

การศึกษาผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ปริญญานิพนธ์

ของ

ชาติชัย วิโรจนะ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำรงหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2531

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4401

176679

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน
..... กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
..... กรรมการ
..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก คร. ชุติมา วัฒนศิริ
รองศาสตราจารย์ พงษ์รัตน์ ทวีรัตน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวอนไพบูลย์ ผู้วิจัย
ซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ หมวดวิทยาศาสตร์ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการวิจัย
และการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อภิชาติ สุวีรานนท์ ที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจ
ในการศึกษาตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่
คุณพระศรีรัตนตรัย คุณบิดา - มารดา คุณครู - อาจารย์ ของผู้วิจัยทุกท่าน

ชาติชัย วิโรจนะ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	เอกสารที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า	10
	งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า	10
	เอกสารเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส	10
	เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	26
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	27
	เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	37
	งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส	46
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	52
	งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	52
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	55
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	56
	ศึกษาประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	56
	กำหนดเนื้อหาและระยะเวลาในการทดลอง	57
	สร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	57

กำหนดแบบแผนการทดลองและคำเินการทดลอง	62
กำหนดสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	63
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	66
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล	66
การวิเคราะห์ข้อมูล	66
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	71
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	71
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	71
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	71
การวิเคราะห์ข้อมูล	72
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	73
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	73
ข้อเสนอแนะ	77
บรรณานุกรม	79
ภาคผนวก	87
ภาคผนวก ก วิเคราะห์แบบทดสอบ	88
ภาคผนวก ข ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่องสู่วิทยาศาสตร์	99
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	264
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	280

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการวิจัย	62
2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	67
3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางจิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	68
4 เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	69
5 เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่อง ในการคิด ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	70
6 เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิด ยืดหยุ่น ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	70

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	รูปแบบการจัดการสอนตามวิธีการเชิงระบบ	18
2	ความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อน - กระบวนการ - ผลที่ได้	20
3	ความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อนหลายตัวต่อหนึ่งกระบวนการ	20
4	การย้อนกลับของผลที่ได้ต่อปัจจัยป้อน	21
5	วงจร I-P-O : ใหญ่ของชุดการสอนมินิคอร์ส	21
6	การแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	26

ภูมิหลัง

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เกิดขึ้นอย่างมากมาย การถ่ายทอดความรู้ด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และข้อเท็จจริงทั้งหมดจึงเป็นไปได้ยาก อีกทั้งครูยังไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้ครอบคลุมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้หมด (นิตา สะเพียรชัย 2520 : 6) จึงได้มีการพิจารณากันว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นได้มาอย่างไร การศึกษาค้นคว้าวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบเหล่านั้น จึงควรเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ครูสามารถจะนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบสิ่งใหม่ ๆ นั่นคือ ใช้วิธีการอย่างมีระบบที่เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวธนไพฑูริย์ 2527 : 8) สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้วางจุดประสงค์ของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นการพัฒนาตัวผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อพัฒนาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปศึกษาหาความรู้ ตลอดจนการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ (สสวท. 2519 : 7) ดังนั้นในสภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงมุ่งฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในการเรียน การแสวงหาความรู้จากสิ่งแวดล้อม ตลอดจนความเป็นผู้มีเหตุผล คิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น วิชาวิทยาศาสตร์จึงเป็นวิชาพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนากำลังคนให้มีคุณลักษณะที่เหมาะสมกับความต้องการของประเทศ

ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของระดับมัธยมศึกษา มีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผู้รับผิดชอบในการพัฒนาแบบเรียนและคู่มือครู โดยยึดแนวการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนประกอบด้วยขั้นตอน

