอนปกติ.

วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2536. อัดสำเนา.

ภพ เลานะไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2537.

มนีรัตน์ เกตไสว. ผลการจัดกิจกรรมการทดลองทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

ยงยุทธ วงศ์นาค. ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางความคิดตามทฤษฎีของเพียเจต์ที่เกิดจากการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. เอกสารประกอบการสอนแบบแผนเชิงสถิติของการทดลอง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา, 2540. อัดสำเนา.

รัชนี้ บุญเรือง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยการประยุกต์กิจกรรมกลุ่มควบคุมคุณภาพกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

รัตน์ะ บัวรา. การศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก, 2539.

วรกิตติ ผ่องศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอดและความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้โมชันพิกเจอร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538. อัดสำเนา.

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์-สำหรับครู. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว), 2532.

วัชรีย์ เลียนบรรจง. การศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. อัดสำเนา.

วิจิตรา พรหมบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้เทคนิคการประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. อัดสำเนา.

วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นนุรณาการ ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. จัดสำเนา.

วีระ เมืองช้าง. การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณกับการแก้ปัญหา
เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. จัดสำเนา.

วีระยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ :
 อำนวยการพิมพ์, 2521.

แววตา ตันวัฒนกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
มีแผ่นโปร่งใสช่วยภาพประกอบ กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์
 กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538. จัดสำเนา.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารการอบรมครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : สสวท. 2519. จัดสำเนา.

_____. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน-
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2526.

_____. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เล่ม 6 ว 306. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ :
 โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2539.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์เล่ม 6 ว 306.
 พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2539.

สมจิต สวอนไพญญ์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.

_____. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

1524 5235
สมเจตน์ ไวยากรณ. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล.

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
อัดสำเนา.

สาโรจน์ บัวศรี. "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฌ็อง เปียเจต์ (Jean Piaget)," วารสารการศึกษา.

6 (16) : 31 - 35 ; พฤศจิกายน - ธันวาคม 2523.

สุนทร วัฒนพันธุ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงาน
วิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

สุมาลี ดำรงไชย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึก
ทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

สุรินทร์ ผลกล้วย. การศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ในชั้น
ปฏิบัติการด้วยนามธรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กไทย

ในเมืองและชนบท. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

_____. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1.

กรุงเทพฯ : บริษัท เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์ จำกัด, 2531.

สำเริง บุญเรืองรัตน์. อิทธิพลของการทดสอบที่มีต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาบางประการในวิชา
คณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่มีสมรรถภาพในการเรียนต่างกัน. ปริญญาานิพนธ์

กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.

อัญชลีพร เตชะศิริกุล. การเปรียบเทียบเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจ กับการสอน ตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

อนันต์ จันทกรวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และม.2. ปรินิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.

อุทุมพร ทองอุไทย. แผนวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมศาสตร์. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ - มหาวิทยาลัย. 2523. อัดสำเนา.

อำนาจ เลิศขยันดี. การทดสอบ - การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์, 2533.

Anderson, H.O. "An Analysis of a Method For Improving Problem Solving Skills Possessed by College Students Preparing to Pursue Science Teaching as Profession," Dissertation Abstract International. 9 - 10 : 3332 - A ; March - April, 1969.

American Association for The Advancement of Science. Science a Process Approach Commentary for teacher. Washington D.C., AAAS, 1970.

Australian Science Education Project. "Inquiry Approach in a Guide to ASEP," Australian Science Education Project. 1974.

Bard, Engene Dwight. "Developement of a Variable - step Programed System of Instruction For Collage Physical," Dissertation Abstract International. 35 (9) : 5947 - A ; March, 1995.

Bloom, Benjamin S. Toxonomy of Educational Objectives Handbook 1 : Cognitive Domain. New York : David Mc Kay Company Inc., 1956.

Bourne, L. E., B.R. Ekstrand and R.L. Dominoski. The Psychology of Thinking. New Jersey : Prentice - Hall, 1971.

- Bruner, Jerome S. Studies in Cognitive Growth : A Collaboration at the Center for Cognitive Studies. New York : John Wiley and Sons, 1966.
- Bruner and others. Studies in Cognitive Growth a Collaboration at the Center for Cognitive Studies. New York : Wiley, 1956.
- Cantu, Luis L. and J. Dudley Herron. "Concrete and Formal Piagetian Stages and Science Concept Attainment," Journal of Research in Science Teaching. 15(2) : 135 - 145 ; January, 1983.
- Chiappetta, E.L. "A Review of Piagetian Studies Relevant to Science Instruction at the Secondary and College Level," Science Education. 60(2) : 253 - 261 ; n.d.
- Gagne, Robert M. "Thinking Can be Learned," Educational Leadership. 6 : 1949.
- _____. Essentials of Learning for Instruction. The Diyder Press Hinsdals, 1974.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. New York : McGraw - Hill Book, Inc., 1945.
- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw - Hill, Book Company, 1967.
- Hamidah, Ahmad. "A Study of Process Skill Achievement among a Sample of High Ability Malaysian High School Graduates," Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia. 6 : 19-22 ; July, 1983.
- Hilgard, Ernest R. Introduction to Psychology. New York : Harcourt, Brace & World Inc., 1962.
- Karplus, Robert. "Science Teaching and the Development of Reasoning," Journal of Research in Science Teaching. 14 (2) : 196 - 175 ; 1977.
- Norman, John T. "Systematic Modeling versus the Learning Cycle : Comparative Effects of Integrated Science Process Skill Achievement," Journal of Research in Science Teaching. 29 : 715-727 ; September, 1992.
- Padilla, M.J., J.R. Okey and K. Garrard. "The Effect of Instruction on Integrated Science Process Skill Achievement," Journal of Research in Science Teaching. 21 : 277-287 ; March, 1984

- Piaget, J. The Origins of Intelligence in Children. New York, W.W. Norton, 1970.
- Piburn, Michael. "Spatial Reasoning as a Correlate of Formal Thought and Science Achievement for New Zealand Student," Journal of Research in Science Teaching. 14(5) : 443 - 448 ; n.d.
- Ray, Charles Lear. "A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Higher Level Questions on Students' Abstract Reasoning and Critical Thinking in Two Non - Directive High School Chemistry Classrooms," Dissertation Abstract International. 40(6) : 3220 - A ; April, 1979
- Ross, John A. "Sex-Test Instruction in the Measurement of an Integrated Process Skill," Research in Science and Technological Education. 6 : 193-204 ; 1988.
- Scharmann, Lawrence C. "Developmental Influences of Science Process Skill Instruction," Journal of Research in Science Teaching. 26 : 715-726 ; November, 1989.
- Smith, Patty Templeton. "Instructional method effects on student attitude and achievement," Dissertation Abstract International. 54 (7) : 2528 - A ; January, 1994.
- Steve, Sayre and Daniel W. Ball. "Piagetian Cognitive Development Achievement in Science," Journal of Research in Science Teaching. 12 (4) : 165 - 174 ; 1975.
- Strawitz, Barbara M. "The Effects of Testing on Science Process Skill Achievement," Journal of Research in Science Teaching. 26 : 659-664 ; November, 1989.
- Sund, Robert B. Piaget for Education A Multimedia Program. Ohio Charles E. Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Company, 1976.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition Publishes by Charles E. Merrill Publishing Company, 1976.

Thordike, Robert L. "How The Children learn The Principles and Techniques of Problem Solving," Learning and Instruction. Chicago, 1952.

Weir, John Joseph. "Problem Solving is Everybody's Problem," The Science Teacher. 4 : 16 - 18 ; April, 1974.

Willaims, James Melford. "A Comparison Study of the Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in eleventh Grade United States History," Dissertation Abstract International. 42(4) : 1605 - A; October, 1981.

Tyler, Ralple. and W. Ralple. "The Knowledge Exclusion : Implication for Secondary education," The Education Forum. (29) (2) : 148 - 150 ; 1965.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ตาราง 14 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร

ข้อที่	IC	p	r	ข้อที่	IC	p	r
1	1	.72	.40	21	1	.66	.44
2	1	.70	.24	22	1	.74	.28
3	1	.80	.40	23	1	.72	.40
4	1	.70	.40	24	1	.32	.40
5	.80	.80	.40	25	.80	.66	.32
6	1	.68	.48	26	.80	.58	.60
7	1	.48	.48	27	1	.74	.36
8	1	.52	.40	28	1	.78	.44
9	1	.60	.64	29	.80	.72	.40
10	.60	.32	.40	30	.80	.72	.36
11	1	.54	.44	31	.60	.48	.32
12	.80	.72	.56	32	1	.36	.48
13	1	.64	.40	33	1	.50	.68
14	1	.62	.44	34	1	.70	.60
15	1	.58	.36	35	1	.58	.52
16	.80	.64	.48	36	.80	.64	.72
17	.60	.40	.48	37	1	.72	.40
18	1	.72	.28	38	1	.56	.32
19	1	.56	.40	39	1	.54	.32
20	1	.72	.36	40	.60	.44	.40

ตาราง 15 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ข้อที่	IC	p	r	ข้อที่	IC	p	r
1	1	.50	.20	16	1	.54	.68
2	1	.70	.20	17	1	.64	.72
3	.60	.80	.30	18	1	.66	.44
4	1	.70	.60	19	1	.38	.44
5	.80	.80	.50	20	1	.72	.24
6	.80	.80	.40	21	1	.78	.44
7	1	.72	.36	22	.80	.56	.72
8	1	.46	.44	23	1	.52	.20
9	1	.32	.48	24	1	.34	.24
10	1	.50	.28	25	1	.58	.20
11	1	.34	.44	26	1	.76	.40
12	1	.36	.40	27	1	.68	.40
13	1	.62	.32	28	.80	.50	.52
14	1	.36	.56	29	1	.72	.40
15	1	.50	.44	30	1	.50	.68

ตาราง 16 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ข้อที่	IC	p	r	ข้อที่	IC	p	r
1	.80	.78	.44	21	1	.68	.40
2	1	.52	.56	22	1	.56	.80
3	1	.66	.68	23	.80	.68	.24
4	1	.60	.64	24	1	.42	.76
5	.80	.48	.48	25	1	.72	.24
6	1	.70	.52	26	1	.76	.40
7	1	.72	.32	27	1	.48	.40
8	1	.42	.28	28	1	.52	.64
9	1	.74	.52	29	1	.74	.28
10	1	.62	.36	30	1	.78	.36
11	1	.46	.28	31	.60	.80	.24
12	1	.68	.56	32	1	.54	.28
13	1	.52	.88	33	1	.46	.60
14	1	.64	.64	34	1	.68	.48
15	1	.60	.48	35	1	.72	.32
16	1	.50	.36	36	1	.60	.80
17	1	.62	.76	37	1	.68	.64
18	.80	.54	.60	38	.80	.74	.52
19	1	.64	.64	39	1	.60	.56
20	1	.76	.40	40	1	.58	.36

ภาคผนวก ข.

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

1. การวิเคราะห์ความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 8.42$$

$$\Sigma X = 2568$$

$$\Sigma X^2 = 71198$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad S_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{(100 \times 71198) - (2568)^2}{100(100-1)} \\ &= \frac{525176}{9900} \\ &= 53.05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad r_{tt} &= \frac{n}{(n-1)} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right\} \\ &= \frac{40}{(40-1)} \left\{ 1 - \frac{8.42}{53.05} \right\} \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น} = 0.86$$

2. การวิเคราะห์ความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 5.84$$

$$\Sigma X = 1700$$

$$\Sigma X^2 = 32902$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad S_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{(100 \times 32902) - (1700)^2}{100(100-1)} \\ &= \frac{400200}{9900} \\ &= 40.42 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad r_{tt} &= \frac{n}{(n-1)} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right\} \\ &= \frac{30}{(30-1)} \left\{ 1 - \frac{5.84}{40.42} \right\} \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น} = 0.88$$

3. การวิเคราะห์ความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 6.02$$

$$\Sigma X = 2294$$

$$\Sigma X^2 = 90830$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad S_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{(100 \times 90830) - (2294)^2}{100(100-1)} \\ &= \frac{118964}{9900} \\ &= 12.02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad r_{tt} &= \frac{n}{(n-1)} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right\} \\ &= \frac{40}{(40-1)} \left\{ 1 - \frac{6.02}{12.02} \right\} \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น} = 0.51$$

4. การวิเคราะห์ความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 3.75$$

$$\Sigma X = 1245$$

$$\Sigma X^2 = 16311$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad S_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{(100 \times 16311) - (1245)^2}{100(100-1)} \\ &= \frac{81075}{9900} \\ &= 8.19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad r_{tt} &= \frac{n}{(n-1)} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right\} \\ &= \frac{20}{(20-1)} \left\{ 1 - \frac{3.75}{8.19} \right\} \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น} = 0.57$$

ภาคผนวก ค.

คะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ปลายภาคเรียนที่ 1/2540 (X) และ
คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Z) ซึ่งเป็นตัวแปรร่วม ของกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม

ลำดับ ที่	กลุ่มทดลอง		ลำดับ ที่	กลุ่มควบคุม	
	X_1	Z_1		X_2	Z_2
i	37	36	1	29	35
2	36	33	2	29	30
3	34	34	3	29	35
4	39	35	4	29	30
5	30	33	5	28	28
6	38	29	6	29	28
7	37	35	7	27	24
8	37	35	8	29	31
9	30	30	9	32	32
10	26	32	10	26	30
11	36	27	11	29	29
12	34	32	12	31	25
13	36	29	13	28	23
14	37	25	14	32	30
15	35	29	15	35	35
16	36	35	16	28	28
17	38	33	17	30	29
18	36	29	18	30	29
19	32	34	19	30	32
20	33	30	20	30	24

ตาราง 17 (ต่อ)

ลำดับ ที่	กลุ่มทดลอง		ลำดับ ที่	กลุ่มควบคุม	
	X_1	Z_1		X_2	Z_2
21	31	35	21	31	26
22	35	32	22	30	33
23	30	31	23	39	32
24	37	32	24	27	28
25	33	23	25	28	19
26	32	31	26	32	28
27	37	29	27	30	27
28	24	27	28	32	32
29	30	25	29	33	34
30	36	26	30	30	27
รวม	1022	926	รวม	902	873

$$\bar{X}_1 = 34.07$$

$$\bar{X}_2 = 30.07$$

$$\bar{Z}_1 = 30.86$$

$$\bar{Z}_2 = 29.10$$

ตารางที่ 18 คะแนนจากการสอบหลังการทดลอง ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Y_1)
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Y_2) และความสามารถในการคิดอย่างมี -
เหตุผล (Y_3) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ลำดับ ที่	กลุ่มทดลอง			ลำดับ ที่	กลุ่มควบคุม		
	Y_{1ES}	Y_{2ES}	Y_{3ES}		Y_{1C}	Y_{2C}	Y_{3C}
1	35	23	13	1	26	13	8
2	35	22	17	2	26	16	11
3	30	27	16	3	25	20	16
4	37	28	17	4	24	13	12
5	33	23	11	5	24	13	8
6	29	20	17	6	22	12	7
7	26	25	13	7	19	14	5
8	29	24	10	8	28	18	9
9	32	17	14	9	30	22	16
10	31	16	14	10	18	14	10
11	29	23	17	11	31	11	13
12	36	25	13	12	19	19	12
13	34	22	14	13	24	16	14
14	27	20	16	14	21	17	7
15	39	23	13	15	28	23	15
16	29	22	15	16	24	13	14
17	29	21	13	17	29	14	16
18	37	20	16	18	22	15	12
19	32	22	18	19	29	17	14
20	31	17	11	20	22	12	6

ตาราง 18 (ต่อ)

ลำดับ ที่	กลุ่มทดลอง			ลำดับ ที่	กลุ่มควบคุม		
	Y_{1E}	Y_{2E}	Y_{3E}		Y_{1C}	Y_{2C}	Y_{3C}
21	26	19	12	21	28	18	12
22	31	21	15	22	23	12	11
23	26	19	10	23	21	13	13
24	33	18	11	24	26	16	8
25	37	24	16	25	19	10	7
26	26	29	15	26	15	6	13
27	33	25	14	27	13	19	10
28	27	22	10	28	29	19	14
29	18	20	11	29	31	21	11
30	28	21	13	30	24	15	9
รวม	925	650	415	รวม	720	461	333

$$\bar{Y}_{1E} = 30.83$$

$$\bar{Y}_{1C} = 24$$

$$\bar{Y}_{2E} = 21.67$$

$$\bar{Y}_{2C} = 15.37$$

$$\bar{Y}_{3E} = 13.83$$

$$\bar{Y}_{3C} = 11.10$$

ภาคผนวก ง.

การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว

การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (Adjusted mean)

ในการคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (ค่าเฉลี่ยที่ได้ขจัดอิทธิพลของตัวแปรร่วมออกแล้ว) จะต้องอาศัยหลักการถดถอยในแนวเส้นตรง ดังนี้

การหาค่า $\bar{Y}_{adj}$ เมื่อ มีตัวแปรร่วม 2 ตัว (X, Z) หาจากสูตร

$$\bar{Y}_{adj,j} = \bar{Y}_j - \hat{\beta}_{w_{yx}} (\bar{X}_j - \bar{X}_{..}) - \hat{\beta}_{w_{yz}} (\bar{Z}_j - \bar{Z}_{..})$$

เมื่อ $\bar{Y}_{adj,j}$ แทน คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง/หรือกลุ่มควบคุม

$\bar{Y}_j$ แทน คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง/หรือกลุ่มควบคุม

$\bar{X}_j$ แทน คะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ปลาญภาคเรียนที่ 1 ปี 2540 ของกลุ่มทดลอง / หรือกลุ่มควบคุม

$\bar{X}_{..}$ แทน คะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ปลาญภาคเรียนที่ 1 ปี 2540 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$\bar{Z}_j$ แทน คะแนนเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มทดลอง/หรือกลุ่มควบคุม

$\bar{Z}_{..}$ แทน คะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมดของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$\hat{\beta}_{w_{yx}}$ แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยภายในกลุ่มของตัวแปร Y เมื่อทราบค่า X

$\hat{\beta}_{w_{yz}}$ แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยภายในกลุ่มของตัวแปร Y เมื่อทราบค่า Z

1. การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่ปรับแล้วของกลุ่มตัวอย่าง

จากสูตร
$$\bar{Y}_{adj.1E} = \bar{Y}_{.1E} - \hat{\beta}_{w_{yx}} (\bar{X}_{.1} - \bar{X}_{..}) - \hat{\beta}_{w_{yz}} (\bar{Z}_{.1} - \bar{Z}_{..})$$

เมื่อ
$$\bar{Y}_{.1E} = 30.83, \bar{X}_{.1} = 34.07, \bar{X}_{..} = 32.07, \bar{Z}_{.1} = 30.86, \bar{Z}_{..} = 29.98$$

$$\hat{\beta}_{w_{yx}} = 0.21, \hat{\beta}_{w_{yz}} = 0.34$$

แทนค่า
$$\bar{Y}_{adj.1E} = 30.83 - 0.21(34.07 - 32.07) - 0.34(30.86 - 29.98)$$

$$= 30.11$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ปรับแล้วของ
กลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 30.11

จากสูตร
$$\bar{Y}_{adj.1C} = \bar{Y}_{.1C} - \hat{\beta}_{w_{yx}} (\bar{X}_{.2} - \bar{X}_{..}) - \hat{\beta}_{w_{yz}} (\bar{Z}_{.2} - \bar{Z}_{..})$$

เมื่อ
$$\bar{Y}_{.1C} = 24, \bar{X}_{.2} = 30.07, \bar{X}_{..} = 32.07, \bar{Z}_{.2} = 29.10, \bar{Z}_{..} = 29.98$$

$$\hat{\beta}_{w_{yx}} = 0.21, \hat{\beta}_{w_{yz}} = 0.34$$

แทนค่า
$$\bar{Y}_{adj.1C} = 24 - 0.21(30.07 - 32.07) - 0.34(29.10 - 29.98)$$

$$= 24.72$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ปรับแล้วของ
กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 24.72

2. การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่ปรับแล้วของกลุ่มตัวอย่าง

จากสูตร
$$\bar{Y}_{adj.2E} = \bar{Y}_{2E} - \hat{\beta}_{w_{yx}} (\bar{X}_{.1} - \bar{X}_{..}) - \hat{\beta}_{w_{yz}} (\bar{Z}_{.1} - \bar{Z}_{..})$$

เมื่อ
$$\bar{Y}_{2E} = 21.67, \bar{X}_{.1} = 34.07, \bar{X}_{..} = 32.07, \bar{Z}_{.1} = 30.86, \bar{Z}_{..} = 29.98$$

$$\hat{\beta}_{w_{yx}} = 0.25, \quad \hat{\beta}_{w_{yz}} = 0.21$$

แทนค่า
$$\begin{aligned} \bar{Y}_{adj.2E} &= 21.67 - 0.25(34.07 - 32.07) - 0.21(30.86 - 29.98) \\ &= 21.43 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 21.43

จากสูตร
$$\bar{Y}_{adj.2C} = \bar{Y}_{2C} - \hat{\beta}_{w_{yx}} (\bar{X}_{.2} - \bar{X}_{..}) - \hat{\beta}_{w_{yz}} (\bar{Z}_{.2} - \bar{Z}_{..})$$

เมื่อ
$$\bar{Y}_{2C} = 15.37, \bar{X}_{.2} = 30.07, \bar{X}_{..} = 32.07, \bar{Z}_{.2} = 29.10, \bar{Z}_{..} = 29.98$$

$$\hat{\beta}_{w_{yx}} = 0.25, \quad \hat{\beta}_{w_{yz}} = 0.21$$

แทนค่า
$$\begin{aligned} \bar{Y}_{adj.2C} &= 15.37 - 0.25(30.07 - 32.07) - 0.21(29.10 - 29.98) \\ &= 15.60 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่ปรับแล้วของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 15.60

3. การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ปรับแล้วของกลุ่มตัวอย่าง

จากสูตร
$$\bar{Y}_{adj.3E} = \bar{Y}_{.3E} - \hat{\beta}_{w_{YX}} (\bar{X}_{.1} - \bar{X}_{..}) - \hat{\beta}_{w_{YZ}} (\bar{Z}_{.1} - \bar{Z}_{..})$$

เมื่อ
$$\bar{Y}_{.3E} = 13.83, \bar{X}_{.1} = 34.07, \bar{X}_{..} = 32.07, \bar{Z}_{.1} = 30.86, \bar{Z}_{..} = 29.98$$

$$\hat{\beta}_{w_{YX}} = 0.28, \quad \hat{\beta}_{w_{YZ}} = 0.11$$

แทนค่า
$$\begin{aligned} \bar{Y}_{adj.3E} &= 13.83 - 0.28(34.07 - 32.07) - 0.11(30.86 - 29.98) \\ &= 13.68 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 13.68

จากสูตร
$$\bar{Y}_{adj.3C} = \bar{Y}_{.3C} - \hat{\beta}_{w_{YX}} (\bar{X}_{.2} - \bar{X}_{..}) - \hat{\beta}_{w_{YZ}} (\bar{Z}_{.2} - \bar{Z}_{..})$$

เมื่อ
$$\bar{Y}_{.3C} = 11.10, \bar{X}_{.2} = 30.07, \bar{X}_{..} = 32.07, \bar{Z}_{.2} = 29.10, \bar{Z}_{..} = 29.98$$

$$\hat{\beta}_{w_{YX}} = 0.28, \quad \hat{\beta}_{w_{YZ}} = 0.11$$

แทนค่า
$$\begin{aligned} \bar{Y}_{adj.3C} &= 11.10 - 0.28(30.07 - 32.07) - 0.11(29.10 - 29.98) \\ &= 11.25 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ปรับแล้วของกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 11.25

ภาคผนวก จ.

แผนการสอนของกลุ่มทดลอง

เอกสารประกอบการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม. 3

เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐาน

แผนการสอนของกลุ่มทดลอง

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนที่ 1

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)

2 คาบ

เรื่อง แรงเสียดทาน

เวลา 100 นาที

ความคิดรวบยอด

การขนส่งเป็นการลำเลียงสิ่งของ จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งโดยใช้ยานพาหนะชนิดต่าง ๆ ยานพาหนะ มีวิวัฒนาการในด้านรูปร่าง ความเร็ว ขนาด และชนิดของพลังงานที่ใช้ แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ซึ่งพยายามต่อต้านการเคลื่อนที่ ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานคือลักษณะของผิวสัมผัส น้ำหนักของวัตถุที่กดทับ และพื้นที่ผิวสัมผัส

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของการขนส่งได้
2. อธิบายวิวัฒนาการและข้อดีข้อเสีย ของยานพาหนะชนิดต่าง ๆ ได้
3. อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้
3. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นค้นปัญหา (Search)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิวัฒนาการของการขนส่งทางบก เพื่อให้สรุปได้ว่ายานพาหนะ มีวิวัฒนาการทั้งด้านรูปร่าง ขนาด ความเร็ว และชนิดของพลังงานที่ใช้
2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์จาก วี ดี ททัศน์ กิจกรรมดังนี้คือ
 - 2.1 การลากยางรถยนต์ 1 อัน บนถนนลูกรัง
 - 2.2 การลากยางรถยนต์ 1 อัน บนถนนปูน
 - 2.3 การลากยางรถยนต์ 2 อัน บนถนนปูน

(ยางรถยนต์แต่ละอันที่ใช้มีขนาดและมวลเท่ากัน)
3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษาจาก วี ดี ททัศน์ เพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน

ขั้นแก้ปัญหา (Solve)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน
2. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารประกอบการเรียนเรื่อง แรงเสียดทาน
3. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องแรงเสียดทาน

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน
 - ลูกทราย
 - ทรายหยาบ
 - แผ่นไม้
 - แผ่นยาง
 - เครื่องชั่งสปริง
 - ยางรัดของ, เชือก
 - แผ่นโฟม
 - แผ่นพลาสติก
2. เอกสารประกอบการเรียนเรื่องแรงเสียดทาน
3. วี ดีทัศน์ กิจกรรม เรื่องแรงเสียดทาน

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจคำตอบในเอกสารประกอบการเรียนเรื่องแรงเสียดทาน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนที่ 2

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)

2 คาบ

เรื่อง ล้อกับยานพาหนะ

เวลา 100 นาที

ความคิดรวบยอด

การลดแรงเสียดทานของยานพาหนะทำได้โดยใช้ล้อช่วยในการเคลื่อนที่ เพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น แต่ในบางกรณีเราจำเป็นต้องเพิ่มแรงเสียดทานให้กับวัตถุเพื่อความปลอดภัยในการเคลื่อนที่

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายวิธีการลดแรงเสียดทานของยานพาหนะได้
2. บอกความจำเป็นในการลดหรือเพิ่มแรงเสียดทานได้
3. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับวิธีการลดแรงเสียดทานได้
4. นำหลักการของแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นค้นปัญหา (Search)

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์จาก วี ดี ทศน์ ดังนี้คือ
 - 2.1 การลากวัตถุ (ยางรถยนต์) 1 อัน บนถนนคอนกรีต
 - 2.2 การลากวัตถุ (ยางรถยนต์) 1 อัน บนถนนคอนกรีต แต่วัตถุอยู่บนรถเข็นดิน
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษาจาก วี ดี ทศน์ เพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน

ขั้นแก้ปัญา (Solve)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน
2. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารประกอบการเรียนเรื่อง ล้อกับยานพาหนะ
3. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบ สมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องล้อกับยานพาหนะ

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง ล้อกับยานพาหนะ
 - ถูทราย
 - รถทดลองอะลูมิเนียม
 - ดินสอกลม
 - เครื่องชั่งสปริง
 - รถทดลองเหล็ก
 - วี ดีทัศน์ เรื่องล้อกับยานพาหนะ
2. เอกสารประกอบการเรียน เรื่องล้อกับยานพาหนะ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องล้อกับยานพาหนะ

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนที่ 3

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)

2 คาบ

เรื่อง การขนส่งทางน้ำ

เวลา 100 นาที

ความคิดรวบยอด

การขนส่งทางน้ำ เป็นการลำเลียงสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ยานพาหนะที่เคลื่อนที่ในน้ำ แรงลอยตัวเป็นแรงที่พยุงให้วัตถุลอยตัวอยู่ได้ทั้งในน้ำและในอากาศ แรงลอยตัวของวัตถุขึ้นอยู่กับมวล ขนาด และรูปร่างของวัตถุ รวมทั้งความหนาแน่นของของเหลวที่วัตถุนั้นลอยอยู่

น้ำหนักของวัตถุที่หายไปในของเหลวใดจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนที่จมของวัตถุนั้น

วัตถุลอยในของเหลวได้เพราะมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลว

วัตถุจมในของเหลวเพราะมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลว

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของการขนส่งทางน้ำได้
2. อธิบายวิวัฒนาการและข้อดีข้อเสีย ของการขนส่งทางน้ำได้
3. อธิบายหลักการลอยตัวของวัตถุในของเหลวได้
4. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับหลักการลอยตัวของวัตถุได้
5. ออกแบบเพื่อให้วัตถุบางชนิดซึ่งปกติจมน้ำ ให้สามารถลอยน้ำได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นค้นปัญหา (Search)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิวัฒนาการของการขนส่งทางน้ำ เพื่อสรุปให้ได้ว่า ยานพาหนะ ในการขนส่งทางน้ำ มีวิวัฒนาการทั้งด้านรูปร่าง ขนาดและความเร็ว
2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์การสาธิตดังนี้คือ

2.1 นำดินน้ำมัน 3 ก้อน ซึ่งมีมวลเท่ากัน คือ 2.5 กรัม บี้เป็นรูปร่างต่าง ๆ

ดังนี้คือ

- ก้อนกลม
- ด้วยขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 cm.
- ด้วยขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 cm.

2.2 นำดินน้ำมันในข้อ 2.1 มาหาปริมาตร โดยการแทนที่น้ำ

2.3 นำด้วยดินน้ำมันขนาดเล็ก ไปลอยในน้ำ แล้วค่อย ๆ หย่อนลูกปัดลงในด้วย จนกระทั่งด้วยดินน้ำมันจม

2.4 ทำเช่นเดียวกับข้อ 2.3 แต่เปลี่ยนเป็นด้วยดินน้ำมันขนาดใหญ่

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหา จากสถานการณ์ที่ศึกษาเพื่อระบุ ปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ขั้นแก้ปัญหา (Solve)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน
2. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารประกอบการเรียนเรื่อง การขนส่งทางน้ำ

3. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบ สมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องการขนส่งทางน้ำ

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องการขนส่งทางน้ำ

- ดินน้ำมัน	- เครื่องชั่งสปริง
- ถ้วยยูเรกา	- เครื่องชั่งสองแขน
- ลูกบิด	- ลูกกลมเหล็ก
- ก้อนหิน	- น้ำ
- หลอดฉีดยา	- กระบอกตวง
- บีกเกอร์	
2. เอกสารประกอบการเรียน เรื่องการขนส่งทางน้ำ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องการขนส่งทางน้ำ

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนที่ 4

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)

1 คาบ

เรื่อง การขนส่งทางอากาศ

เวลา 50 นาที

ความคิดรวบยอด

การขนส่งทางอากาศ เป็นการลำเลียงสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ยานพาหนะที่เคลื่อนที่ในอากาศ เมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้นความดันจะลดลง และเมื่อวัตถุมีลักษณะโค้งด้านบน เรียบด้านล่าง เคลื่อนที่ไปในอากาศ ความดันของอากาศด้านบนจะน้อยกว่าความดันของอากาศด้านล่าง ทำให้เกิดการยกตัวขึ้น เช่นการลอยตัวของเครื่องบิน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของการขนส่งทางอากาศได้
2. อธิบายวิวัฒนาการและข้อดีข้อเสีย ของการขนส่งทางอากาศได้
3. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านผิวโค้ง และผิวราบในขณะที่ใช้เวลาเท่ากันได้
4. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับแรงยกของวัตถุได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นค้นปัญหา (Search)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิวัฒนาการของการขนส่งทางอากาศ เพื่อสรุปให้ได้ว่า ยานพาหนะ ในการขนส่งทางอากาศ มีวิวัฒนาการทั้งด้านรูปร่าง ขนาด และความเร็ว

2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากการสาธิตคือ

2.1 นำกระดาษที่มีขนาดเท่ากัน พับเป็น 2 แบบ คือ

- พับครึ่งซึ่งมีลักษณะแบนราบทั้งสองด้าน
- พับให้ด้านบนเป็นผิวโค้ง ด้านล่างเป็นผิวเรียบ

2.2 ใช้เชือกสอดเข้าตรงรอยพับ ให้นักเรียน 2 คน ถือปลายเชือกไว้ให้ตึง เปิดพัดลมผ่านกระดาษทั้งสอง

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษาเพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน

ขั้นแก้ปัญา (Solve)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน
2. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารประกอบการเรียน เรื่องการขนส่งทางอากาศ

3. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบ สมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียนเรื่องการขนส่งทางอากาศ

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องการขนส่งทางอากาศ

- | | |
|--------------|------------------|
| - ดินน้ำมัน | - กระดาษแข็ง |
| - กระดาษสมุด | - กระดาษวาดเขียน |
| - เชือก | - พัด |
| - หลอด | - ตัวอย่าง |

2. เอกสารประกอบการเรียนเรื่อง การขนส่งทางอากาศ

การประเมินผล

- สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
- ตรวจคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องการขนส่งทางอากาศ

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนที่ 5

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)

2 คาบ

เรื่อง รอก

เวลา 100 นาที

ความคิดรวบยอด

เครื่องกล เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรง หรืออำนวยความสะดวก หรือทั้งช่วยผ่อนแรงและอำนวยความสะดวก

รอกเป็นเครื่องกลชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นล้อหมุนได้รอบตัว รอกเดี่ยวตายตัวช่วยผ่อนแรงได้ครึ่งหนึ่งของน้ำหนัก ส่วนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ไม่ช่วยผ่อนแรงแต่ช่วยอำนวยความสะดวก

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของเครื่องกลได้
2. อธิบายหลักการทำงานของรอกชนิดต่าง ๆ ได้
3. นำหลักการทำงานของรอก ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับหลักการผ่อนแรงของรอกได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นค้นปัญหา (Search)

1. นักเรียนดูภาพเกี่ยวกับการใช้เครื่องกลต่าง ๆ ในการขนย้ายวัตถุ แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการใช้เครื่องกลชนิดต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์จาก วี ดีทัศน์ คือ

2.1 ผูกปลายเชือกเข้ากับวัตถุ (ยางรถยนต์ 1 ล้อ) แล้วร้อยปลายเชือกเข้าทางด้านบนของรอกเดี่ยวที่แขวนไว้กับที่ แล้วออกแรงดึงวัตถุขึ้น

2.2 ผูกปลายเชือกเข้ากับวัตถุ (ยางรถยนต์ 1 ล้อ) ตรึงปลายเชือกด้านหนึ่งไว้กับที่ ร้อยปลายเชือกอีกด้านหนึ่งเข้าทางด้านล่างของรอกเดี่ยว แล้วออกแรงดึงปลายเชือกที่ผ่านรอก

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหา จากสถานการณ์ที่ศึกษาเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ขั้นแก้ปัญหา (Solve)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน
2. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากเอกสารประกอบการเรียน

เรื่องรถ

3. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องรถ

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง รถ

- รถเดี่ยว	- เชือก
- ถูทราย	- ไม้บรรทัด
- ยางรัดของ	- เครื่องชั่งสองแขน
- ดินน้ำมัน	- ขาดั่ง
2. เอกสารประกอบการเรียน เรื่องรถ
3. วี ดีทัศน์ เรื่องรถ
4. ภาพการใช้เครื่องกลประเภทต่าง ๆ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องรถ

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนที่ 6

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)

2 คาบ

เรื่อง โมเมนต์และคาน

เวลา 100 นาที

ความคิดรวบยอด

แรงเป็นอำนาจอย่างหนึ่งซึ่งสามารถทำให้ หรือพยายามทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพจากหยุดนิ่งเป็นเคลื่อนที่ หรือจากสภาพเคลื่อนที่เป็นหยุดนิ่ง การออกแรงดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับแรงดึงก่อให้เกิดงาน ซึ่งมีหน่วยเป็นจูล

งาน = แรง X ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ตามทิศทางของแนวแรง

ผลคูณของแรงกับระยะตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรง คือโมเมนต์ของแรงนั้น ถ้าคานอยู่ในภาวะสมดุล ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาการรอบจุดหมุน จะเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาการรอบจุดหมุน

โมเมนต์ = แรง X ระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรง

โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

คานเป็นเครื่องมือที่ช่วยผ่อนแรงชนิดหนึ่งมีลักษณะ ยาว แข็ง อาจตรงหรือโค้งก็ได้ สามารถหมุนรอบจุดหมุนได้เมื่อมีแรงภายนอกมากกระทำ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของแรงและงานได้
2. อธิบายหลักการของโมเมนต์ได้
3. นำหลักการทำงานของคานไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับหลักการผ่อนแรงของคานได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นค้นหาปัญหา (Search)