ใหญ่ ๆ 3 ขั้นตอน คือ การอภิปรายปัญหาก่อนการทดลอง การปฏิบัติทดลอง และการอภิปรายสรุปผลการทดลอง โดยแนวการสอนดังกล่าวได้มุ่งฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แต่สภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันยังประสบปัญหาด้านคุณภาพการศึกษา และปัญหาด้านพฤติกรรมการสอนของครู ปัญหาดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากการขยายโรงเรียนอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการขาดแคลนบุคลากร อาคารสถานที่ และอุปกรณ์การเรียนการสอน จากการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย 17.96 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน (กรมสามัญศึกษา 2520 : 21 - 27) และจากการวิจัยในเรื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ 2525 : 113) ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ดังนั้นในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้มากขึ้น การแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการเพิ่มอาคาร สถานที่ บุคลากร วัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนการฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น คงทำได้ยากเพราะมีข้อจำกัดทางงบประมาณ และความเคยชินของครูผู้สอนที่จะใช้การสอนแบบเดิม คือการยุดครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน โดยใช้วิธีอธิบายหรือบรรยายเป็นส่วนใหญ่ (กรมวิชาการ 2523 : 21) ดังนั้นวิธีการแก้ไขปัญหามีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ คือการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ปัจจุบันมีนักการศึกษา ตลอดจนนิสิตนักศึกษาในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ได้นำแนวคิดด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้สูงขึ้น เช่น บทเรียนโปรแกรม ชุดการเรียนด้วยตนเอง บทเรียนโมดูล ฯลฯ แต่สื่อการสอนดังกล่าวมุ่งเน้นการเรียนเป็นรายบุคคลมากกว่าการฝึกให้นักเรียนมีโอกาสร่วมระดมความคิด (Brain Stroming) และการอภิปรายร่วมกันอันเป็นหัวใจของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) สื่อการสอนดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์น้อย ดังนั้นนวัตกรรมที่มีความสำคัญเหมาะสมกับการนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงควร เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม ได้ร่วมกันระดมความคิด

ในการแก้ปัญหามากกว่าการศึกษาเป็นรายบุคคล สามารถใช้สื่อการสอนได้หลายรูปแบบตามความเหมาะสมกับเนื้อหาและผู้เรียนจนสมบูรณ์ในตัวเอง และสะดวกในการนำมาใช้สอน ซึ่งลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการของชุดการสอนมินิคอร์ส ที่เร็กซ์ เมเยอร์ (Rex Meyer) แห่งศูนย์พัฒนาการสอน มหาวิทยาลัยเม็คควอรี ประเทศออสเตรเลีย ได้พัฒนาขึ้น

ชุดการสอนมินิคอร์ส (Minicourse) เป็นชุดการสอนที่มีความสมบูรณ์ในตัวเองและสร้างขึ้นเพื่อใช้บรรลุดัชนีประสพณ์เฉพาะทางการศึกษา หรือการฝึกอบรมในระยะเวลาอันสั้น มุ่งเน้นผลสำเร็จ ทักษะและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และการปะทะสังสรรค์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมากที่สุด ชุดการสอนจะประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นกิจกรรมย่อย แต่ละกิจกรรมสร้างโดยอาศัยรูปแบบของการวิเคราะห์เชิงระบบ (System Approach) มีวงจรเป็นปัจจัยป้อน กระบวนการและผลผลิต (Input - Process - Output) เป็นลูกโซ่ต่อเนื่องกันไป มีการใช้สื่อการสอนหลายรูปแบบโดยผู้เรียนให้ตอบสนองสิ่งเร้า และได้รับผลย้อนกลับทันที (Rex Meyer. 1978 : 1) แต่ละกิจกรรมอาศัยหลักพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาการศึกษาของกลุ่มพฤติกรรมนิยม โดยเน้นทฤษฎีการใช้สิ่งเร้าและการตอบสนอง (S - R Theory) เป็นวงจรของปัจจัยป้อนไปสู่กระบวนการ และผลผลิตด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สำหรับในประเทศไทย มีผู้นำหลักการของชุดการสอนมินิคอร์สมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน และสามารถพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้ อุทัย หนูแดง (อุทัย หนูแดง 2526 : 107) ได้ทดลองสร้างชุดการสอนมินิคอร์ส และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ ยุวดี แก้วรักษา (ยุวดี แก้วรักษา 2527 : 53 - 81) ได้ทดลองใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส แล้วศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า ชุดการสอนมินิคอร์สช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยชุดการสอนมินิคอร์ส สุมาลี สุวัจนกุล (สุมาลี สุวัจนกุล 2529 : 41) ได้ทำการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู จึงพอสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สสามารถพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำหลักการของชุดการสอนมินิคอร์สมาพัฒนาให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ประสบในปัจจุบันได้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้า จะเป็นแนวทางในการนำเอาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 12 ห้องเรียน มีทั้งหมด 600 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้คือ กลุ่มประชากรที่ทำการสุ่มมา จำนวน 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 50 คน โดยมีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างตามลำดับชั้นตอนดังนี้

2.1 สุ่มตัวอย่างโดยการจับสลากห้องเรียนมา จำนวน 4 ห้องเรียน จากนักเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน

2.2 จากจำนวนนักเรียน 4 ห้องเรียนซึ่งมีนักเรียน 200 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 100 คน โดยวิธีการจับฉลาก

2.3 นำนักเรียนจากแต่ละกลุ่มในข้อ 2 มาจับฉลากอีกครั้ง เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน ซึ่งจะมีนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มละ 50 คน

2.4 จับฉลากเพื่อจัดเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ ชุดการสอนมินิคอร์ส กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู

3. เวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2530 กลุ่มทดลองใช้เวลา 12 คาบ กลุ่มควบคุมใช้เวลา 16 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที รวมระยะเวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้เนื้อหาจากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 ว. 204 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โดยทำการทดลองในเรื่อง สู่อวกาศ ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังหัวข้อย่อยต่อไปนี้

- 4.1 วัตถุท้องฟ้าอะไรบ้าง ที่อยู่ใกล้โลก
- 4.2 การใช้กล้องโทรทรรศน์เพื่อศึกษาวัตถุท้องฟ้า
- 4.3 ปัญหาการเดินทางออกนอกโลก
- 4.4 หลักของการส่งยานอวกาศ
- 4.5 สภาพชีวิตในอวกาศ
- 4.6 การสำรวจดวงจันทร์
- 4.7 ความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

5. ตัวแปรที่จะศึกษาค้นคว้า

- 5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

- 5.1.1 การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส
- 5.1.2 การสอนตามคู่มือครู
- 5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 5.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดการสอนมินิคอร์ส (Minicourse) หมายถึง ชุดการสอนที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบและมีการจบสมบูรณ์ในตัวเอง มีวัตถุประสงค์ของการเรียนที่ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ภายในระยะเวลาอันสั้น โดยกำหนดกิจกรรม เวลา สื่อการเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจน เน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนซึ่งจัดไว้เป็นกลุ่ม มุ่งฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และการเรียนรู้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นสำคัญ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และมีการติดตามประเมินผลตามจุดประสงค์ย่อย ๆ ที่กำหนด ชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้นมีองค์ประกอบ 6 ประการ คือ

1.1 หลักการเหตุผล เป้าหมาย คำแนะนำการใช้ จุดประสงค์ทั่วไป และจุดประสงค์เฉพาะ โครงสร้าง

1.2 แผนการสอนมินิคอร์ส ซึ่งกำหนดเรื่องย่อย ลำดับกิจกรรมการเรียนการสอน เวลาของแต่ละกิจกรรมเป็นรายคาบ และลักษณะกลุ่ม

1.3 กิจกรรมผู้เรียน เช่น การอภิปราย การทำการทดลอง การเรียนด้วยศูนย์การเรียนรู้ การเรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเอง การศึกษาจาก วีดีโอ สไลด์ แผ่นโปสเตอร์ การเขียนรายงานผลตามแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแต่ละกิจกรรมเน้นการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม การระดมพลังความคิด การศึกษาด้วยตนเองอย่างอิสระในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และการทำแบบฝึกหัดเพื่อประเมินผลตนเองในแต่ละกิจกรรม

1.4 กิจกรรมครู เช่น ให้ความช่วยเหลือแนะนำผู้เรียน คำบรรยายสำหรับครู

1.5 เนื้อหาเสริม เช่น การจัดเอกสารความรู้ประกอบต่าง ๆ เสริมลงในคำอธิบายของครู ศูนย์การเรียนรู้ ชุดการเรียนด้วยตนเอง จากวีดีโอ เทป สไลด์ และแผ่นโปสเตอร์