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากการสาธิต ดังนี้คือ
 - 1.1 ใช้ยางรัดดินสอและไม้บรรทัดให้ติดกันเป็นรูปกากบาท วางดินสอบนที่ก้นลม จัดให้ไม้บรรทัดอยู่ในแนวระดับ จุดหมุนอยู่ที่ดินสอ
 - 1.2 วางเหรียญ 1 เหรียญ บนด้านหนึ่งของไม้บรรทัด และอีก 1 เหรียญ วางอีกด้านหนึ่ง เมื่อวางเหรียญเรียบร้อยแล้วไม้บรรทัดต้องอยู่ในแนวระดับ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ศึกษา เพื่อให้ทราบหลักการของแรง งาน และโมเมนต์
3. นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากการสาธิต คือ
 - 3.1 แขนวนคาน (ไม้เมตร) ให้สมดุล ใช้ก้อนดินน้ำมันขนาดใหญ่ วางที่คานด้านหนึ่ง แล้วนำก้อนดินน้ำมันขนาดเดียวกัน วางอีกด้านหนึ่ง เลื่อนไปมาจนกระทั่งคานสมดุล
 - 3.2 นำดินน้ำมันออกจากคานด้านหนึ่ง แล้วใช้ดินน้ำมันขนาดกลางวางแทน แล้วเลื่อนไปมาจนกระทั่งคานสมดุล
 - 3.3 นำดินน้ำมันขนาดกลางออกจากคาน แล้วใช้ดินน้ำมันขนาดเล็กวางแทน แล้วเลื่อนไปมาจนกระทั่งคานสมดุล
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษาเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ขั้นแก้ปัญา (Solve)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน
2. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารประกอบการเรียน เรื่องโมเมนต์และคาน
3. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบ สมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องโมเมนต์และคาน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิต เรื่องโมเมนต์และคาน

- ไม้บรรทัด	- ที่กั้นลม
- ยางรัดของ	- เหรียญ
- เครื่องชั่งสองแขน	- ดินน้ำมัน
- ไม้เมตร	- ถ้วยทราย
- เชือก	- เครื่องชั่งสปริง
2. เอกสารประกอบการเรียน เรื่องโมเมนต์และคาน

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องโมเมนต์และคาน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนที่ 7

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)

1 คาบ

เรื่อง พื้นเอียง

เวลา 50 นาที

ความคิดรวบยอด

พื้นเอียงเป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรงมีลักษณะเป็นไม้กระดาน ยาว เรียบ สำหรับพาดบนที่สูง เพื่อขนย้ายวัตถุขึ้นสู่ที่สูง โดยการลากหรือการผลัก

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของพื้นเอียงได้
2. นำหลักการผ่อนแรงของพื้นเอียง ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับหลักการผ่อนแรงของพื้นเอียงได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นค้นปัญหา (Search)

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์จาก วี ดี ทศน์ คือ
 - 1.1 นักเรียนลากยางรถยนต์ขึ้นบนที่สูง ตามพื้นเอียง
 - 1.2 นักเรียนดึงยางรถยนต์ขึ้นบนที่สูง ตามแนวตั้ง
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ ใน วี ดี ทศน์ เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ขั้นแก้ปัญา (Solve)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน
2. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารประกอบการเรียนเรื่องพื้นเอียง

3. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ชั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องพื้นเอียง

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง พื้นเอียง
 - ถูทราย
 - เชือก
 - เครื่องชั่งสองแขน
 - เครื่องชั่งสปริง
 - ไม้กระดานขนาด $50 \times 10 \times 1 \text{ cm}^3$
2. เอกสารประกอบการเรียน เรื่องพื้นเอียง
3. วี ดี ทศน์ เรื่องพื้นเอียง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องพื้นเอียง

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนที่ 8

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)

2 คาบ

เรื่อง เครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง

เวลา 100 นาที

ความคิดรวบยอด

กลจักรเป็น เครื่องยนต์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานต่าง ๆ ให้เป็นพลังงานกล แล้วนำไปใช้งานได้ เช่นเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล

การทำงานของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง อาศัยหลักการอัดอากาศผสมไอน้ำมันให้มีปริมาตรเล็กลง แล้วหัวเทียนจึงจุดประกายไฟ ทำให้เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิง และเกิดความดันสูงดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ได้ และลูกสูบจึงไปดันให้ก้านสูบเคลื่อนที่หมุนขึ้นส่วนอื่น ๆ ของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ก๊าซโซลีนมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา บำรุงรักษาง่าย แต่ไม่ค่อยทนทาน เครื่องเสียงไม่ดังและไม่สั่นสะเทือน

การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง อาศัยหลักการอัดอากาศให้มีปริมาตรเล็กลงมาก ๆ อากาศจะมีอุณหภูมิสูง แล้วฉีดละอองน้ำมันเข้าผสมกับอากาศส่วนนี้ จึงเกิดการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงทำให้เกิดแรงดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ได้ เครื่องยนต์ดีเซลมีขนาดใหญ่ บำรุงรักษายากแต่ทนทาน เครื่องเสียงดังและสั่นสะเทือนมาก

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซลได้
2. เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซลได้
3. เลือกใช้เครื่องยนต์แต่ละชนิด ให้เหมาะสมกับงานได้
4. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับหลักการจุดประกายด้วยเชื้อเพลิงได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นค้นปัญหา (Search)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะ ความแตกต่าง ข้อดีข้อเสีย ของ เครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล รวมทั้งการใช้งานของเครื่องยนต์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์การสาธิต ดังนี้คือ

2.1 ต่อสายไฟ 2 สาย จากหม้อแปลงด้านที่มีคำว่า out เข้ากับขั้วไฟฟ้าของ กลองโลหะ และต่อสายไฟ 2 สาย ด้านที่มีคำว่า in เข้ากับขั้วทั้งสองของแบตเตอรี่

2.2 ถอดปลายข้างหนึ่งของแบตเตอรี่ แล้วใช้ปลายสายไฟเฉียดที่ขั้วแบตเตอรี่

2 - 3 ครั้ง

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษา เพื่อระบุ ปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ขั้นแก้ปัญา (Solve)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน

2. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารประกอบการเรียน เรื่องเครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง

3. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบ สมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงหลักการทำงาน และข้อดีข้อเสีย ของเครื่องยนต์ ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล

4. นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียนเรื่องเครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้า
 - เครื่องมือจุดจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้า
 - สายไฟ
 - แบตเตอรี่
2. เอกสารประกอบการเรียนเรื่อง เครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องเครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนที่ 9

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)

1 คาบ

เรื่อง ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ

เวลา 50 นาที

ความคิดรวบยอด

ความเฉื่อยของวัตถุ เป็นการรักษาสภาพเดิมของวัตถุ เมื่อวัตถุอยู่นิ่งจะพยายามรักษาสภาพนิ่งไว้ และวัตถุที่เคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงที่ ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ขณะที่มีการหยุดรถหรือออกรถอย่างรวดเร็ว วัตถุที่อยู่บนรถจะเคลื่อนที่เพราะวัตถุนั้นมีความเฉื่อย

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักของความเฉื่อยได้
2. นำหลักของความเฉื่อยไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับความเฉื่อยได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นค้นปัญหา (Search)

1. นักเรียนศึกษารูปการเกิดอุบัติเหตุ แล้วร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ
2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์การสาธิต ดังนี้คือ
 - 2.1 ลากรถทดลอง 2 คัน พ่วงกัน โดยใช้เชือกผูกให้รถ 2 คัน ห่างกันประมาณ 30 cm. แล้วหยุดรถคันหน้าโดยทันที
 - 2.2 นำแท่งไม้ 1 แท่ง วางบนรถทดลอง แล้วลากจากนั้นทำให้รถหยุดทันที
 - 2.3 นำแท่งไม้ 2 แท่ง วางบนรถทดลอง แล้วลากจากนั้นทำให้รถหยุดทันที
3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษา เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ขั้นแก้ปัญหา (Solve)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน
2. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารประกอบการเรียน เรื่องความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ

3. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียนเรื่องความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ
 - รถตุ้มเ็นยม
 - รถเหล็ก
 - แท่งไม้ขนาด $10 \times 5 \times 3 \text{ cm}^3$
 - ไม้บรรทัด
 - ดินน้ำมัน
 - เชือก
2. เอกสารประกอบการเรียนเรื่อง ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจคำตอบในเอกสารประกอบการเรียนเรื่องความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนที่ 10

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)

1 คาบ

เรื่อง จุดศูนย์ถ่วงกับการทรงตัว

เวลา 50 นาที

ความคิดรวบยอด

จุดศูนย์ถ่วง เป็น จุดรวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อนหรือตำแหน่งที่แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อจุดนั้น วัตถุจะทรงตัวได้ดีเมื่อมีจุดศูนย์ถ่วงต่ำ และวัตถุจะล้มเมื่อแนวตั้งจากจุดศูนย์ถ่วงอยู่นอกฐาน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุชนิดต่าง ๆ ได้
2. นำหลักการของจุดศูนย์ถ่วงไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับจุดศูนย์ถ่วงได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นค้นปัญหา (Search)

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์การสาธิต ดังนี้คือ
 - 2.1 ตั้งเก้าอี้คว่ำซ้อนกัน 2 ตัว ผูกติดกันให้แน่น ชีดเส้นรอบฐาน
 - 2.2 ติดก้อนดินน้ำมันไว้ที่ปลายเชือก 2 ปลาย เชือกยาวประมาณ 30 cm. กดดินน้ำมันก้อนหนึ่งให้ติดกับจุดกึ่งกลางของเก้าอี้
 - 2.3 เอียงเก้าอี้ โดยให้แนวเส้นเชือกยังอยู่ในเส้นรอบฐานแล้วปล่อยมือ
 - 2.4 เอียงเก้าอี้อีกครั้งหนึ่ง แต่ให้แนวเส้นเชือกอยู่นอกฐาน
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษาเพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน

ขั้นแก้ปัญหา (Solve)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน
2. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารประกอบการเรียน

เรื่องจุดศูนย์ถ่วงกับการทรงตัว

3. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องจุดศูนย์ถ่วงกับการทรงตัว

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง จุดศูนย์ถ่วงกับการทรงตัว
 - ดินน้ำมัน
 - เชือก
 - แท่งไม้ขนาด $10 \times 5 \times 3 \text{ cm}^3$
 - แก้วน้ำรูปร่างต่าง ๆ
 - ซอล์ด
 - ไม้บรรทัด
2. เอกสารประกอบการเรียน เรื่องจุดศูนย์ถ่วงกับการทรงตัว
3. แก้วอีสาธิต

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องจุดศูนย์ถ่วงกับการทรงตัว

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนที่ 11

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)

4 คาบ

เรื่อง วิวัฒนาการของการสื่อสาร

เวลา 200 นาที

ความคิดรวบยอด

การสื่อสารเป็น การติดต่อส่งข่าวสารถึงกันและกัน โดยใช้หลักการและอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรศัพท์ โทรเลข โทรศัพท์ โทรพิมพ์ Internet E - mail เป็นต้น การสื่อสารด้วยการใช้ภาษา นั่นคือใช้เสียงพูด

เสียง เกิดจากการสั่นของวัตถุต้นกำเนิด และการเคลื่อนที่ของเสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดไปกระทบอนุภาคของตัวกลางแล้วมีการถ่ายทอดพลังงานต่อกัน

ความเข้มเสียง เป็น พลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเมื่อตกกระทบพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ในเวลา 1 วินาที เรียกว่าความเข้มของเสียง

ระดับความเข้มเสียง เป็น ค่าเปรียบเทียบความเข้มเสียงหนึ่งกับเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ปกติสามารถรับฟังได้

การรับฟังเสียงโดยไม่เป็นอันตรายนั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับพลังงานเสียงที่ได้รับหรือระดับความเข้มเสียงแล้ว ยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่รับฟังเสียงนั้นด้วย

การทำงานของเครื่องรับและเครื่องส่งโทรเลขนั้น อาศัยหลักการเกี่ยวกับการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเส้นลวด จะเกิดสนามแม่เหล็กรอบเส้นลวดนั้น

วิทยุ เป็นเครื่องมือสื่อสารชนิดหนึ่งที่ใช้ส่งข่าวสารข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับ โดยใช้วิธีการเปลี่ยนข่าวสารข้อมูลให้เป็นคลื่นวิทยุ จากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับ โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

การสื่อสารโดยใช้โทรศัพท์ เป็นการส่งสัญญาณภาพและเสียงจากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับ พร้อม ๆ กัน โดยการส่งสัญญาณเสียงมีกระบวนการเช่นเดียวกับการส่งคลื่นวิทยุ ส่วนการส่งสัญญาณภาพเป็นการเปลี่ยนภาพเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วผสมกับคลื่นพาหะเป็นคลื่นโทรศัพท์

โทรศัพท์แบบไดนามิก ประกอบด้วยลำโพงเสียงซึ่งมีลักษณะเหมือนกัน 2 ตัว แต่ละตัว ทำหน้าที่เป็นได้ทั้งลำโพงเสียงและไม่โครโฟน ซึ่งโทรศัพท์แบบไดนามิกนี้ไม่ต้องมีแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียงออกจากแหล่งกำเนิดได้
2. อธิบายความหมายของความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียงได้
3. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มของเสียง และการรับฟังเสียงโดยไม่เป็น

อันตรายได้

4. อธิบายหลักการทำงานของ โทรเลข โทรศัพท์ โทรพิมพ์ ได้
5. อธิบายการส่งและรับคลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ได้
6. นำหลักการสื่อสาร ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
7. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับหลักการทำงานของโทรศัพท์แบบ

ได้นามากได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นค้นปัญหา (Search)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการสื่อสารในปัจจุบัน และวิวัฒนาการของการสื่อสาร การใช้เสียงในการสื่อสาร โทรเลข โทรศัพท์ วิทยุ โทรทัศน์

2. นักเรียนศึกษากิจกรรมการสาธิต ดังนี้คือ

- 2.1 ต่อสายไฟ 2 เส้น จากลำโพงตัวที่ 1 เข้ากับลำโพงตัวที่ 2
- 2.2 ให้นักเรียนพูดในลำโพงตัวที่ 1 และนักเรียนอีกคนหนึ่งฟังจากลำโพงตัวที่ 2
- 2.3 ทำซ้ำข้อ 3.2 แต่ให้นักเรียนคนที่ฟังเป็นผู้พูด และคนที่พูดเป็นผู้ฟัง โดยใช้ลำโพงตัวเดิม

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษาเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ขั้นแก้ปัญา (Solve)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน
2. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารประกอบการเรียน เรื่องวิวัฒนาการของการสื่อสาร

3. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นสร้างคำตอบ (Create)

นักเรียนออกแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share)

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องวิวัฒนาการของการสื่อสาร

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง วิวัฒนาการของการสื่อสาร (โทรศัพท์แบบไดนามิก)
 - ลำโพง
 - สายไฟ
 - แบตเตอรี่
 - หม้อแปลง
2. เอกสารประกอบการเรียน เรื่องวิวัฒนาการของการสื่อสาร

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน เรื่องวิวัฒนาการของการสื่อสาร

เอกสารประกอบการเรียน

เอกสารประกอบการเรียน

เรื่อง แรงเสียดทาน

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ความคิดรวบยอด

การขนส่งเป็นการลำเลียงสิ่งของ จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งโดยใช้ยานพาหนะต่าง ๆ ยานพาหนะ มีวิวัฒนาการในด้านรูปร่าง ความเร็ว ขนาด และชนิดของพลังงานที่ใช้ แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ซึ่งพยายามต่อต้านการเคลื่อนที่ ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานคือลักษณะของผิวสัมผัส น้ำหนักของวัตถุที่กดทับ และพื้นที่ผิวสัมผัส

กิจกรรมเรื่อง แรงเสียดทาน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของการขนส่งได้
2. อธิบายวิวัฒนาการและข้อดีข้อเสีย ของยานพาหนะชนิดต่าง ๆ ได้
3. อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้
3. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานได้

สถานการณ์ (นักเรียนศึกษาสถานการณ์จาก วี ดีทัศน์)

1. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ปัญหา

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้
เพื่อใช้ในการทดลอง

- | | |
|--------------|--------------------|
| - ถูทราย | - เครื่องชั่งสปริง |
| - กระดาษทราย | - ยางรัดของ, เชือก |
| - แผ่นไม้ | - แผ่นโฟม |
| - แผ่นยาง | - แผ่นพลาสติก |

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกลงในรายการข้างล่าง

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกไว้ จากนั้นให้
เขียนวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

.....

.....

5. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตามความคิดของนักเรียน โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลอง

7. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- แรงเสียดทานคือ

- ทิศทางของแรงเสียดทานและการเคลื่อนที่ของวัตถุ เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

- ค่าของแรงเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร

เอกสารประกอบการเรียน

เรื่อง ล้อกับยานพาหนะ

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ความคิดรวบยอด

การลดแรงเสียดทานของยานพาหนะทำได้โดยใช้ล้อช่วยในการเคลื่อนที่ เพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น แต่ในบางกรณีเราจำเป็นต้องเพิ่มแรงเสียดทานให้กับวัตถุเพื่อความปลอดภัยในการเคลื่อนที่

กิจกรรมเรื่อง ล้อกับยานพาหนะจุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายวิธีการลดแรงเสียดทานของยานพาหนะได้
2. บอกความจำเป็นในการลดหรือเพิ่มแรงเสียดทานได้
3. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับวิธีการลดแรงเสียดทานได้
4. นำหลักการของแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สถานการณ์ (นักเรียนศึกษาสถานการณ์ จากวี ดีทัศน์)

1. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ปัญหา

.....

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้
เพื่อใช้ในการทดลอง

- | | |
|----------------------|--------------------|
| - ถุงทราย | - เครื่องชั่งสปริง |
| - รถทดลองอะลูมิเนียม | - รถทดลองเหล็ก |
| - ดินสอกลม | |

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกลงในรายการข้างล่าง

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกไว้ จากนั้นให้
เขียนวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

.....

.....

5. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตามความคิดของนักเรียน โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลอง

7. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- ในการดึงถุงทราย กรณีใดออกแรงดึงมากกว่ากัน
- รถอะลูมิเนียมมีผลต่อการออกแรงดึงถุงทรายหรือไม่ อย่างไร
- ยานพาหนะทางบกส่วนมากมีล้อ เพราะเหตุใด
- แรงเสียดทานเป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของยานพาหนะเสมอไปหรือไม่อย่างไร
- ระหว่างล้อรถกับถนนควรเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพราะเหตุใด

เอกสารประกอบการเรียน

เรื่อง การขนส่งทางน้ำ

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ความคิดรวบยอด

วัตถุจะลอยหรือจมในของเหลว ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของวัตถุ และความหนาแน่นของของเหลว

กิจกรรมเรื่อง ทำอย่างไรดินน้ำมันจึงลอยน้ำได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการลอยตัวของวัตถุในของเหลวได้
2. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับหลักการลอยตัวของวัตถุได้
3. ออกแบบเพื่อให้วัตถุบางชนิด ซึ่งปกติจมน้ำ ให้สามารถลอยน้ำได้

สถานการณ์ (นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากการสาธิต)

1. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ปัญหา

.....

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้ เพื่อใช้ในการทดลอง

- | | |
|--------------|---------------------|
| - ดินน้ำมัน | - เครื่องชั่งสองแขน |
| - ถ้วยยูเรกา | - เครื่องชั่งสปริง |
| - ลูกปัด | - ลูกกลมเหล็ก |
| - ก้อนหิน | - น้ำ |
| - หลอดฉีดยา | - กระบอกตวง |
| - บีกเกอร์ | |

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกลงในรายการข้างล่าง

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกไว้ จากนั้นให้เขียนวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

.....

5. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตามความคิดของนักเรียน โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลอง

7. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- ก้อนดินน้ำมันจมหรือลอยน้ำเพราะเหตุใด

- ความหนาแน่นของก้อนดินน้ำมันกลม กับถ้วยดินน้ำมันเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

- เพราะเหตุใด เรือเดินสมุทรจึงลอยน้ำได้ ทั้ง ๆ ที่เรือทำด้วยเหล็กซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ

- เรือแต่ละลำมีขีดความสามารถในการบรรทุกสินค้าได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด

- ในการออกแบบเรือแต่ละลำ ต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง

เอกสารประกอบการเรียน

เรื่อง การขนส่งทางอากาศ

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ความคิดรวบยอด

การขนส่งทางอากาศ เป็นการลำเลียงสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ยานพาหนะที่เคลื่อนที่ในอากาศ เมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้นความดันจะลดลง และเมื่อวัตถุมีลักษณะโค้งด้านบน เรียบด้านล่าง เคลื่อนที่ไปในอากาศ ความดันของอากาศด้านบนจะน้อยกว่าความดันของอากาศด้านล่าง ทำให้เกิดการยกตัวขึ้น เช่นการลอยตัวของเครื่องบิน

กิจกรรมเรื่อง ยกปีกให้ลอยได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของการขนส่งทางอากาศได้
2. อธิบายวิวัฒนาการและข้อดีข้อเสีย ของการขนส่งทางอากาศได้
3. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านผิวโค้ง และผิวราบในขณะที่ใช้เวลาเท่ากันได้
4. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับแรงยกของวัตถุได้

สถานการณ์ (นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากการสาธิต)

1. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ปัญหา

.....

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้
เพื่อใช้ในการทดลอง

- | | |
|--------------|------------------|
| - ดินน้ำมัน | - กระดาษแข็ง |
| - กระดาษสมุด | - กระดาษวาดเขียน |
| - เชือก | - พัด |
| - หลอด | - ท่อยาง |

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกลงในรายการข้างล่าง

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกไว้ จากนั้นให้
เขียนวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

.....

.....

5. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตามความคิดของนักเรียน โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลอง

7. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- การเป่าอากาศผ่านกระดาษที่พับแบน กับกระดาษที่มีส่วนโค้งด้านบน ได้ผลเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

- การเป่าอากาศผ่านกระดาษโค้ง ทำให้กระดาษยกตัวขึ้นได้เพราะเหตุใด

- ความเร็วของอากาศมีความสัมพันธ์กับความดันอากาศอย่างไร

- หลักการของ ดาร์เนียล แบร์นูลี กล่าวอย่างไร

- เครื่องบินสามารถลอยตัวอยู่ในอากาศได้เพราะ

เอกสารประกอบการเรียน

เรื่อง รอก

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ความคิดรวบยอด

เครื่องกล เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรง หรืออำนวยความสะดวก หรือทั้งช่วยผ่อนแรงและอำนวยความสะดวก

รอกเป็นเครื่องกลชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นล้อหมุนได้รอบตัว รอกเดี่ยวตายตัวช่วยผ่อนแรงได้ครึ่งหนึ่งของน้ำหนัก ส่วนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ไม่ช่วยผ่อนแรงแต่ช่วยอำนวยความสะดวก

กิจกรรมเรื่อง รอกเดี่ยวจุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของเครื่องกลได้
2. อธิบายหลักการทำงานของรอกชนิดต่าง ๆ ได้
3. น
4. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับหลักการผ่อนแรงของรอกได้

สถานการณ์ (นักเรียนศึกษาสถานการณ์จาก วี ดีทัศน์)

1. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ปัญหา

.....

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้ เพื่อใช้ในการทดลอง

- | | |
|-------------|---------------------|
| - รอกเดี่ยว | - เชือก |
| - ถุงทราย | - ไม้บรรทัด |
| - ยางรัดของ | - เครื่องชั่งสองแขน |
| - ดินน้ำมัน | - ขาตั้ง |

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกลงในรายการข้างล่าง

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกไว้ จากนั้นให้เขียนวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

.....

.....

5. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตามความคิดของนักเรียน โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

7. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- การดึงถุงทราย โดยใช้รอกทั้งสองแบบ ได้ผลเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

- รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ผ่อนแรงหรือไม่อย่างไร

.....

- รอกเดี่ยวตายตัวผ่อนแรงหรือไม่อย่างไร

.....

เอกสารประกอบการเรียน

เรื่อง โมเมนต์และคาน

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ความคิดรวบยอด

แรงเป็นอำนาจอย่างหนึ่งซึ่งสามารถทำให้ หรือพยายามทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพจากหยุดนิ่งเป็นเคลื่อนที่ หรือจากสภาพเคลื่อนที่เป็นหยุดนิ่ง การออกแรงดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับแรงดึงก่อให้เกิดงาน ซึ่งมีหน่วยเป็นจูล

งาน = แรง X ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ตามทิศทางของแนวแรง

ผลคูณของแรงกับระยะตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรง คือโมเมนต์ของแรงนั้น ถ้าคานอยู่ในภาวะสมดุล ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาการรอบจุดหมุน จะเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาการรอบจุดหมุน

โมเมนต์ = แรง X ระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรง

โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

คานเป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรงชนิดหนึ่งมีลักษณะ ยาว แข็ง อาจตรงหรือโค้งก็ได้ สามารถหมุนรอบจุดหมุนได้เมื่อมีแรงภายนอกมากกระทำ

กิจกรรมเรื่อง คานผ่อนแรงได้หรือไม่จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของแรงและงานได้
2. อธิบายหลักการของโมเมนต์ได้
3. นำหลักการทำงานของคานไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับหลักการผ่อนแรงของคานได้

สถานการณ์ (นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากการสาธิต)

1. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ปัญหา

.....

สมมติฐาน

.....

.....

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้
เพื่อใช้ในการทดลอง

- | | |
|---------------------|--------------------|
| - ไม้บรรทัด | - ที่กั้นลม |
| - ยางรัดของ | - เหรียญ |
| - เครื่องชั่งสองแขน | - ดินน้ำมัน |
| - ไม้เมตร | - ถูทราย |
| - เชือก | - เครื่องชั่งสปริง |

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกลงในรายการข้างล่าง

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกไว้ จากนั้นให้
เขียนวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

5. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตามความคิดของนักเรียน โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

7. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- การออกแรงดึงคานที่ระยะต่าง ๆ มีค่าเท่ากันหรือไม่

.....

- เมื่อดึงคานที่จุดห่างจากจุดหมุนมากขึ้น ค่าของแรงดึงจะมากขึ้นหรือลดลง

.....

- การออกแรงดึงคานที่ระยะไกลและใกล้จุดหมุน จะให้ผลเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

- จงบอกความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดึงคานกับระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรง

.....

- ถ้าต้องการให้คานผ่อนแรงมากขึ้น ควรให้ระยะทางตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน

มากหรือน้อย.....

.....

เอกสารประกอบการเรียน

เรื่อง พื้นเอียง

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ความคิดรวบยอด

พื้นเอียงเป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรงมีลักษณะเป็นไม้กระดาน ยาว เรียบ สำหรับ
พาดบนที่สูง เพื่อขนย้ายวัตถุขึ้นสู่ที่สูง โดยการลากหรือการผลัก

กิจกรรมเรื่อง พื้นเอียง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของพื้นเอียงได้
2. นำหลักการผ่อนแรงของพื้นเอียง ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับหลักการผ่อนแรงของพื้นเอียงได้

สถานการณ์ (นักเรียนศึกษาสถานการณ์จาก วี ดีทัศน์)

1. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ปัญหา

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้ เพื่อใช้ในการทดลอง

- | | |
|--|--------------------|
| - ถุงทราย | - เชือก |
| - เครื่องชั่งสองแขน | - เครื่องชั่งสปริง |
| - ไม้กระดานขนาด $50 \times 10 \times 1 \text{ cm}^3$ | |

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกลงในรายการข้างล่าง

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกไว้ จากนั้นให้เขียนวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

4. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

5. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตามความคิดของนักเรียน โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลอง

7. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- การดึงถุงทรายและถุงทรายบนรถอะลูมิเนียม ขึ้นไปตามพื้นเอียง ออกแรงดึงเท่ากันหรือไม่
อย่างไร

- การดึงถุงทรายบนรถอะลูมิเนียมขึ้นไปตามพื้นเอียง และดึงขึ้นในแนวตั้ง กรณีใดออกแรงดึง มากกว่ากัน

- การดึงถุงทรายขึ้นไปตามพื้นเอียงเป็นการผ่อนแรงหรือไม่ เพราะเหตุใด

เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง เครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ความคิดรวบยอด

กลจักรเป็น เครื่องยนต์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานต่าง ๆ ให้เป็นพลังงานกล แล้วนำไปใช้งานได้ เช่นเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล

การทำงานของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง อาศัยหลักการอัดอากาศผสมไอน้ำมันให้มีปริมาตรเล็กลง แล้วหัวเทียนจึงจุดประกายไฟ ทำให้เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิง และเกิดความดันสูงดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ได้ และลูกสูบจึงไปดันให้ก้านสูบเคลื่อนที่หมุนขึ้นส่วนอื่น ๆ ของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ก๊าซโซลีนมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา บำรุงรักษาง่าย แต่ไม่ค่อยทนทาน เครื่องเสียงไม่ดังและไม่สั่นสะเทือน

การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง อาศัยหลักการอัดอากาศให้มีปริมาตรเล็กลงมาก ๆ อากาศจะมีอุณหภูมิสูง แล้วฉีดละอองน้ำมันเข้าผสมกับอากาศส่วนนี้ จึงเกิดการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงทำให้เกิดแรงดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ได้ เครื่องยนต์ดีเซลมีขนาดใหญ่ บำรุงรักษายากแต่ทนทาน เครื่องเสียงดังและสั่นสะเทือนมาก

กิจกรรมเรื่อง การจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซลได้
2. เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซลได้
3. เลือกใช้เครื่องยนต์แต่ละชนิด ให้เหมาะสมกับงานได้
4. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับหลักการจุดประกายด้วยเชื้อเพลิงได้

สถานการณ์ (นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากการสาธิต)

1. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ปัญหา

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้
เพื่อใช้ในการทดลอง

- เครื่องมือชุดจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้า
- สายไฟ
- แบตเตอรี่

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกลงในรายการข้างล่าง

.....

.....

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกได้ จากนั้นให้
เขียนวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลอง
 ตัวแปรต้น
 ตัวแปรตาม
 ตัวแปรควบคุม
5. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตามความคิดของนักเรียน โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลอง

7. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้
 - ประกายไฟฟ้า จะเกิดขึ้นเมื่อใด
 - จากการทดลองมีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร
 - อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แปลงความต่างศักย์ให้สูงขึ้นหรือต่ำลงคืออะไร
 - หลักการทำงานของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนมีหลักการอย่างไร
 - เครื่องยนต์ดีเซลอาศัยหลักการใดในการทำงาน
 - ในเครื่องยนต์ดีเซลต้องใช้หัวเทียนในการจุดระเบิดหรือไม่อย่างไร
 - เพราะเหตุใดเครื่องยนต์ดีเซลจึงมักสร้างปัญหา ให้กับภาวะแวดล้อม

เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ความคิดรวบยอด

ความเฉื่อยของวัตถุ เป็นการรักษาสภาพเดิมของวัตถุ เมื่อวัตถุอยู่นิ่งจะพยายามรักษาสภาพนิ่งไว้ และวัตถุที่เคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงที่ ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ขณะที่มีการหยุดรถหรือออกรถอย่างรวดเร็ว วัตถุที่อยู่บนรถจะเคลื่อนที่เพราะวัตถุนั้นมีความเฉื่อย

กิจกรรมเรื่อง ความเฉื่อยของวัตถุ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักของความเฉื่อยได้
2. นำหลักของความเฉื่อยไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับความเฉื่อยได้

สถานการณ์ (นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากการสาธิต)

1. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ปัญหา

.....

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้ เพื่อใช้ในการทดลอง

- | | |
|--|-------------|
| - รถอะคูมิเนียม | - รถเหล็ก |
| - แท่งไม้ขนาด 10 X 5 X 3 cm ³ | - ไม้บรรทัด |
| - ดินน้ำมัน | - เชือก |

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกลงในรายการข้างล่าง

.....

.....

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกได้ จากนั้นให้เขียนวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

.....

.....

5. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตามความคิดของนักเรียน โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลอง

7. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- วัตถุที่อยู่นิ่งจะพยายามรักษาสภาพใดไว้ ถ้าไม่มีแรงมากระทำ

- วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ จะพยายามรักษาสภาพใดไว้ ถ้าไม่มีแรงอื่นมากระทำ

- เมื่อรถแล่นออกอย่างรวดเร็ว วัตถุที่อยู่บนรถจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร

- การบรรทุกของบนรถให้ปลอดภัยควรปฏิบัติอย่างไร

- หลักการของความเฉื่อยคือ

- มวลและความเฉื่อยของวัตถุ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

เอกสารประกอบการเรียน
เรื่อง จุดศูนย์ถ่วงกับการทรงตัว

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ความคิดรวบยอด

จุดศูนย์ถ่วง เป็น จุดรวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อนหรือตำแหน่งที่แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อจุดนั้น วัตถุจะทรงตัวได้ดีเมื่อมีจุดศูนย์ถ่วงต่ำ และวัตถุจะล้มเมื่อแนวตั้งจากจุดศูนย์ถ่วงอยู่นอกฐาน

กิจกรรมเรื่อง จุดศูนย์ถ่วงกับการทรงตัวของวัตถุ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุชนิดต่าง ๆ ได้
2. นำหลักการของจุดศูนย์ถ่วงไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับจุดศูนย์ถ่วงได้

สถานการณ์ (นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากการสาธิต)

1. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ปัญหา

.....

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้ เพื่อใช้ในการทดลอง

- | | |
|---|------------------------|
| - ดินน้ำมัน | - เชือก |
| - แท่งไม้ขนาด $10 \times 5 \times 3 \text{ cm}^3$ | - แก้วน้ำรูปร่างต่าง ๆ |
| - ซอส์ค | - ไม้บรรทัด |

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกลงในรายการข้างล่าง

.....

.....

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกไว้ จากนั้นให้เขียนวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

.....

.....

5. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตามความคิดของนักเรียน โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลอง

7. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- เมื่อแนวเชือกอยู่กึ่งกลางของฐาน ท่อนไม้จะมีการทรงตัวอย่างไร

- ท่อนไม้จะล้มเมื่อใด

- การวางท่อนไม้ในลักษณะอย่างไร ท่อนไม้จึงจะมีโอกาสล้มน้อยที่สุด

- วัตถุจะมีการทรงตัวดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับสิ่งใด

- วัตถุที่มีจุดศูนย์ถ่วงต่ำและจุดศูนย์ถ่วงสูง วัตถุใดจะทรงตัวได้ดีกว่า

- ในชีวิตประจำวัน จุดศูนย์ถ่วงมีความสำคัญด้านใดบ้าง

เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง วัฒนาการของการสื่อสาร

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ความคิดรวบยอด

การสื่อสาร เป็น การติดต่อส่งข่าวสารถึงกันและกัน โดยใช้หลักการและอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรศัพท์ โทรเลข โทรศัพท์ โทรพิมพ์ Internet E - mail เป็นต้น การสื่อสารด้วยการใช้ภาษา นั่นคือใช้เสียงพูด

เสียง เกิดจากการสั่นของวัตถุต้นกำเนิด และการเคลื่อนที่ของเสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดไปกระทบอนุภาคของตัวกลางแล้วมีการถ่ายทอดพลังงานต่อกัน

ความเข้มเสียง เป็น พลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเมื่อตกกระทบพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ในเวลา 1 วินาที เรียกว่าความเข้มของเสียง

ระดับความเข้มเสียง เป็น ค่าเปรียบเทียบความเข้มเสียงหนึ่งกับเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ปกติสามารถรับฟังได้

การรับฟังเสียงโดยไม่เป็นอันตรายนั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับพลังงานเสียงที่ได้รับหรือระดับความเข้มเสียงแล้ว ยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่รับฟังเสียงนั้นด้วย

การทำงานของเครื่องรับและเครื่องส่งโทรเลขนั้น อาศัยหลักการเกี่ยวกับการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าในเส้นลวด จะเกิดสนามแม่เหล็กรอบเส้นลวดนั้น

วิทยุ เป็นเครื่องมือสื่อสารชนิดหนึ่งที่ใช้ส่งข่าวสารข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับ โดยใช้วิธีการเปลี่ยนข่าวสารข้อมูลให้เป็นคลื่นวิทยุ จากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับ โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

การสื่อสารโดยใช้โทรศัพท์ เป็นการส่งสัญญาณภาพและเสียงจากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับ พร้อม ๆ กัน โดยการส่งสัญญาณเสียงมีกระบวนการเช่นเดียวกับการส่งคลื่นวิทยุ ส่วนการส่งสัญญาณภาพ เป็นการเปลี่ยนภาพเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วผสมกับคลื่นพาหะเป็นคลื่นโทรศัพท์

โทรศัพท์แบบไดนามิก ประกอบด้วยลำโพงเสียงซึ่งมีลักษณะเหมือนกัน 2 ตัว แต่ละตัว ทำหน้าที่เป็นได้ทั้งลำโพงเสียงและไมโครโฟน ซึ่งโทรศัพท์แบบไดนามิกนี้ต้องมีแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

กิจกรรมเรื่อง โทรศัพท์แบบไดนามิก

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียงออกจากแหล่งกำเนิดได้
2. อธิบายความหมายของความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียงได้
3. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มของเสียง และการรับฟังเสียงโดยไม่เป็นอันตรายได้

อันตรายได้

4. อธิบายหลักการทำงานของ โทรเลข โทรศัพท์ โทรพิมพ์ ได้
5. อธิบายการส่งและรับคลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ได้
6. นำหลักการสื่อสาร ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
7. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับหลักการทำงานของโทรศัพท์แบบไดนามิกได้

ไดนามิกได้

สถานการณ์ (นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากการสาธิต)

1. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ปัญหา

.....

สมมติฐาน

.....

.....

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้

เพื่อใช้ในการทดลอง

- | | |
|-------------|-----------------|
| - ลำโพง | - สายไฟ |
| - แบตเตอรี่ | - หม้อแปลงไฟฟ้า |

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกลงในรายการข้างล่าง

.....

.....

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกไว้ จากนั้นให้เขียนวิธีการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

.....

5. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตามความคิดของนักเรียน โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

7. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- ชุดโทรศัพท์แบบไดนามิก มีส่วนประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง

.....

- ถ้าลำโพงตัวหนึ่ง ทำหน้าที่เป็นลำโพงเสียง อีกตัวหนึ่งจะทำหน้าที่เป็นอะไร

.....

- ลำโพงเสียงที่ทำหน้าที่เป็นไมโครโฟนจากการทดลองนี้ เรียกว่าอะไร

.....

- ไดนามิกไมโครโฟนมีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร

.....

- สิ่งใดทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงมาถึงหูเราได้

.....

- พลังงานเสียงที่ตกกระทบพื้นที่ 1 ตารางหน่วยในเวลา 1 วินาที เรียกว่า

.....

- ค่าเปรียบเทียบความเข้มของเสียงใด ๆ ว่าเป็นกี่เท่าของความเข้มของเสียงที่ค่อยที่สุด
ที่มนุษย์ปกติสามารถได้ยิน เรียกค่านี้ว่า

.....

- การรับฟังเสียงดังเป็นเวลานาน ๆ จะเกิดผลอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

- เครื่องรับส่งโทรเลขมีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร

.....

- โทรศัพท์คือ

.....

- หลักการของโทรพิมพ์คือ
- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีสมบัติอย่างไร
- หลักการรับส่งคลื่นวิทยุ มีหลักการอย่างไร
- การส่งสัญญาณของเครื่องรับโทรทัศน์ มีหลักการอย่างไร
- การส่งคลื่นโทรทัศน์ไปเป็นระยะทางไกล ๆ ทำได้อย่างไร
- การสื่อสารโดยใช้วิทยุและโทรทัศน์ มีข้อดีอย่างไร
- ข้อเสียของการสื่อสารโดยใช้วิทยุและโทรทัศน์ มีอะไรบ้าง
- ในปัจจุบัน การขนส่งและการสื่อสาร มีบทบาทในเรื่องใดบ้าง
- นักเรียนคิดว่าในอนาคต การขนส่งและการสื่อสารจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
- ในฐานะของพลเมืองดี นักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการช่วยรักษาผลประโยชน์ของรัฐ
ในการขนส่งและสื่อสาร ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นสมบัติของเราทุกคน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มี 40 ข้อ ให้เวลาในการทำ 1 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบแต่ละข้อจะมีตัวเลือก 5 ข้อ ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกเพียงข้อเดียวเท่านั้น ถ้านักเรียนตอบตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป จะถือว่านักเรียนตอบข้อนั้นผิด
3. การตอบให้ตอบในกระดาษคำตอบ โดยแรเงาลงในช่องว่างใต้ตัวอักษรที่กำกับคำตอบ ซึ่งนักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด เช่น
ถ้านักเรียนคิดว่าคำตอบข้อ ค. ถูกที่สุด ให้นักเรียนแรเงาลงในช่องว่างดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ

4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดกากบาท (X) ทับตรงช่องแรเงาเดิม แล้วจึงแรเงาในช่องว่างใหม่ที่ต้องการ เช่น ต้องการเปลี่ยนจาก ข้อ ค. เป็น ข้อ จ. ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ

5. ห้ามขีดเขียนข้อความใด ๆ บนข้อสอบ และห้ามนำแบบทดสอบฉบับนี้ออกจากห้องสอบ
6. ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียบร้อยแล้วจึงลงมือทำข้อสอบ

1. คำกล่าวต่อไปนี้ หมายถึงการขนส่ง

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1) การขนส่งสินค้าไปขาย | 2) การเคลื่อนย้ายคนไปอีกที่หนึ่ง |
| 3) การใช้ยานพาหนะบรรทุกวิ่งไปโรงฆ่าสัตว์ | |

คำกล่าวข้อใดถูกต้อง

- | | |
|-------------------|----------------|
| ก. ข้อ 1 | ข. ข้อ 2 |
| ค. ข้อ 1 และ 3 | ง. ข้อ 2 และ 3 |
| จ. ข้อ 1, 2 และ 3 | |

2. แรงเสียดทานมีความหมายเหมือนข้อใด

- | | |
|---|-----------------------------------|
| ก. แรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่ | ข. แรงที่เกิดจากผิวสัมผัส |
| ค. แรงที่พยุงให้วัตถุลอยตัวได้ | ง. แรงที่วัตถุพยายามรักษาสภาพเดิม |
| จ. แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ระหว่างคู่ผิวสัมผัส | |

3. ในขณะที่รถกำลังวิ่งเกิดล้อหลุด ทำให้ห้องรถครูดไปบนถนน เป็นสาเหตุให้รถหยุดเพราะแรงเสียดทาน นั้นแสดงว่าแรงเสียดทานเกิดขึ้นบริเวณใด

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ก. แรงที่เกิดขึ้นกับรถขณะที่กำลังวิ่ง | ข. แรงที่เกิดขึ้นระหว่างล้อ กับตัวรถ |
| ค. แรงที่เกิดขึ้นระหว่างล้อกับถนน | ง. แรงที่เกิดขึ้นระหว่างคนขับรถกับถนน |
| จ. แรงที่เกิดขึ้นระหว่างห้องรถกับถนน | |

4. ถ้าต้องการทดสอบว่า “แรงกดของวัตถุที่กดลงบนพื้น มีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่” สิ่งที่ต้องคอยติดตามดูคือ

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| ก. แรงเสียดทาน | ข. แรงกดของวัตถุ |
| ค. น้ำหนักของวัตถุทราาย | ง. แรงดึงจากเครื่องชั่งสปริง |
| จ. มวลของวัตถุ | |

5. ในการทดลองลากแผ่นอิฐบนแท่งดินสอกลม กับการลากรถเข็นดิน แท่งดินสอกลมเปรียบได้กับส่วนใดของรถเข็นดิน

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| ก. ที่สำหรับลาก | ข. ล้อรถ |
| ค. ตัวกระบะใส่ดิน | ง. แกนระหว่างล้อรถทั้งสองข้าง |
| จ. ขาตั้งใต้ตัวถังรถ | |

9. ความหนาแน่นของวัตถุเป็นเท่าใด

ก. 4.50 g/cm^3

ข. 3.50 g/cm^3

ค. 2.50 g/cm^3

ง. 1.50 g/cm^3

จ. 0.25 g/cm^3

10. เมื่อชั่งดินน้ำมันขณะลอยในของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะมีน้ำหนักเท่าใด

ก. เท่ากับศูนย์

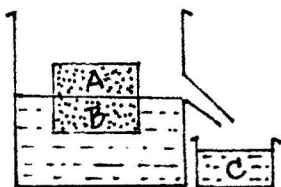
ข. เท่ากับน้ำหนักในอากาศ

ค. น้อยกว่าเมื่อชั่งในอากาศ

ง. มากกว่าเมื่อชั่งในอากาศ

จ. เท่ากับปริมาตรของดินน้ำมัน

11.



เมื่อนำวัตถุหนัก 150 กรัม ไปลอยในน้ำ พบว่ามี
บางส่วนจมน้ำดังรูป น้ำหนักของน้ำในถ้วย C หนัก
เท่าไร

ก. หนักเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วน B

ข. หนักเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วน A

ค. หนักเท่ากับน้ำหนักของวัตถุเมื่อชั่งในน้ำ

ง. หนักเท่ากับน้ำหนักของวัตถุเมื่อชั่งในอากาศ

จ. หนักเท่ากับศูนย์ เพราะวัตถุลอยอยู่ในของเหลว

12. การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบว่า “ขนาดของถ้วยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน

สามารถบรรจุทุกน้ำหนักสิ่งของได้เท่ากันหรือไม่” ทำการทดลองโดยนำถ้วยทั้ง 2 ขนาด

ไปลอยในอ่างน้ำ แล้วค่อย ๆ หย่อนลูกกลมเหล็กลงทีละลูก จากการทดลอง สิ่งที่ต้องจัด
ให้แตกต่างกันคืออะไร

ก. มวลของถ้วย

ข. ปริมาตรของน้ำที่ลอยถ้วย

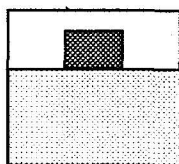
ค. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ้วย

ง. ขนาดของลูกกลมเหล็กที่ใส่ในถ้วย

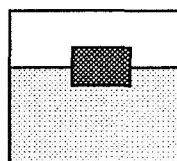
จ. ระยะที่ปล่อยลูกกลมเหล็กลงในถ้วย

13. ทดลองนำท่อนไม้ท่อนหนึ่งใส่ลงในของเหลวชนิดต่าง ๆ ทำให้ท่อนไม้จมดังรูป ของเหลวในข้อใดที่มีความหนาแน่นมากที่สุด

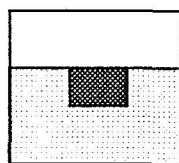
ก.



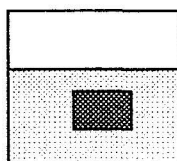
ข.



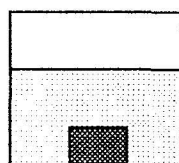
ค.



ง.



จ.



14. จากข้อ 13 สิ่งใดที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน

ก. ขนาดของภาชนะ

ข. ปริมาตรของของเหลว

ค. ขนาดและชนิดของท่อนไม้

ง. ความหนาแน่นของของเหลว

จ. ถูกตามข้อ ก., ข. และ ค.

15. สมมติฐานที่เหมาะสมสำหรับการทดลองในข้อ 13 คือข้อใด

ก. ท่อนไม้มีความหนาแน่นเท่ากัน

ข. ของเหลวชนิดเดียวกันมีความหนาแน่นเท่ากัน

ค. ของเหลวแต่ละชนิดน่าจะมีค่าความหนาแน่นต่างกัน

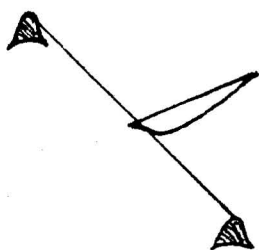
ง. ท่อนไม้ท่อนเดียวกันจะจมลงเท่ากันในของเหลวชนิดเดียวกัน

จ. ความหนาแน่นของของเหลวและท่อนไม้ น่าจะขึ้นอยู่กับมวลและปริมาตร

16. ถ้าต้องการให้วัตถุที่มีความหนาแน่นมาก ลอยในของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า ควรทำอย่างไร

- ก. เพิ่มมวลและเพิ่มปริมาตร
- ข. เพิ่มมวลแต่ลดปริมาตร
- ค. เพิ่มปริมาตรแต่มวลคงที่
- ง. เพิ่มมวลแต่ปริมาตรคงที่
- จ. ลดมวลและปริมาตร

17.



เมื่อพับกระดาษให้มีด้านโค้ง แล้วนำไปขึงกับเชือกโดยเอาด้านโค้งไว้ข้างล่างดังรูป แล้วออกแรงเป่าด้านหน้า ปรากฏว่ากระดาษเคลื่อนที่ลงด้านล่าง เป็นเพราะเหตุใด

- ก. ด้านบนมีความกดดันอากาศต่ำกว่าด้านล่าง
- ข. ด้านบนมีความกดดันอากาศสูงกว่าด้านล่าง
- ค. ด้านบนและด้านล่างมีความกดดันเท่ากัน
- ง. อากาศด้านบนมีความเร็วทำให้มีความกดดันสูง กดกระดาษลงด้านล่าง
- จ. อากาศด้านล่างเคลื่อนที่เร็วทำให้มีความกดดันสูงกว่าด้านบนกระดาษจึงถูกกดลง

18. จากหลักของแรงยก ควรสร้างปีกเครื่องบินให้มีลักษณะอย่างไร

- ก. โค้งทั้งด้านบนและด้านล่าง
- ข. โค้งด้านบน เรียบด้านล่าง
- ค. โค้งด้านล่าง เรียบด้านบน
- ง. โค้งด้านบน เว้าด้านล่าง
- จ. โค้งด้านล่าง เว้าด้านบน

19. ถ้านักเรียนไปยืนอยู่ริมทางเท้า และมีรถแล่นเฉี่ยวผ่านอย่างรวดเร็วตามหลักของเบอร์นูลลี จะเกิดอะไรขึ้น

- ก. ตัวนักเรียนลอยสูงขึ้น
- ข. ตัวนักเรียนจะเอนเข้าหารถ
- ค. ตัวนักเรียนจะเอนออกจากรถ
- ง. ตัวนักเรียนจะเคลื่อนที่ไปทางเดียวกับรถ
- จ. ตัวนักเรียนจะเคลื่อนที่ไปคนละทางกับรถ

20. ข้อความใดกล่าวถึงรอกเดี่ยวตายตัวได้ถูกต้อง

- ก. รอกเดี่ยวตายตัวช่วยผ่อนแรงและช่วยอำนวยความสะดวก
- ข. รอกเดี่ยวตายตัวช่วยผ่อนแรงแต่ไม่ช่วยอำนวยความสะดวก
- ค. รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรงแต่ช่วยอำนวยความสะดวก
- ง. รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรงและไม่ช่วยอำนวยความสะดวก
- จ. รอกเดี่ยวตายตัวช่วยผ่อนแรงครึ่งหนึ่งและช่วยอำนวยความสะดวก

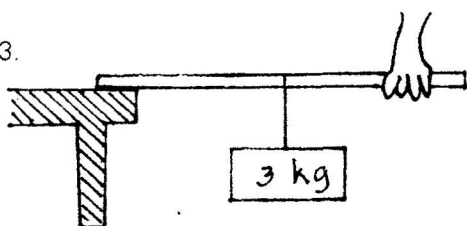
21. การออกแรงกรณีใดเกิดงาน

- ก. ระยะทางตามแนวแรงเป็นศูนย์
- ข. ระยะทางตั้งฉากกับแนวแรง
- ค. แบกวัตถุไปตามพื้นราบ
- ง. แบกวัตถุเดินขึ้นบันได
- จ. ออกแรงเข็นรถแต่รถไม่มีการเคลื่อนที่

22. ถ้าต้องการออกแรงจัดก้อนหินด้วยชะแลง และให้ออกแรงน้อยที่สุด ควรใช้วิธีใด

- ก. เลื่อนขอนหนุนให้อยู่ใกล้ก้อนหินมากที่สุด
- ข. เลื่อนขอนหนุนให้ห่างก้อนหินออกไปมาก ๆ
- ค. ใช้ขอนหนุนสองจุด คือใกล้ก้อนหินและใกล้ชะแลง
- ง. เลื่อนขอนหนุนให้อยู่ที่ครึ่งหนึ่งของระยะความยาวของชะแลง
- จ. เลื่อนขอนหนุนให้อยู่ที่ครึ่งหนึ่งของระยะจากจุดกลางของชะแลงถึงก้อนหิน

23.



คาน กข โตสมาเสมอยาว 1 เมตร ปลาย ก.

กตบนขอบโต๊ะ ปลาย ข. เขามีมือจับไว้ ถ้าคาน

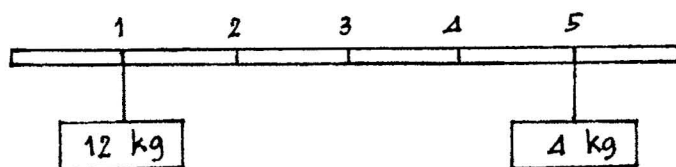
นี้มีน้ำหนัก 3 กิโลกรัมแขวนที่กลางคาน

มือจะรับน้ำหนักเท่าใด

- ก. 1.0 กิโลกรัม
- ค. 2.0 กิโลกรัม
- จ. 6.0 กิโลกรัม

- ข. 1.5 กิโลกรัม
- ง. 3.0 กิโลกรัม

24. แขนงน้ำหนักกับคานดังรูป จะต้องแขวนคานตรงจุดใด คานจึงจะสมดุล



- | | |
|-------------|-------------|
| ก. จุดที่ 1 | ข. จุดที่ 2 |
| ค. จุดที่ 3 | ง. จุดที่ 4 |
| จ. จุดที่ 5 | |

25. กลจักรดีเซล อาศัยหลักการใดในการจุดระเบิดไอน้ำมัน

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| ก. ความร้อนจากไอน้ำ | ข. ความร้อนจากหม้อแปลง |
| ค. ประกายไฟจากหัวเทียน | ง. กระแสไฟที่มีศักย์สูงในคอยล์ |
| จ. ความร้อนจากการอัดอากาศในกระบอกสูบ | |

26. หม้อแปลงลงหมายถึงข้อใด

- | |
|---|
| ก. หม้อแปลงที่มีขดลวดปฐมภูมิน้อยกว่าทุติยภูมิ |
| ข. หม้อแปลงที่มีขดลวดปฐมภูมิมากกว่าทุติยภูมิ |
| ค. หม้อแปลงที่ไฟฟ้าเข้าน้อยแต่ออกมาก |
| ง. หม้อแปลงที่ทำให้ความต้านทานลดลง |
| จ. หม้อแปลงที่เพิ่มความต่างศักย์ |

27. ความเฉื่อยหมายถึงอะไร

- | |
|--|
| ก. แรงที่กระทำให้วัตถุหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ |
| ข. แรงที่วัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ปะทะคือสิ่งกีดขวาง |
| ค. วัตถุเปลี่ยนความเร็ว เมื่อมีแรงภายนอกมากกระทำ |
| ง. วัตถุเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและข้างหลัง เมื่อมีแรงมากกระทำ |
| จ. การรักษาสภาพหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ของวัตถุ |

28. ข้อความใดต่อไปนี้อธิบายเรื่องความเฉื่อยได้
- ก. ลมพัดต้นไม้ลู่ตามลม ข. รถแล่นแล้วเบรคให้หยุด
ค. คนขว้างก้อนหินไปในอากาศ ง. การที่วัตถุตกจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำ
จ. คนถีบจักรยานเมื่อเบรคแล้วยังไถลต่อไป
29. ข้อความใดกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างจุดศูนย์ถ่วงและความสูงของวัตถุ ได้ถูกต้องที่สุด
- ก. วัตถุยิ่งต่ำลงจุดศูนย์ถ่วงจะยิ่งสูงขึ้น ข. วัตถุยิ่งสูงขึ้น จุดศูนย์ถ่วงจะยิ่งต่ำลง
ค. วัตถุยิ่งสูงขึ้นจุดศูนย์ถ่วงจะยิ่งต่ำลง ง. จุดศูนย์ถ่วงจะเปลี่ยนแปลงเพราะน้ำหนัก
จ. วัตถุจะสูงขึ้นหรือต่ำลงก็ตาม จุดศูนย์กลางจะไม่เปลี่ยนแปลง
30. จากข้อ 29 วัตถุล้มเนื่องจากอะไร
- ก. มวลของวัตถุมาก ข. วัตถุเกิดแรงเฉื่อย
ค. แนวจุดศูนย์ถ่วงตกภายในฐาน ง. แนวจุดศูนย์ถ่วงตกออกนอกฐาน
จ. แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุ
31. วัตถุ 2 ชิ้น มีความกว้างและความยาวของฐานเท่ากัน แต่ปริมาตรแตกต่างกัน เมื่อนำมาตั้งบนพื้นเรียบ จับเอียงพบว่า วัตถุชนิดที่ 1 วางเอียงทำมุมกับพื้น 20 องศา จะล้มทันที วัตถุชนิดที่ 2 วางเอียงทำมุมกับพื้น 30 องศา จะล้มทันที จากข้อมูล ข้อสรุปใดถูกต้อง
- ก. วัตถุชนิดที่ 1 มีจุดศูนย์ถ่วงต่ำกว่าวัตถุชนิดที่ 2
ข. วัตถุชนิดที่ 2 มีจุดศูนย์ถ่วงต่ำกว่าวัตถุชนิดที่ 1
ค. วัตถุชนิดที่ 2 มีปริมาตรมากกว่าวัตถุชนิดที่ 1
ง. วัตถุชนิดที่ 1 มีมวลน้อยกว่าวัตถุชนิดที่ 2
จ. วัตถุชนิดที่ 1 ถูกแรงกระชำน้อยกว่าวัตถุชนิดที่ 2
32. ความปลอดภัยในการขับรถ จะมีมากที่สุด在哪ลักษณะใด
- ก. ระยะปฏิกริยาไกล ระยะเบรคใกล้ ข. ระยะปฏิกริยาใกล้ ระยะเบรคใกล้
ค. ระยะปฏิกริยาไกล ระยะเบรคใกล้ ง. ระยะปฏิกริยาใกล้ ระยะเบรคไกล
จ. ระยะปฏิกริยาเท่ากับระยะเบรค

32. ความปลอดภัยในการขับรถ จะมีมากที่สุด ณ ลักษณะใด
- ก. ระยะปฏิกิริยาไกล ระยะเบรคไกล ข. ระยะปฏิกิริยาใกล้ ระยะเบรคใกล้
- ค. ระยะปฏิกิริยาไกล ระยะเบรคใกล้ ง. ระยะปฏิกิริยาใกล้ ระยะเบรคไกล
- จ. ระยะปฏิกิริยาเท่ากับระยะเบรค

33. ข้อความใดที่กล่าวถึงคลื่นเสียงผิดจากความเป็นจริง
- คลื่นเสียงสามารถเคลื่อนที่ผ่านสุญญากาศได้
 - คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านเหล็กได้ดีกว่าอากาศ
 - คลื่นเสียงต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
 - คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ
 - คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศได้ดีน้อยกว่าเคลื่อนที่ผ่านน้ำ
34. ข้อความใดอธิบายความหมายของ “ความเข้มของเสียง” ได้ชัดเจนที่สุด
- เป็นค่าที่บอกความถี่ของเสียง
 - เป็นค่าเปรียบเทียบเสียงที่ดังที่สุด กับเสียงที่ค่อยที่สุด
 - เป็นค่าเปรียบเทียบเสียงที่สูงที่สุด กับเสียงที่ต่ำที่สุด
 - เป็นค่าของพลังงานเสียงที่ตกกระทบบนพื้นที่ 1 ตารางหน่วยในเวลา 1 วินาที
 - เป็นค่าของพลังงานเสียงที่ตกกระทบบนพื้นที่ทั้งหมด ที่ต้องการวัดในเวลา 1 วินาที
35. ค่าเปรียบเทียบความเข้มของเสียงใด ๆ ว่าเป็นกี่เท่าของความเข้มเสียงที่ค่อยที่สุดที่มนุษย์ปกติสามารถได้ยินเรียกว่าอะไร
- เสียงก้อง
 - เสียงเงิบ
 - แอมพลิจูด
 - ความเข้มของเสียง
 - ระดับความเข้มเสียง
36. หูของคนปกติ สามารถได้ยินเสียงค่อยที่สุด ที่ระดับความเข้มเท่าใด
- 0 dB
 - 20 dB
 - 120 dB
 - 20,000 dB
 - 20 dB
37. ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องรับเครื่องส่งโทรเลข
- เครื่องรับคือสวิตช์ไฟฟ้า
 - เครื่องส่งคือแม่เหล็กไฟฟ้า
 - เครื่องรับ - ส่งโทรเลข ส่งสัญญาณเสียงได้
 - เครื่องส่งโทรเลขสามารถเกาะเป็นจังหวะต่าง ๆ และแปลสัญญาณออกมาได้
 - เครื่องรับ - ส่งโทรเลข ทำงานได้ต้องอาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า สวิตช์ไฟ และกระแสไฟฟ้า

38. ลำโพงเสียงมีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร
- พลังงานเสียง พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า
 - พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล พลังงานเสียง
 - พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า พลังงานเสียง
 - พลังงานไฟฟ้า พลังงานแสง พลังงานเสียง
 - พลังงานเสียง พลังงานแสง พลังงานไฟฟ้า
39. สิ่งที่ทำหน้าที่นำสัญญาณเสียง และสัญญาณภาพจากสถานีส่งวิทยุ และโทรทัศน์ ไปยังเครื่องรับคือข้อใด
- คลื่นวิทยุ
 - คลื่นพาหะ
 - คลื่นเสียง
 - คลื่นโทรทัศน์
 - คลื่นไมโครเวฟ
40. การส่งสัญญาณภาพและเสียงของวิทยุและโทรทัศน์ด้วยวิธีใด จะทำให้คุณภาพของภาพและเสียง ดีที่สุด
- ส่งคลื่นต่อเป็นทอด ๆ
 - ส่งผ่านทางสัญญาณดาวเทียม
 - ส่งคลื่นกระจายออกทางเสาอากาศ
 - ส่งผ่านทางสายไฟที่เป็นสายทองแดง
 - ส่งผ่านทางสายเคเบิลเส้นใยแก้วนำแสง

แบบทดสอบ
วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชั้นบูรณาการ)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชั้นบูรณาการ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มี 30 ข้อ ให้เวลาในการทำ 1 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบแต่ละข้อจะมีตัวเลือก 5 ข้อ ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกเพียงข้อเดียวเท่านั้น ถ้านักเรียนตอบตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป จะถือว่านักเรียนตอบข้อนั้นผิด
3. การตอบให้ตอบในกระดาษคำตอบ โดยแรเงาลงในช่องว่างใต้ตัวอักษรที่กำกับคำตอบ ซึ่งนักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด เช่น
ถ้านักเรียนคิดว่าคำตอบข้อ ค. ถูกที่สุด ให้นักเรียนแรเงาลงในช่องว่างดังนี้

ก ข ค ง จ
☐ ☐ ☒ ☐ ☐

4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดกากบาท (X) ทับตรงช่องแรเงาเดิม แล้วจึงแรเงาในช่องว่างใหม่ที่ต้องการ เช่น ต้องการเปลี่ยนจาก ข้อ ค. เป็น ข้อ จ. ให้ทำดังนี้

ก ข ค ง จ
☐ ☐ ☒ ☐ ☒

5. ห้ามขีดเขียนข้อความใด ๆ บนข้อสอบ และห้ามนำแบบทดสอบฉบับนี้ออกจากห้องสอบ
6. ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียบร้อยแล้วจึงลงมือทำข้อสอบ

1. ปัญญาต้องการจะปลูกชบา จึงวางแผนการทดลองโดยการนำกิ่งชบาสด ซึ่งมีตาที่กำลังผลิหลายกิ่งมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เท่า ๆ กัน ส่วนหนึ่งนำไปแช่น้ำประปา อีกส่วนหนึ่งแช่ไว้ในน้ำประปาสมเกลือ ข้อใดควรเป็นสมมติฐานในการทำการทดลอง
 - ก. น้ำประปามีผลต่อกิ่งชบา
 - ข. เกลือทำให้น้ำประปาสะอาดขึ้น
 - ค. เกลือช่วยทำให้รากพืชงอกเร็วขึ้น
 - ง. เกลือมีผลต่อการผลิใบของตาทิ้งชบา
 - จ. เกลือและน้ำประปามีผลต่อการผลิใบ
2. เด็กชายธเนศ ได้ทำการทดลองตามขั้นตอนดังนี้
 - 1) นำกระป๋อง 3 ใบ ที่มีความสูงเท่ากันแต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน คือ 5 , 10 และ 15 cm. ตามลำดับ
 - 2) บรรจุดินร่วนลงไปในกระป๋องทั้ง 3 ใบ ใบละ 1/2 ของกระป๋อง
 - 3) นำถั่วเขียวเพาะลงในกระป๋องทั้ง 3 ใบ ใบละ 10 เมล็ด
 - 4) รดน้ำกระป๋องละ 15 cm³ ตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสงแดดแล้วสังเกตุดันถั่วเขียวเป็นเวลา 7 วัน
 จากการทดลองดังกล่าว ควรตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
 - ก. น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - ข. พื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - ค. แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - ง. ความสูงของกระป๋องมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - จ. ดินต่างชนิดกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
3. ต่ายทดลองดีดสายกีตาร์ที่มีขนาดและความตึงเท่ากัน แต่ความยาวต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบเสียงที่เกิดจากแต่ละสาย ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้
 - ก. ขนาดของลวดต่างกัน ทำให้เกิดเสียงต่างกัน
 - ข. การสั่นของลวดที่มีความยาวต่างกัน ทำให้เกิดเสียงต่างกัน
 - ค. ลวดที่มีความตึงต่างกัน จะเกิดเสียงระดับเดียวกัน
 - ง. การสั่นของเส้นลวดที่มีความตึงต่างกันทำให้เกิดเสียงต่างกัน
 - จ. ขนาดของแรงดีดที่ต่างกัน จะทำให้เกิดระดับเสียงต่างกัน

4. ดนัยเลี้ยงไก่ไว้หลายตัว เขาสังเกตเห็นว่าจำนวนของลูกเจี๊ยบที่ฟักออกจากไข่ มีปริมาณต่างกันเขาสงสัยว่าปริมาณอาหารที่หาได้ อาจมีผลต่ออัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่ สมมติฐานของตัวแปรนี้ คือ
- ก. กรงไก่ที่อุดมภูมิพอเหมาะ จะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่มากกว่าในกรงไก่ที่มีอุณหภูมิต่ำพอเหมาะ
 - ข. กรงไก่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์พอเหมาะ จะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่มากกว่าในกรงไก่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำพอเหมาะ
 - ค. กรงไก่ที่มีปริมาณอาหารมาก จะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่มากกว่าในกรงไก่ที่มีปริมาณอาหารน้อย
 - ง. กรงไก่ที่มีไก่อายุน้อยจะมีผลทำให้อัตราที่ ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่ มากกว่าในกรงไก่ที่มีไก่อายุมาก
 - จ. กรงไก่ที่มีไก่อายุมากจะมีผลทำให้อัตราที่ ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่ มากกว่าในกรงไก่ที่มีไก่อายุน้อย
5. ในการทดลองละลายสารส้มในน้ำ ปรากฏว่าสารส้ม 21 g. ละลายน้ำได้พอดีในน้ำ 360 cm^3 ถ้าในการทดลองครั้งต่อมา ผู้ทดลองนำสารส้มจำนวน เท่าเดิมไปละลายในของเหลวชนิดอื่น ๆ ที่มีปริมาตร 360 cm^3 ท่านคิดว่าการกระทำเช่นนี้ต้องการทดสอบสมมติฐานใด
- ก. ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ตัวทำละลาย จะทำให้สามารถทำละลายตัวถูกละลายได้มากขึ้น
 - ข. ถ้าเพิ่มปริมาตรให้แก่ตัวทำละลาย จะทำให้สามารถทำละลายตัวถูกละลายได้มากขึ้น
 - ค. ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลาย ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย
 - ง. ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลาย ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและปริมาตรของตัวทำละลาย
 - จ. ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลาย ขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวถูกละลาย

6. นักวิทยาศาสตร์ผู้หนึ่งได้ทำการทดลองดังนี้

- 1) เตรียมจานเพาะเชื้อขนาดเดียวกัน 4 ใบ ใส่วุ้นสำหรับเพาะเชื้อลงในจานเพาะเชื้อทั้ง 4 ใบ ในปริมาณที่เท่ากัน
 - 2) ใส่จุลินทรีย์ A ปริมาณเท่ากันในจานเพาะเชื้อทุกใบที่ใส่วุ้นแล้ว
 - 3) นำจานเพาะเชื้อไปใส่ในตู้ ซึ่งมีขนาดและรูปร่างเหมือนกันแต่มีอุณหภูมิต่างกันดังนี้คือ 10°C , 20°C , 30°C , และ 40°C โดยใส่จานเพาะเชื้อตู้ละ 1 ใบ
 - 4) เมื่อครบ 24 ชั่วโมง จึงทำการหาปริมาณของจุลินทรีย์ A ในแต่ละจานแล้วนำมาเปรียบเทียบกันการทดลองดังกล่าวควรใช้เพื่อทดสอบสมมติฐานใด
- ก. อัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ A ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
- ข. จุลินทรีย์ A จะตายถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ
- ค. จุลินทรีย์ A เจริญได้ดีในอุณหภูมิทุกระดับภายใน 24 ชั่วโมง
- ง. จุลินทรีย์ A สามารถทนต่ออุณหภูมิได้ในช่วง 20 - 40 องศาเซลเซียสเท่ากัน
- จ. ปริมาณและชนิดของวุ้นสำหรับเพาะเชื้อ ไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ A

7. คำกล่าวที่ว่า “คนอ้วนจะมีน้ำหนักมากกว่าคนผอม” ข้อใดต่อไปนี้เป็นนิยามของน้ำหนักที่เข้าใจตรงกัน

- ก. น้ำหนัก คือ แรงชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในคนเราทำให้สามารถทำงานได้
- ข. น้ำหนักคือ พลังงานชนิดหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นภายในตัวของคนเรา ทำให้สามารถทำงานได้
- ค. น้ำหนัก คือ แรงชนิดหนึ่งที่เกิดจากอาหารที่เรารับประทานเข้าไปแล้ว เกิดการเผาผลาญให้แรงออกมา
- ง. น้ำหนัก คือ พลังงานชนิดหนึ่งที่เกิดจากการรับประทานอาหารเข้าไปแล้วเกิดการเผาผลาญ ให้พลังงานออกมา
- จ. น้ำหนัก คือ แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุ ซึ่งเราสามารถทราบได้โดย การใช้เครื่องชั่งน้ำหนักมาวัด

8. จากคำกล่าวที่ว่า “ร่างกายของคนเรา ถ้ามีอุณหภูมิปกติแล้วจะไม่มีไข้ ข้อความต่อไปนี้เป็นคำนิยามของอุณหภูมิปกติ ที่เข้าใจได้ตรงกัน
- ก. อุณหภูมิปกติ คืออุณหภูมิที่ร่างกายของเราทุกคนต้องเท่ากัน
 - ข. อุณหภูมิปกติ คืออุณหภูมิที่เราสามารถวัดได้จากปรอทวัดไข้ ประมาณ 37°C
 - ค. อุณหภูมิปกติ คืออุณหภูมิที่คนส่วนใหญ่มีเท่ากัน ซึ่งเป็นอุณหภูมิมาตรฐานใช้โดยทั่วไป
 - ง. อุณหภูมิปกติ คืออุณหภูมิที่หมอใช้ตรวจจุดคนไข้ว่าหายเป็นปกติหรือยังมีไข้อยู่
 - จ. อุณหภูมิปกติ คืออุณหภูมิที่เราสามารถรู้ได้โดยการใช้มือสัมผัสที่ร่างกายหรือหน้าผาก ถ้าตัวไม่ร้อนแสดงว่าไม่มีไข้
9. การจำแนกสารตามลักษณะเนื้อสาร ถ้าใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จะจำแนกสารได้เป็น 2 ประเภทคือ สารเนื้อเดียว และสารเนื้อผสม จากการทดลองนี้ “สารเนื้อเดียว” หมายความว่าอย่างไร
- ก. เป็นสารบริสุทธิ์เท่านั้น
 - ข. สารที่มีสมบัติแต่ละส่วนของเนื้อสารไม่เหมือนกัน
 - ค. สารที่มีองค์ประกอบทุก ๆ ส่วน เห็นได้ชัดเจน
 - ง. สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั้งเนื้อสาร
 - จ. สารที่ประกอบไปด้วยสารเพียงอย่างเดียว

คำชี้แจง จากข้อมูล ตอบคำถามข้อ 10

รินน้ำและแอลกอฮอล์ลงในหลอดทดลองขนาดกลางอย่างละหลอด หลอดละ 3 cm^3

ค่อย ๆ เติมนิโคเตียมคลอไรด์ลงในหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด หลอดละ 1 ซีออนเบอร์ 1 แล้วเขย่า เมื่อนิโคเตียมคลอไรด์ ละลายหมดให้เติมลงไปอีกทีละซีออนจนไม่ละลายอีกต่อไป นับจำนวนซีออนจากการทดลองดังกล่าว เมื่อตั้งสมมติฐานการทดลองว่า “สารชนิดเดียวกัน ละลายในตัวทำละลายแต่ละชนิดได้ต่างกัน”

10. คำว่า “ตัวทำละลาย” หมายความว่าอย่างไร
- ก. สารที่มีสถานะเป็นของเหลว
 - ข. สารที่มีสถานะเป็นของแข็ง
 - ค. สารที่มีปริมาณน้อยกว่า ถ้าตัวทำละลายและตัวถูกละลายเป็นของเหลว

- ง. สารที่มีปริมาณมากกว่า ถ้าตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีสถานะเป็นของเหลว
- จ. สารที่มีปริมาณพอเหมาะระหว่างตัวทำละลายและตัวถูกละลาย
11. ในการทดลองเพื่อศึกษา “การละลายของสารละลายอิมิตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้น เวลาเย็นลง ทำให้เกิดการตกผลึก” คำว่าการ “ตกผลึก” หมายความว่าอย่างไร
- ก. การที่สารละลายมีตัวทำละลายละลายได้เพิ่มขึ้น
- ข. การที่ของแข็งแยกออกมามีรูปทรงเรขาคณิต มีเหลี่ยมมุม
- ค. การที่สารละลายอิมิตัวสามารถละลายได้เต็มที่ จนไม่สามารถละลายได้อีกต่อไป
- ง. การที่สารละลายอิมิตัว ไม่สามารถละลายได้อีกต่อไป
- จ. การที่ของแข็งที่เป็นตัวถูกละลายแยกตัวออกจากสารละลายอิมิตัว

จากตาราง ตอบคำถามข้อ 12

ตัวถูกละลาย	การเปลี่ยนแปลง	
	เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น	เมื่อปล่อยให้สารละลายอิมิตัวเย็นลง
จุณลี	ละลายได้มากขึ้น	มีของแข็งสีฟ้าใส มีเหลี่ยม
เกลือ	ละลายได้มากขึ้น	มีของแข็งสีขาว เป็นเกล็ดที่ก้นภาชนะ
สารส้ม	ละลายได้มากขึ้น	มีของแข็งใสไม่มีสีมีเหลี่ยมมุม
		รูปทรงเรขาคณิตที่ก้นภาชนะ

12. ข้อใดอธิบายถึง “การละลายได้มากขึ้น” ได้ถูกต้องที่สุด
- ก. การละลายของสารละลายเมื่อตัวถูกละลาย ละลายได้เพิ่มขึ้น
- ข. การละลายของสารละลายเมื่อตัวทำละลาย ละลายได้เพิ่มขึ้น
- ค. เมื่อสารละลายอิมิตัวมีอุณหภูมิสูงขึ้น ตัวถูกละลายจะละลายได้เพิ่มขึ้น
- ง. เมื่อสารละลายอิมิตัวมีอุณหภูมิสูงขึ้น ตัวทำละลาย จะละลายได้เพิ่มขึ้น
- จ. การละลายของสารได้มากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับตัวถูกละลายและตัวทำละลาย

จากข้อมูลข้างล่างใช้ตอบคำถามข้อ 13

จากการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่า เมื่อเติมน้ำสบู่ และน้ำผงซักฟอก ลงไปในน้ำมันพืช ทำให้น้ำมันพืชที่ไม่ละลายน้ำ ละลายได้หรือไม่ และได้ทำการทดลองดังนี้

- 1) ใส่ น้ำกลั่น 3 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด
- 2) เติมน้ำมันพืช 3 หยดในหลอดทั้ง 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลง
- 3) เขย่าหลอดทดลอง หลอดที่ 1 20 วินาที แล้วตั้งทิ้งไว้ หลอดที่ 2 เติมน้ำสบู่ 1 cm^3 เขย่า 20 วินาที หลอดที่ 3 เติมน้ำผงซักฟอก 1 cm^3 เขย่า 20 วินาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงแล้วบันทึกผล

13. ข้อใดคือตัวแปรตามจากการทดลอง

- ก. จำนวนหยดของน้ำมันพืชแต่ละครั้ง
- ข. ปริมาณฟองที่เกิดขึ้นในแต่ละหลอด
- ค. การละลายของน้ำมันพืชในแต่ละหลอด
- ง. ความหนาแน่นของน้ำมันพืชในแต่ละหลอด
- จ. สีของสารทดลองในแต่ละหลอดที่เปลี่ยนไป

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 14 - 15

ครูวางกระป๋องพลาสติก 2 ใบ ใบหนึ่งใส่น้ำค่อนข้างเต็ม อีกใบหนึ่งว่างเปล่า ครูถือสายพลาสติกใสเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 cm . ไว้ในมือ ถ้าครูถ่วงน้ำจากกระป๋องที่มีน้ำอยู่เกือบเต็มไปยังกระป๋องเปล่าด้วยสายยางนี้ แล้วทำการทดลองอีกครั้ง โดยใช้สายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 cm .