1.6 เอกสาร สื่อ แผนภูมิ ที่ใช้ในกิจกรรม เช่น วิดีโอ เทป สไลด์ แผ่นโปสเตอร์ แผนภูมิภาพ ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การสร้างตามวิธีวิเคราะห์ระบบ แต่ละกิจกรรมของการเรียนจัดเป็นวงจรต่อเนื่องกันไป ในกิจกรรมย่อย ๆ จะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ปัจจัยป้อน (Input) → กระบวนการ (Process) → ผลผลิต (Output)

โดยรวมหลาย ๆ กิจกรรมต่อกันเป็นลูกโซ่ แต่ละกิจกรรมให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันที และวัดได้ว่าแต่ละกิจกรรม ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ได้หรือไม่ภายในระยะเวลาที่กำหนด การสร้างชุดการสอนมินิคอร์ส ชุดทฤษฎีสิ่งเร้าและการตอบสนอง (S - R Theory) เป็นหลัก และมีขั้นตอนของการวิเคราะห์ระบบในการสร้างชุดการสอนดังนี้

1. การศึกษาและกำหนดความต้องการจำเป็น
2. กำหนดเป้าหมาย
3. กำหนดวัตถุประสงค์
4. กำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ
5. สืบค้นและคัดเลือกทรัพยากร
6. ออกแบบโครงการสอน
7. พัฒนาและสร้างสื่อตามกิจกรรมที่กำหนด
8. ทำการทดลองใช้
9. ปรับปรุงแก้ไข

2. การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สหมายถึง การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในกลุ่มทดลอง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสอนตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้น (ดูรายละเอียดในภาคผนวก) ผู้เรียนจะเรียนรู้หรือเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้จากสื่อ และกิจกรรมการสอนที่กำหนดไว้ในชุดการสอนมินิคอร์ส

3. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนตามขั้นตอนในคู่มือครูซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้น อันเป็นวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

3.1 ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง

- 3.1.1 อภิปรายปัญหา
- 3.1.2 อภิปรายจุดประสงค์ของกาวทดลอง
- 3.1.3 อภิปรายอุปกรณ์และวิธีทดลอง
- 3.1.4 อภิปรายข้อควรระวังในการทดลอง
- 3.2 ขึ้นปฏิบัติการทดลอง
 - ทำการทดลองตามที่มิโนเทเรียน
- 3.3 ขึ้นอภิปรายหลังการทดลอง

นำผลการทดลองมาอภิปรายร่วมกันสรุปเป็นความรู้ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

คู่มือนี้จะสอดคล้องกับแบบเรียนของนักเรียน ในงานวิจัยนี้การสอนตามคู่มือครูเล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 บทที่ 12 เรื่องส่วอากาศ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากความสามารถในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องส่วอากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

4.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องส่วอากาศ

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ที่ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

4.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้ที่ได้ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

4.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ คือ การสังเกต การวัด การจัดจำแนกประเภทการหาความสัมพันธ์

ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การออกแบบและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดออกมาเป็นคะแนน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ทำการวัดมี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

5.1 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาที่แปลกใหม่ และเป็นประโยชน์หรือมีคุณค่าต่อสังคมและเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำกับใครในกลุ่ม

5.2 ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาได้หลายแนวทาง

5.3 ความคล่องในการคิด หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส
2. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส
2. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส

1. ความหมายของชุดการสอนมินิคอร์ส

แอลเลน และ แวลเลท์ (Allen and Valette. 1977 : 12) ให้ความหมายว่ามินิคอร์สเป็นหน่วยการสอนระยะสั้นที่ใช้เวลาเพียงหนึ่งควอเตอร์หรือหนึ่งเทอม และระดับชั้นที่ใช้มินิคอร์สบ่อยที่สุดคือ ระดับ 3 และ 4 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยธรรมชาติของมินิคอร์สนี้จะกำหนดตามความสนใจของนักเรียนและสมรรถภาพของครู

ศูนย์พัฒนาการสอนแห่งมหาวิทยาลัยแมคควอรี (Center for Advancement of Teaching (C.A.T.) ; Macquarie University. 1980 : Introductory) อธิบายว่ามินิคอร์สเป็นโครงการเรียนที่มีเนื้อหาจบในตัวเองสามารถใช้กับกลุ่มและรายบุคคลได้ โดยทั่วไปการเรียนรู้ในมินิคอร์สอาศัยสื่อและยุทธวิธีหลายแบบ มีจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจนและจำกัดสามารถเกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนได้ในระยะเวลาสั้น ปกติใช้เวลาเพียง 1 วัน หรือน้อยกว่านี้

อาเพค (APEID. 1972 : 4) ให้ความหมายของมินิคอร์สว่า คือรายวิชาย่อย ที่ยืดหยุ่นได้ และเนื้อหาจบสมบูรณ์ในตัวเอง หรือเป็นการฝึกงานเป็นกลุ่ม ปกติการเรียนรู้ใช้สื่อ และยุทธวิธีหลายแบบพร้อมกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ชัดเจน จนสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ได้ในระยะเวลาอันสั้น โดยมีพื้นฐานการสร้างจากรูปแบบทางเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยไม่จัด เป็นชุดเพื่อใช้เรียนอิสระและไม่สร้างเป็นหน่วยย่อยประกอบวิชาหนึ่งวิชาใดโดยเฉพาะ

กรมการศึกษานอกโรงเรียน (กรมการศึกษานอกโรงเรียน 2528 : 5) ให้ความหมายว่า มินิคอร์สคือ ชุดการอบรมที่มีความยืดหยุ่นและเบ็ดเสร็จในตัวเองอย่างสมบูรณ์แบบ ซึ่งใช้ได้กับบุคคล หรือกลุ่มบุคคล โดยทั่วไปจะใช้สื่อและยุทธวิธีหลายประการมีจุดประสงค์ชัดเจนสามารถบรรลุจุดประสงค์ ได้ในระยะเวลาอันสั้น ใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นหลัก มิได้จัดเป็นกล่องให้ศึกษาอย่างอิสระ และไม่สร้างเป็นหน่วยย่อยประกอบวิชาหนึ่งวิชาใดเป็นการเฉพาะ และจบในตัวเอง สิ่งที่สำคัญ อีกประการหนึ่งคือ มินิคอร์สเน้นที่กลุ่มสัมพันธ์มากกว่าการศึกษาเป็นรายบุคคลแต่เพียงอย่างเดียว

สำหรับชุดการสอนมินิคอร์ส ปฐม นิคมานนท์ (ปฐม นิคมานนท์ ม.ป.ป. : 2)

ได้เสนอให้เรียกเป็นภาษาไทยว่า "ชุดการสอนจุลบท"

สรุปแล้วมินิคอร์สคือ ชุดการสอนที่สร้างขึ้น เพื่อใช้สอนเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่ง โดยนำมาจัด เรียงลำดับขั้นตอนให้เป็นระบบและกระชับ มีลักษณะตอบสนองความต้องการของผู้เรียน จบสมบูรณ์ ในตัวเอง มีจุดประสงค์การเรียนการสอนที่ชัดเจน ใช้ระยะเวลาในการเรียนการสอนที่สั้น เน้นกิจกรรมกลุ่มมากกว่ารายบุคคล การใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาและยุทธวิธีการสอนหลายแบบ เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในเวลาอันสั้น

2. พัฒนาการของชุดการสอนมินิคอร์ส

ชุดการสอนมินิคอร์สพัฒนามาจากความคิดของบทเรียนโมดูล ซึ่งเริ่มใช้ครั้งแรกใน ประเทศสหรัฐอเมริกา มีส่วนที่สำคัญคือ ใช้เวลาในการเรียนการสอนภายในเวลาอันสั้น ใช้สื่อ และยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าจะเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ อย่าง รอบคอบ ให้เกิดประโยชน์เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการพัฒนาแนวคิดของ ชุดการสอนมินิคอร์ส จากการถ่ายโยงแนวคิดของรายวิชาปกติมาเป็นมินิคอร์สได้ดังนี้ (APEID.