14. จากการทดลองตัวแปรตามคืออะไร

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| ก. เวลาที่ใช้ | ข. ปริมาณน้ำที่ใช้ |
| ค. ขนาดของท่อพลาสติก | ง. เวลาที่ใช้ และขนาดของท่อ |
| จ. ขนาดของท่อและปริมาณน้ำที่ใช้ | |

15. จากการทดลองตัวแปรที่จัดให้เหมือนกันคืออะไร

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| ก. เวลาที่ใช้ | ข. ปริมาณน้ำที่ใช้ |
| ค. ขนาดของกระป๋อง | ง. ขนาดของท่อพลาสติก |
| จ. เวลาที่ใช้ และขนาดของท่อ | |

ในการทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกมีผลต่อพืชน้ำ จากหัวข้อเรื่องดังกล่าวให้ตอบคำถามข้อ 16 - 17

16. ในการทดลองนี้ต้องจัดอะไรให้เหมือนกัน

- ก. ชนิดของพืชน้ำ
- ข. ชนิดของผงซักฟอก
- ค. ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอก
- ง. ชนิดของผงซักฟอกและชนิดของพืชน้ำ
- จ. ชนิดของผงซักฟอกและความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอก

17. ในการทดลองนี้ต้องจัดอะไรให้แตกต่างกัน

- ก. ชนิดของพืชน้ำ
- ข. ชนิดของผงซักฟอก
- ค. ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอก
- ง. ชนิดของผงซักฟอกและชนิดของพืชน้ำ
- จ. ชนิดของผงซักฟอกและความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอก

18. ในการทดลองครั้งนี้ต้องการทราบผลของอะไร

- ก. การเจริญเติบโตของพืชน้ำในความเข้มข้นของผงซักฟอกต่าง ๆ กัน
- ข. การเจริญเติบโตของพืชน้ำในน้ำที่มีความเป็นกรด - เบส ต่างกัน
- ค. การละลายของผงซักฟอกในน้ำที่มีปริมาณของผงซักฟอกแตกต่างกัน
- ง. การละลายของผงซักฟอกในน้ำที่มีพืชน้ำอยู่ด้วย จะละลายได้ดีแตกต่างกัน
- จ. การเจริญเติบโตของพืชน้ำต่างชนิด ในสารละลายผงซักฟอกที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน

19. ถ้านักเรียนต้องการทำให้กรดเจือจาง วิธีการใดเหมาะสมที่สุด
- ผสมกรดลงในน้ำปูนใส
 - รินกรดและน้ำผสมพร้อมกันในบีกเกอร์
 - ค่อย ๆ ผสมน้ำและกรดสลับกัน
 - ค่อย ๆ รินน้ำลงไปในการดแล้วคนให้ทั่ว
 - ค่อย ๆ รินกรดลงไปในพื้นที่เตรียมไว้แล้วคนให้ทั่ว
20. ถ้าต้องการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า ของเหลวต่างชนิดกันระเหยได้มากน้อยไม่เท่ากัน จะต้องทำอย่างไร
- ใส่ของเหลวชนิดต่างกัน แต่ปริมาตรเท่ากัน ลงในภาชนะที่มีขนาดต่างกัน
 - ใส่ของเหลวชนิดต่างกัน แต่ปริมาตรเท่ากัน ลงในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน
 - ใส่ของเหลวปริมาตรต่างกันลงในภาชนะที่มีขนาดต่างกัน
 - ใส่ของเหลวปริมาตรต่างกันลงในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน
 - ใส่ของเหลวปริมาตรต่างกันในภาชนะที่มีรูปร่างต่างกัน
21. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่า “เกลือป่นทำให้ น้ำแข็งมีอุณหภูมิลดต่ำลงจริงหรือไม่” จะเลือกใช้อุปกรณ์ใด
- เกลือป่น, น้ำแข็ง, บีกเกอร์, น้ำ
 - เกลือป่น, น้ำแข็ง, หลอดฉีดยา, น้ำ
 - เกลือป่น, น้ำแข็ง, เทอร์มอมิเตอร์, น้ำ
 - เกลือป่น, น้ำแข็ง, บีกเกอร์, หลอดฉีดยา
 - เกลือป่น, น้ำแข็ง, บีกเกอร์, เทอร์มอมิเตอร์
22. การทดลองเพื่อหาปริมาณการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ ณ อุณหภูมิห้อง ควรเลือกใช้ อุปกรณ์ใดจึงเหมาะสม
- หลอดทดลอง, สารต่าง ๆ, น้ำ
 - หลอดทดลอง, สารต่าง ๆ, น้ำ, ตะเกียงแอลกอฮอล์
 - บีกเกอร์, สารต่าง ๆ, กรวย, ทัพพี
 - บีกเกอร์, สารต่าง ๆ, กรวย, ทัพพี, ตะเกียงแอลกอฮอล์
 - บีกเกอร์, สารต่าง ๆ, ขาดังอุปกรณ์, ตะเกียงแอลกอฮอล์

23. ในการทดลองเพื่อให้เห็นว่าผ้าสีต่างกัน ดูดความร้อนได้ต่างกัน นักเรียนจะต้องทำการทดลองตามวิธีใด

- ก. นำผ้าสีต่าง ๆ มาวางไว้ในที่มีแสงแดด จัดวางทิ้งไว้ในเวลาต่างกัน และสังเกตดูว่าผ้าสีไหนจะมีสีซีดจางเร็วกว่ากัน แล้วบันทึกผล
- ข. นำผ้าสีต่าง ๆ มาวางไว้ในที่มีแสงแดด วางทิ้งไว้ในเวลาที่เท่ากันแล้วสังเกตว่าผ้าสีไหนจะมีสีซีดมากกว่ากันแล้วบันทึกผล
- ค. นำผ้าสีต่าง ๆ มาวางไว้ในที่มีแสงแดดแล้วนำเทอร์มอมิเตอร์ไปวางที่ผ้าสีต่าง ๆ นั้นว่าผ้าสีไหนจะมีอุณหภูมิขึ้นได้เร็วกว่ากันแล้วบันทึกผล
- ง. นำผ้าสีต่าง ๆ มาวางไว้ในที่มีแสงแดดวางทิ้งไว้ ในเวลาที่เท่ากันเสร็จแล้วนำเทอร์มอมิเตอร์มาวัด อุณหภูมิดูว่าผ้าสีไหนมีอุณหภูมิมากกว่ากันแล้วบันทึกผล
- จ. นำผ้าสีต่าง ๆ มาหุ้มไว้ที่กระป๋องบนของเทอร์มอมิเตอร์ แล้วนำไปวางไว้ในที่มีแสงแดด ในเวลาที่เท่ากันเสร็จแล้วนำเทอร์มอมิเตอร์ที่มีผ้าสีต่าง ๆ หุ้มอยู่มาอ่านอุณหภูมิและบันทึกผล

24. ศึกษาสมมติฐานและตารางแสดงวิธีการทดลองเพื่อใช้ตอบคำถาม

สมมติฐาน “ระยะที่ปล่อยลูกบอลถึงพื้นดินยิ่งสูง ลูกบอลยิ่งกระดอนสูงขึ้น”

วิธี ทดลอง ที่	จำนวน ลูกบอล (ลูก)	ขนาด	ระยะที่ปล่อย สูงจากพื้น (cm.)	จำนวนครั้ง ที่ปล่อย (ครั้ง)
1	1	-	10	1
			30	1
			50	1
2	1	-	10	5
			30	5
			50	5
3	3	เท่ากัน	10	5
			30	5
			50	5
4	3	ไม่ เท่ากัน	10	5
			30	5
			50	5
5	3	ไม่ เท่ากัน	10	5
			10	5
			10	5

วิธีการทดลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทดสอบสมมติฐานนี้คือ

- ก. วิธีที่ 1
- ข. วิธีที่ 2
- ค. วิธีที่ 3
- ง. วิธีที่ 4
- จ. วิธีที่ 5

25. จากตารางบันทึกผลการทดลอง จะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

สิ่งที่สังเกต	ผลการสังเกต
1. ลักษณะเนื้อสาร หมายเลข 1	บางส่วนเป็นผงสีดำ บางส่วนเป็นผงสีขาว หยาบบ้าง ละเอียดบ้าง
2. สารหมายเลข 1 ผสมน้ำ	ของเหลวขุ่น มีสารสีดำลอยอยู่ที่ผิวน้ำ
3. สิ่งที่ติดบนกระดาษ กรอง	สารสีดำ

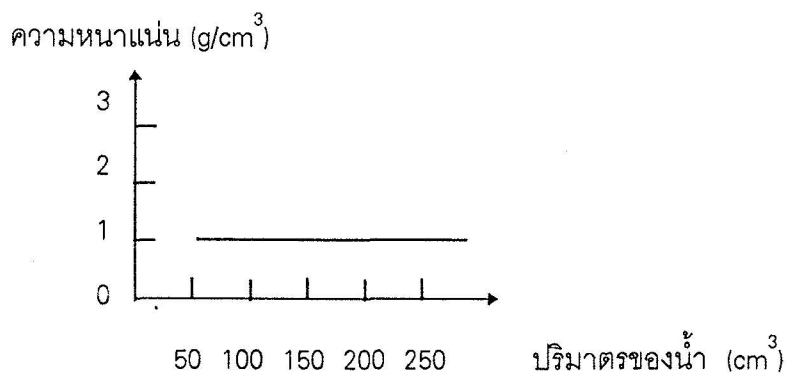
- ก. การแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิด ทำได้โดยอาศัยสมบัติการเปลี่ยนสถานะ
- ข. การแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิดทำได้โดยอาศัยสมบัติของการระเหิด
- ค. การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสมที่ไม่ละลายน้ำทำได้โดยการกรอง
- ง. การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสมที่ละลายน้ำได้ ทำได้โดยการระเหยจนแห้ง
- จ. การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสม ซึ่งมีองค์ประกอบที่ถูกแม่เหล็กดูดได้

26. จากผลการทดลองข้างล่างนี้ นักเรียนสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

การทดลอง	ผลการทดลองเมื่อเขย่าสารแล้ว
1. เติมน้ำสบูลงในน้ำที่มี น้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
2. เติมสารละลายผงซักฟอก ในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
3. เติมสารละลายแชมพู ในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่

- ก. น้ำมันพืชไม่ละลายน้ำ
- ข. น้ำมันพืช เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วจะได้สารละลายขุ่นขาว
- ค. สบู่, ผงซักฟอกและแชมพู มีสมบัติแยกน้ำมันออกจากน้ำเป็นชั้นเห็นได้ชัดเจน
- ง. สบู่, ผงซักฟอกและแชมพู มีสมบัติทำให้น้ำมันละลายได้ในน้ำ
- จ. น้ำมันพืชทำให้น้ำสบู่ สารละลายผงซักฟอก และสารละลายแชมพูเกิดการแตกตัว

27. จากกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นของน้ำ กับปริมาตรของน้ำ



ข้อใดเป็นการลงข้อสรุปที่ดีที่สุด

- ก. ปริมาตรของน้ำมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่น
ข. ความหนาแน่นของน้ำมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับมวล
ค. มวลเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร
ง. ปริมาตรมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ
จ. ความหนาแน่นของน้ำมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับปริมาตร
28. ตารางแสดงการทรุดตัวของดินตำบล A, B, และ C จากระดับที่เริ่มศึกษาในช่วงเวลา 6 เดือน

เดือน ตำบล	ระยะที่ทรุดตัวจากระดับที่เริ่มศึกษา mm.)					
	1	2	3	4	5	6
A	0.2	0.5	1.2	1.9	2.2	2.3
B	0.3	0.6	1.3	2.1	2.4	2.5
C	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2

จากข้อมูลในตารางสามารถสรุปได้ว่า

- ก. ในเดือนต่อไป ดินในตำบล C จะไม่ทรุดตัว
ข. แผ่นดินทรุดตัวเพราะน้ำใต้ดินมีปริมาณลดลง
ค. ในเดือนต่อไป ดินในตำบล A และ B จะทรุดตัวอีกประมาณ 1 mm.
ง. การทรุดตัวของดินในตำบล C น้อยกว่าการทรุดตัวของดินในตำบล A และ B มาก
จ. ปริมาณน้ำในดินของตำบล C มีน้อยกว่า ปริมาณน้ำในดินของตำบล A และ B มาก

29. ศึกษาข้อมูลจากตารางแล้วตอบคำถาม

สถานที่	อุณหภูมิ (°C)
ชายหาดบางแสน	30
สนามหลวง	31
ดอยอินทนนท์	21
ประเทศธิเบต	5
เทือกเขาหิมาลัย	-21

ข้อใดเป็นการลงข้อสรุป จากข้อมูลในตารางได้อย่างถูกต้อง

- ก. สนามหลวงอากาศร้อน
- ข. ยิ่งสูงขึ้นอากาศจะร้อนขึ้น
- ค. ยิ่งสูงขึ้นอุณหภูมียิ่งต่ำลง
- ง. ดอยอินทนนท์สูงกว่าประเทศธิเบต
- จ. ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน

30. จากข้อมูลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างมวลและปริมาตรของก้อนหินเป็นดังตารางต่อไปนี้

รายการ	มวล (g)	ปริมาตร (cm ³)	มวลต่อปริมาตร (g/cm ³)
หินก้อนที่ 1	15	4.0	3.75
หินก้อนที่ 2	20	5.1	3.92
หินก้อนที่ 3	25	6.2	4.03

จากข้อมูลในตาราง มวล ปริมาตร และมวล ต่อปริมาตร มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

- ก. มวลและปริมาตรลดลง แต่อัตราส่วนของ มวลต่อปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ข. มวลเพิ่มขึ้นปริมาตรลดลงและมวลต่อปริมาตรคงที่
- ค. มวลเพิ่มขึ้นปริมาตรเพิ่มขึ้นและมวลต่อปริมาตรใกล้เคียงกัน
- ง. มวลลดลง ปริมาตรเพิ่มขึ้น มวลต่อปริมาตรมีค่าคงที่
- จ. มวลและปริมาตรลดลง และอัตราส่วนของมวลต่อปริมาตรลดลง

แบบทดสอบ
วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ขั้นพื้นฐาน)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ขั้นพื้นฐาน)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มี 40 ข้อ ให้เวลาในการทำ 1 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบแต่ละข้อจะมีตัวเลือก 5 ข้อ ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกเพียงข้อเดียวเท่านั้น ถ้านักเรียนตอบตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป จะถือว่านักเรียนตอบข้อนั้นผิด
3. การตอบให้ตอบในกระดาษคำตอบ โดยแรเงาลงในช่องว่างใต้ตัวอักษรที่กำกับคำตอบ ซึ่งนักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด เช่น

ถ้านักเรียนคิดว่าคำตอบข้อ ค. ถูกที่สุด ให้นักเรียนแรเงาลงในช่องว่างดังนี้

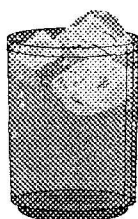
ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☐

4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดกากบาท (X) ทับตรงช่องแรเงาเดิม แล้วจึงแรเงาในช่องว่างใหม่ที่ต้องการ เช่น ต้องการเปลี่ยนจาก ข้อ ค. เป็น ข้อ จ. ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
☐	☐	☒	☐	☒

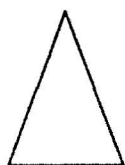
5. ห้ามขีดเขียนข้อความใด ๆ บนข้อสอบ และห้ามนำแบบทดสอบฉบับนี้ออกจากห้องสอบ
6. ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียบร้อยแล้วจึงลงมือทำข้อสอบ

1. ข้อมูลใดต่อไปนี้ได้จากการสังเกตน้ำตาลทราย
 - ก. น้ำตาลทรายทำมาจากอ้อย
 - ข. มดส่วนมากชอบขึ้นน้ำตาลทราย
 - ค. ไม่ควรเก็บน้ำตาลทรายไว้ในที่ชื้น
 - ง. น้ำตาลทรายถุงนี้หนัก 1 กิโลกรัม
 - จ. น้ำตาลทรายมีสีขาว เม็ดเล็ก ๆ รสหวาน
2. ในการศึกษาไส้เดือนตัวหนึ่งขณะมีชีวิต ข้อมูลใดที่แสดงถึงการใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตมากที่สุด
 - ก. สีน้ำตาลแดง ลำตัวนิ่ม
 - ข. สีน้ำตาลแดง มีปล้องมากยาวประมาณ 20 cm.
 - ค. ลำตัวเป็นปล้อง สีน้ำตาลแดง ปล้องที่ 13 - 14 เชื่อมติดกัน
 - ง. เคลื่อนที่เป็นวงกลม ตัวยาวประมาณ 20 cm. ลำตัวนิ่ม
 - จ. ลำตัวนิ่ม ตัวยาวประมาณ 20 cm. ไม่มีเสียงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านกระดาษ
3. ในการเล่นเกม “กล่องพิศวง” เพื่อทายว่าอะไรคือ สิ่งที่อยู่ในกล่องซึ่งปิดสนิท กติกาก่อนุญาตให้ผู้ทายสัมผัสกล่องได้ แต่ห้ามเปิดกล่อง ข้อมูลใดต่อไปนี้ไม่ใช่ข้อมูลจากการสังเกต
 - ก. วัตถุเป็นของแข็ง
 - ข. วัตถุยาว 6 cm.
 - ค. วัตถุมีน้ำหนักค่อนข้างเบา
 - ง. เมื่อวัตถุกระทบกล่อง มีเสียงดัง
 - จ. วัตถุเคลื่อนไปมาภายในกล่องได้
4. ข้อมูลใดไม่เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตภาพ



- ก. น้ำแข็งลอยน้ำ
- ข. มีน้ำอยู่เต็มแก้ว
- ค. แก้วมีลักษณะใส
- ง. มีหยดน้ำอยู่ข้างแก้ว
- จ. หยดน้ำที่อยู่ข้างแก้วมาจากไอน้ำในอากาศ

5. ในการหาปริมาตรเหรียญ 1 บาท 10 เหรียญ ต้องใช้เครื่องมืออะไรบ้าง
- เครื่องชั่ง หลอดจลิตยา ปีกเกอร์
 - ไม้บรรทัด ปีกเกอร์ หลอดจลิตยา
 - ถ้วยยูเรกา ปีกเกอร์ หลอดจลิตยา
 - กระบอกตวง หลอดจลิตยา ไม้บรรทัด
 - ไม้บรรทัด หลอดจลิตยา กระบอกตวง
6. หน่วยที่ใช้วัด ความกว้าง ยาว ของห้องเรียนได้เหมาะสม ควรใช้รูปแบบใด
- กว้าง 9 วา ยาว 12 วา
 - กว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตร
 - กว้าง 20 ศอก ยาว 30 ศอก
 - กว้าง 200 นิ้ว ยาว 300 นิ้ว
 - กว้าง 600 เซนติเมตร ยาว 800 เซนติเมตร
7. เครื่องมือชนิดใดที่ใช้วัดความยาวของด้านสามเหลี่ยมข้างล่างนี้ได้เหมาะสมที่สุด

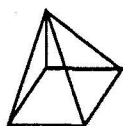


- เชือก
 - สายวัด
 - ไม้เมตร
 - ไม้บรรทัด
 - ไมโครมิเตอร์
8. ข้อมูลใดที่ใช้เครื่องมือชนิดเดียวกันวัดได้ โดยไม่ต้องคำนวณ
- ความลึกของบ่อน้ำ และปริมาตรของถังน้ำ
 - ขนาดของรอบเอว และความยาวของห้องเรียน
 - เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกฟุตบอล และเส้นผม
 - มุมของรูปสามเหลี่ยม และความยาวเส้นรอบวงของวงกลม
 - ความยาวของโต๊ะเรียน และความหนาของกระดาษ

17. “แดง และ ดำ วิ่งไปตามทางโค้งโดยออกวิ่งพร้อมกัน แดงอยู่โค้งด้านใน ดำอยู่โค้งด้านนอก ทั้งสองวิ่งมาถึงจุดหมายปลายทางพร้อมกัน” ข้อมูลใดกล่าวถูกต้อง

- ก. แดง วิ่งเร็วกว่า ดำ
- ข. ดำ วิ่งเร็วกว่า แดง
- ค. แดง และ ดำ วิ่งเร็วเท่ากัน
- ง. แดง และ ดำ ใช้พลังงานเท่ากัน
- จ. แดง และ ดำ ใช้ระยะทางวิ่งเท่ากัน

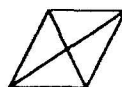
18. เมื่อตัวเราอยู่ใต้วัตถุโปร่งใสนี้ จะเห็นวัตถุในลักษณะใด



ก.



ข.



ค.



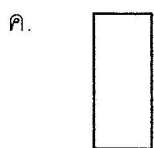
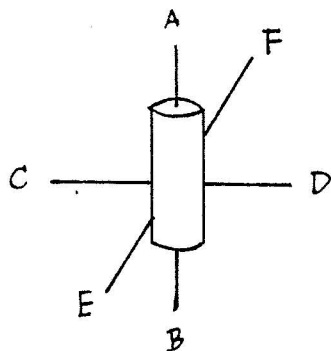
ง.



จ.



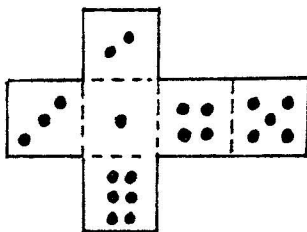
ใช้ข้อมูลจากภาพวัตถุทรงกระบอกและตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 19 - 20



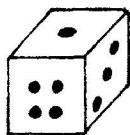
19. ถ้าตัดตามแนว CD จะได้ภาพหน้าตัดดังภาพใด

20. ถ้าตัดตามแนว EF จะได้ภาพหน้าตัดดังภาพใด

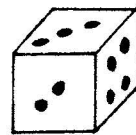
21. ตัดกระดาษแข็ง และทำเครื่องหมายเพื่อพับเป็นลูกเต๋า ดังรูป เมื่อพับแล้วจะได้ลูกเต๋าดังภาพใด



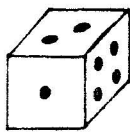
ก.



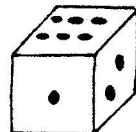
ข.



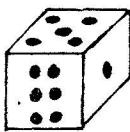
ค.



ง.



จ.



คำชี้แจง จงตอบคำถามข้อ 22 - 23 โดยใช้ตัวเลือกต่อไปนี้

ก. พีระมิด

ข. ทรงกรวย

ค. ทรงกระบอก

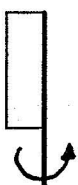
ง. สี่เหลี่ยมมุมฉาก

จ. สามเหลี่ยมด้านเท่า

22. ถ้าหมุนแกนไม้ที่ติดกับ
แผ่นกระดาษนี้อย่างรวดเร็ว
จะเห็นเป็นรูปใด



23. ถ้าหมุนแกนไม้ที่ติดกับ
แผ่นกระดาษนี้อย่างรวดเร็ว
จะเห็นเป็นรูปใด



24. ถ้าต้องการบันทึกอุณหภูมิของอากาศ ในเวลา 7.00 น. ของทุก ๆ วัน เป็นเวลา 4 วัน

วิธีจดบันทึกตามวิธีใดเป็นวิธีที่ดีที่สุด

ก. วันที่ 1.....° C

วันที่ 2.....° C

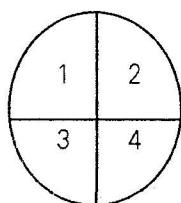
วันที่ 3.....° C

วันที่ 4.....° C

ข.

วันที่	1	2	3	4
อุณหภูมิ (°C)				

ค.



ง. 1 =° C

2 =° C

3 =° C

4 =° C

จ.

วัน เดือน ปี	อุณหภูมิเวลา 7.00 น.
1 เม.ย. 40	
2 เม.ย. 40	
3 เม.ย. 40	
4 เม.ย. 40	

- [illegible]

อายุ (ปี)	น้ำหนัก (Kg)		ส่วนสูง (cm.)	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
1				
2				
3				
4				
5				

ข.

อายุ (ปี)		1	2	3	4	5
ชาย	น้ำหนัก (Kg.)					
	ส่วนสูง (cm.)					
หญิง	น้ำหนัก (Kg.)					
	ส่วนสูง (cm.)					

ค.

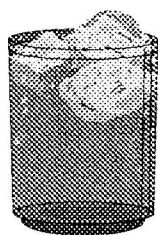
อายุ (ปี)	ส่วนสูงของ ชาย (cm.)	ส่วนสูงของ หญิง (cm.)	น้ำหนักของ ชาย (Kg.)	น้ำหนักของ หญิง (Kg.)
1				
2				
3				
4				
5				

ง.

อายุ (ปี)	ชาย		หญิง	
	น้ำหนัก (Kg.)	ส่วนสูง (cm.)	น้ำหนัก (Kg.)	ส่วนสูง (cm.)
1				
2				
3				
4				
5				

- จ. ชายอายุ 1 ปี สูง cm. น้ำหนัก Kg.
 หญิงอายุ 1 ปี สูง cm. น้ำหนัก Kg.
 ชายอายุ 2 ปี สูง cm. น้ำหนัก Kg.
 หญิงอายุ 2 ปี สูง cm. น้ำหนัก Kg.
 ชายอายุ 3 ปี สูง cm. น้ำหนัก Kg.
 หญิงอายุ 3 ปี สูง cm. น้ำหนัก Kg.
 ชายอายุ 4 ปี สูง cm. น้ำหนัก Kg.
 หญิงอายุ 4 ปี สูง cm. น้ำหนัก Kg.
 ชายอายุ 5 ปี สูง cm. น้ำหนัก Kg.
 หญิงอายุ 5 ปี สูง cm. น้ำหนัก Kg.

28. จากรูป ข้อความใดเป็นการลงความคิดเห็นจากรูป



- ก. มีน้ำอยู่เต็มแก้ว
 ข. น้ำในแก้วเย็นจัด
 ค. มีน้ำแข็ง 3 ก้อน
 ง. น้ำแข็งลอยอยู่ในน้ำ
 จ. มีหยดน้ำเล็กๆ เกาะอยู่ข้างแก้ว
29. “แดงปลูกผักไว้ได้ต้นไม้ใหญ่ ดำปลูกผักไว้ข้างอาคารเรียน ดู่ปลูกผักไว้กลางสวน
 เดี่ยวบอกว่า ผักที่ดู่ปลูกจะงามที่สุด” ข้อมูลใดสนับสนุนความคิดเห็นของเดี่ยว
- ก. ชนิดของผักที่ดู่ปลูก
 ข. ปริมาณน้ำที่ดู่ใช้รดผัก
 ค. ดู่เป็นคนขยัน อดทน
 ง. สถานที่ที่ดู่ปลูกผัก
 จ. ปุ๋ยที่ดู่ใช้

30. วิไลเห็นสตรีผู้หนึ่งสวมชุดขาว รองเท้าสีขาว สวมหมวกสีขาวมีขีดสีดำอยู่บนหมวก
เดินเข้าไปในโรงพยาบาล วิไลจึงบอกว่าสตรีผู้นั้นเป็นพยาบาล สิ่งใดที่สนับสนุนความ
คิดเห็นของวิไล

ก. เพศ

ข. การแต่งกาย

ค. บุคลิก

ง. สถานที่

จ. การปฏิบัติหน้าที่

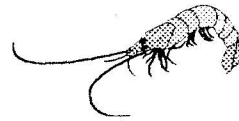
31. จากภาพ



ท่านคิดว่าภาพใดมีความสัมพันธ์กับภาพตัวอย่าง

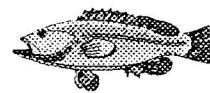
ก.

ข.



ค.

ง.



จ.



32. เมื่อสันตินำเตารีดมาเสียบปลั๊ก แล้วลงความเห็นว่ ไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อน ข้อมูลใด
ที่สนับสนุน การลงความคิดเห็นของสันติ

ก. เตารีดมีแผงความร้อน

ข. ไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนได้

ค. ใช้มือแตะเตารีดแล้วรู้สึกร้อน

ง. ปลั๊กไฟเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความร้อน

จ. ไฟฟ้าเป็นพลังงานชนิดหนึ่งซึ่งเปลี่ยนรูปได้

33. ข้อความใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

- ก. ดอกทานตะวันมีสีสวยและขนาดใหญ่
- ข. อาหารเน่าบูดเพราะพวกแบคทีเรียย่อยสลาย
- ค. บ้านที่ทาสีอ่อนจะทำให้รู้สึกเย็นตา
- ง. อากาศหนาวควรใส่เสื้อผ้าหนา ๆ
- จ. เราควรรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่

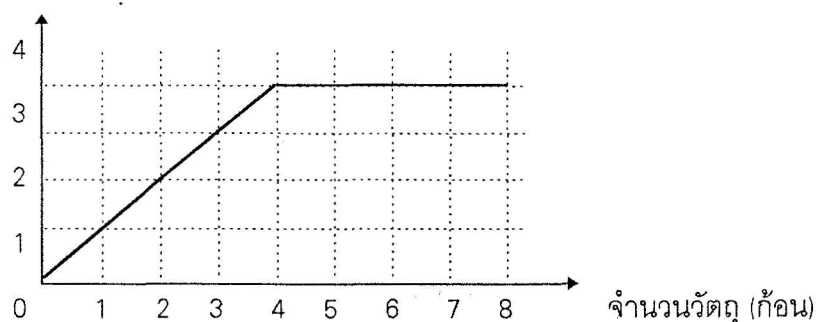
34. จากการทดลองจุดเทียนไขจำนวนต่าง ๆ ในครอบแก้ว ที่มีขนาดเท่ากัน จับเวลาตั้งแต่เริ่มครอบด้วย แก้วจนเทียนดับได้ผลดังตาราง ถ้าหากใช้เทียน 5 เล่ม เทียนจะดับเมื่อจุดนานกี่นาที

จำนวนเทียนไข (เล่ม)	เวลาที่เริ่มครอบจนดับ (นาที)
1	15
2	12
3	9
4	6

- ก. 2 นาที
- ข. 3 นาที
- ค. 4 นาที
- ง. 5 นาที
- จ. 6 นาที

35. จากการทดลองหาการยืดของสปริง เมื่อนำวัตถุที่มีมวลเท่ากันไปแขวนไว้กับเครื่องชั่งสปริง นำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟ ได้ดังกราฟข้างล่างนี้

ระยะที่สปริงยืด (cm.)



ถ้านำวัตถุ 10 ก้อน ไปแขวนไว้กับเครื่องชั่งสปริง สปริงจะยืดออกกี่เซนติเมตร

ก. 2.5 cm.

ข. 3.0 cm.

ค. 3.5 cm.

ง. 4.0 cm.

จ. 4.5 cm.

36. จากตารางบันทึกข้อมูลของนักเรียนคนหนึ่งที่ทำกรวัดความยาวของเงาเสาธง ในวันที่ 1 สิงหาคม 2540 ช่วงเวลาดังแต่ 12.00 น. ถึง 16.00 น. ได้ข้อมูลดังตาราง

เวลา (นาฬิกา)	ความยาวของเงา (เมตร)
12.00	0.3
13.00	1.3
14.00	2.3
15.00	3.3
16.00	4.3

จากข้อมูล เวลา 14.30 นาฬิกา เงาของเสาธงจะยาวกี่เมตร

ก. 2.2 เมตร

ข. 2.5 เมตร

ค. 2.8 เมตร

ง. 3.1 เมตร

จ. 3.25 เมตร

37. จากการวัดระดับน้ำในคลองบางกอกน้อยได้ข้อมูลดังนี้

วัน	ระดับน้ำ (เมตร)
จันทร์	2.50
อังคาร	2.40
พุธ	2.30
พฤหัสบดี	2.20

จากข้อมูลคาดว่าในวันศุกร์ระดับน้ำจะสูงเท่าไร

ก. 2.20 เมตร

ข. 2.10 เมตร

ค. 2.00 เมตร

ง. 1.90 เมตร

จ. 1.80 เมตร

38. ในการทดลองแขวนถุงทรายด้วยลวดสปริง ได้ข้อมูลดังนี้

จำนวนถุงทราย (ถุง)	ระยะยืดของลวดสปริง(cm.)
1	3
2	6
3	9
4	12

ถ้าต้องการให้ลวดสปริงยืด 15 cm. จะต้องแขวนถุงทรายกี่ถุง

ก. 4 ถุง

ข. 5 ถุง

ค. 6 ถุง

ง. 7 ถุง

จ. 8 ถุง

39. ในการทดลองให้อุณหภูมิระดับต่าง ๆ กับน้ำ ดังตาราง ปรากฏว่าปริมาณน้ำลดลง 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในเวลา 1 นาที ถ้าขณะนี้มีน้ำเหลืออยู่ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร อีก 3 นาที น้ำจะมีน้ำเหลืออยู่เท่าไร

อุณหภูมิ (° C)	สถานะของน้ำ
- 1	ของแข็ง
0	ของแข็ง
10	ของเหลว
50	ของเหลว
100	ก๊าซ

- ก. 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 9 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- จ. 12 ลูกบาศก์เซนติเมตร

คำชี้แจง จากข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 40 ในการทดลองยิงวัตถุ โดยใช้ยางยืดระยะต่าง ๆ กันได้ผลการทดลองดังตาราง

ระยะยางยืด (เซนติเมตร)	ระยะที่วัตถุตก (เซนติเมตร)
1.5	2.0
3.0	2.6
4.5	3.2
6.0	3.8

40. ถ้ายืดยางให้มีระยะ 5 เซนติเมตร วัตถุจะตกที่ระยะเท่าใด

- ก. 3.3 เซนติเมตร
- ข. 3.4 เซนติเมตร
- ค. 3.5 เซนติเมตร
- ง. 3.6 เซนติเมตร
- จ. 3.7 เซนติเมตร

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผศ.สมจิต สวธนไพบูลย์	ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ.ดร.ชุติมา วัฒนศิริ	ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
ผศ.ดิลก ดิลกานนท์	สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
อ.มนีรัตน์ เกตุไสว	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
อ.ลัดดา สายพานทอง	ร.ร.บางแก้วประชาสรรค์ จ.สมุทรปราการ
อ.สุนทรี วัฒนพันธ์	ร.ร.โพธิ์ทอง “จินดามณี” จ.อ่างทอง

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาววิชุดา งามอักษร

เกิดวันที่ 8 เดือน ตุลาคม พุทธศักราช 2513

สถานที่เกิด อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทอง

ที่อยู่ปัจจุบัน 44 หมู่ 1 ตำบลแสวงหา อำเภอแสวงหา
จังหวัดอ่างทอง 14150

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1
อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี 72170

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2525	ป. 6 จากโรงเรียนชุมชนบ้านแสวงหา
พ.ศ. 2531	ม. 6 จากโรงเรียนสิงห์บุรี
พ.ศ. 2535	กศ.บ. (ฟิสิกส์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน
พ.ศ. 2541	กศ.ม. (การมัธยมศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ

ของ

วิชชุดา งามอักษร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2541

การศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ของ โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Non-Randomized, Control-Group Pretest-Posttest design การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY OF SCIENCE ACHIEVEMENT, INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS
AND LOGICAL REASONING OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS
USING THE SSCS INSTRUCTIONAL MODEL AND
THE METHODS IN THE TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT

BY

WICHCHUDA NGAMUGSORN

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

May, 1998

The purpose of this research was to study of science achievement, integrated science process skills and logical reasoning of Mathayomsuksa III students using The SSCS Instructional Model and the methods in The Teacher's Manual.

The sample used in this study was 60 Mathayomsuksa III students of Banharnchamsaiwittaya 1 School, Amphur Donchedee, Suphanburi, during the second semester of 1997 academic year. The subjects were divided into the experimental and the control groups, with 30 students in each by a simple random sampling technique. The experimental group was taught through the SSCS Instructional Model while, the control group was taught through the methods in The Teacher's Manual. The Non-Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design was used in this research. The data were statistically analysed by the ANCOVA.

The results of this research indicated that :

1. The science achievement between the control and experimental groups was significantly different at the .01 level.
2. The Integrated science process skills between the control and experimental groups was significantly different at the .01 level.
3. The Logical Reasoning between the control and experimental groups was not significantly different.