1982 : 1)

ก่อนปี ค.ศ. 1960 รายวิชาเรียนปกติ (Conventional Course) เป็นการเรียนการสอนโดยการบรรยาย การประชุมปฏิบัติการและการทดวิชา

ในระยะต้นและกลางทศวรรษที่ 1960 การเรียนการสอนยังเป็นการบรรยายการปฏิบัติการในโรงฝึกงาน การทดวิชาปกติ แต่เริ่มมีการรวมเนื้อหาเป็นชุด มีการใช้เครื่องโสตทัศนูปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน สามารถเรียนด้วยตนเองได้ ตลอดจนเป็นการเรียนแบบกึ่งโปรแกรม และเริ่มมีการวางแผนการเรียนให้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

พอถึงระยปลายทศวรรษ 1960 รายวิชาในแต่ละสัปดาห์ของภาคเรียนหนึ่ง ๆ มีการวางแผนการสอนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยสัมพันธ์กับจุดประสงค์ทั่วไป ซึ่งจุดประสงค์เฉพาะของสัปดาห์นี้จะสัมพันธ์กับจุดประสงค์ของบทเรียนในสัปดาห์ต่อไป และแต่ละจุดประสงค์ย่อยในแต่ละสัปดาห์จะรวมเป็นจุดมุ่งหมายรวมของรายวิชาทั้งหมด ความคิดนี้ทำให้เกิดการแบ่งเนื้อหาเป็นโมดูล และแยกออกเป็นชั้น ๆ เพื่อให้บทเรียนต่อกันเป็นโมดูลตามลำดับ โดยมีสื่อโสตทัศนูปกรณ์เสริม

ระหว่างปลายทศวรรษ 1960 และต้นทศวรรษ 1970 การพัฒนาการเรียนการสอนระยะนี้เป็นการปรับปรุงแต่ละหน่วยหรือโมดูล เพื่อให้เป็นอิสระแต่ละหน่วยวิชา ผู้เรียนสามารถจัดลำดับบทเรียนต่าง ๆ ให้เหมาะสมตามพื้นฐานและความสนใจของตน ต่อมา มีการเปลี่ยนแปลงให้มีการเตรียมบทเรียนโมดูลเพิ่มขึ้น เพื่อให้นักเรียนเลือกได้ตามความสนใจ และเกี่ยวข้องกับ การเรียนของตนเองได้ โดยหลีกเลี่ยงวิชาอื่นที่ใช้เวลาเรียนในเวลาเดียวกันได้ การบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นอยู่กับ การเลือกและการจัดลำดับโมดูลของนักเรียน การบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นอยู่กับ การเลือกและการจัดลำดับโมดูลของนักเรียน โดยทั่วไปจะมีวิธีหลักเป็นวิชาบังคับ และมีวิชาเลือกให้เลือกรเรียนได้

ต้นทศวรรษ 1970 ระยะนี้การเรียนในรายวิชาแบบปกติ กำลังลดความเป็อถือและการให้ ความสนใจต่อหน่วยการเรียนการสอนเล็ก ๆ ที่เชื่อมโยงและยึดหยุ่นได้นักกำลังเพิ่มขึ้น การพัฒนาบทเรียนแต่ละโมดูล จึงได้แยกออกเป็นหน่วยการเรียนอิสระอย่างสมบูรณ์ เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนเป็นโครงการเฉพาะ ระยะนี้การจัดรายวิชาการสอนที่มีสื่อเสริมธรรมชาติถูกทอดทิ้งไป โดยนำบทเรียนโมดูลที่มีการจัดรูปแบบต่าง ๆ พร้อมกับมีสื่อเป็นเครื่องช่วยสอน ตั้งแต่สิ่งพิมพ์

อย่างง่ายจนถึงระบบการใช้สื่อประสมที่ซับซ้อนมากขึ้นมาใช้ ที่สำคัญคือ โมดูลแต่ละบทจะเน้นที่รูปแบบการเรียนรู้แบบกึ่งโปรแกรมและเรียนได้ด้วยตนเอง

การพัฒนาขั้นสุดท้ายในระยะกลางทศวรรษ 1970 คือการคิดทบทวนเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยว่า ถ้ามีการวางแผนการสร้างบทเรียนโมดูลอย่างรอบคอบที่สุดแล้ว ก็จะทำให้สามารถสร้างชุดการสอนที่สมบูรณ์แบบในตัวเองได้ และมีคุณค่าในตัวเอง มีการศึกษาว่าการทำให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนได้จะมีประโยชน์มาก และบางครั้งการทำงานกลุ่มที่มีคนตั้งแต่ 2 คน จนถึงกลุ่มผู้เรียนขนาดใหญ่ถึง 40 คน น่าจะเป็นลักษณะการเรียนรู้ที่สามารถดำเนินการในรูปแบบโมดูลได้ จึงทำให้เกิด "Miniature Course" ซึ่งรวมถึงกิจกรรมการเรียนรู้ใด ๆ ก็ตาม ที่ดำเนินการภายในระยะเวลาไม่กี่วันหรือไม่กี่ชั่วโมง ดังนั้นชุดการสอนมินิคอร์สจึงได้รับการพัฒนาให้เกิดขึ้นในที่สุด

ในปี ค.ศ. 1972 เรกซ์ เมเยอร์ (Rex Meyer) แห่งศูนย์พัฒนาการสอน มหาวิทยาลัยแมคควอรี ประเทศออสเตรเลีย (C.A.T.) จึงได้สร้างชุดการสอนมินิคอร์สและนำมาทดลองใช้ เพื่อพัฒนาหารูปแบบที่เหมาะสม ใช้เวลาในการทดลองปรับปรุงแก้ไข 2 ปี ดังนั้นในปี ค.ศ. 1974 ศูนย์ C.A.T. จึงได้พัฒนาชุดการสอนมินิคอร์สที่มีลักษณะค่อนข้างสมบูรณ์ มีรูปแบบการสอนที่กระชับรัดกุมและสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาและสร้างเสริมทักษะการสอนแก่ครูได้ และได้ใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการอบรมบุคลากรมาโดยตลอด ต่อมาสมาคมทรัพยากรทางการศึกษาแห่งรัฐนิวเซาท์เวล (The Educational Resources Association of New South Wales) ได้นำชุดการสอนมินิคอร์สไปทดลองใช้กับครูเกี่ยวกับการเลือกใช้เครื่องมือโสตทัศนูปกรณ์ประเภทต่าง ๆ รวมทั้งการจัดทำวัสดุที่ไม่ใช่สิ่งพิมพ์ (Meyer. 1975 : 5)

สำหรับในประเทศไทยนั้นในปี พ.ศ. 2522 กรมการศึกษานอกโรงเรียนได้ส่งกรณีการ แยมเกษร (อ้างอิงมาจาก ยุวดี แก้วรักษา 2527 : 9) ไปรับการอบรมเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส ที่ศูนย์ C.A.T. แห่งมหาวิทยาลัยแมคควอรี ประเทศออสเตรเลีย ต่อมาในปี พ.ศ. 2525 กรมการศึกษานอกโรงเรียนได้ดำเนินการสร้างสื่อ เพื่อการอบรมครูผู้สอนการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จระดับที่ 3 - 4 รายวิชามินิคอร์ส โดยได้รับความช่วยเหลือจากองค์การยูเนสโก (กรมการศึกษานอกโรงเรียน 2528 : 1) และใช้เวลาในการสร้างและ

ทดลองประมาณ 2 ปี 6 เดือน และสร้างสื่อที่เป็นชุดฝึกอบรมระยะสั้นได้ จำนวน 21 รายวิชา ในกลุ่ม 6 วิชา คือ วิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต กลุ่มวิชาภาษาไทย กลุ่มวิชาภาษาอังกฤษ กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ และกลุ่มวิชาชีพ ทั้งนี้เพื่อนำไปอบรมครูให้เกิดทักษะอันจะนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนของตนอีกทอดหนึ่ง (กรมการศึกษานอกโรงเรียน 2528 : 73)

จะเห็นว่าชุดการสอนมินิคอร์สได้มีการพัฒนาขึ้นในต่างประเทศมาเป็นเวลานานแล้ว ส่วนในประเทศไทยนั้น ได้นำมาใช้ในการฝึกอบรมครูผู้สอนการศึกษาผู้ใหญ่ของกรมการศึกษานอกโรงเรียน

3. ลักษณะของชุดการสอนมินิคอร์ส (APEID. 1982 : 6 - 8)

ชุดการสอนมินิคอร์สที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ตอบสนองความต้องการเฉพาะเรื่อง ชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดจะสร้างให้สอดคล้องกับความต้องการเฉพาะเรื่อง โดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ ๆ มาประกอบ
2. มีความจบสมบูรณ์ในตัวเอง ชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดจะจบสมบูรณ์ในตัวเอง โดยไม่ต้องเกี่ยวเนื่องกับรายวิชาอื่นหรือชุดการสอนอื่น ๆ
3. ใช้ระยะเวลาสั้น ๆ ชุดการสอนมินิคอร์สไม่ควรใช้เวลาเกินหนึ่งวันหรือประมาณ 4 - 8 ชั่วโมง และอาจแบ่งระยะเวลาย่อย ๆ เพื่อใช้สอนครั้งละ 2 ชั่วโมง หรือ 4 ชั่วโมง จนกว่าจะครบตามเวลาที่กำหนดไว้
4. มีจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน เนื่องจากชุดการสอนมินิคอร์สต้องใช้เวลาล้าน ๆ การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละชุดจึงจำเป็นต้องชัดเจนและสามารถประเมินผลได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด
5. มุ่งฝึกทักษะ ชุดการสอนมินิคอร์สต้องจัดให้เหมาะสมกับการฝึกทักษะต่าง ๆ เช่น การจัดกิจกรรมกลุ่มย่อย การใช้คำถามในชั้นเรียน การใช้โสตทัศนูปกรณ์ ตารางรูปแบบการประเมินการสอน เป็นต้น
6. เน้นให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมอย่างกว้างขวาง ชุดการสอนมินิคอร์สจะต้องมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์

7. มีกิจกรรมการเรียนรู้หลายรูปแบบ ชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดควรมีกิจกรรมหลากหลายรูปแบบเพื่อความเหมาะสมและสามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายได้ในระยะเวลาสั้น การจัดกิจกรรมอาจมีหลายลักษณะ เช่น การระดมพลังสมอง การศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เพื่อให้ได้ประสบการณ์ในหลายลักษณะ

8. มีสื่อการสอนหลายประเภท ชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดจะใช้สื่อการสอนหลายประเภทเพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ สื่อการสอนอาจประกอบด้วยสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ แผนภาพ สไลด์เทป สไลด์ แถบเสียง รูปภาพ แผ่นโปร่งใส แผนภูมิ เป็นต้น

9. กำหนดโครงสร้างไว้แน่นอน ชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดมีกลวิธีสอนและสื่อการสอนหลายประเภท การวางแผนหรือวางโครงสร้างในการเตรียมชุดการสอนจึงต้องมีความละเอียดรอบคอบในการจัดขั้นตอนของกิจกรรมย่อยต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับเวลา ประมาณกิจกรรมละ 15 - 30 นาที และยังคงคำนึงถึงเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ว่า กิจกรรมดังกล่าวครอบคลุมเนื้อหา และสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้หรือไม่

10. จัดกิจกรรมสร้างสรรค์ กิจกรรมในชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดควรจัดเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนเองอย่างอิสระด้วย

11. มีกลวิธีที่เปิดกว้างสำหรับผู้สอน เพื่อพัฒนาการสอนของผู้สอน มีกิจกรรมสำหรับผู้สอนที่เปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถทบทวนและวิเคราะห์กลวิธีการสอนต่าง ๆ ที่ใช้ด้วย

12. มีกลวิธีการสอนที่สามารถนำมาปฏิบัติเป็นตัวอย่างได้ กลวิธีในชุดการสอน อาจเป็นตัวอย่างของทักษะหรือกระบวนการพิเศษที่ผู้เรียนหรือผู้อบรมจะนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ ชุดการสอนเรื่องการแสวงหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ กลวิธีในการจัดกิจกรรมก็ควรจัดตามขั้นตอนของวิธีวิทยาศาสตร์ด้วย

13. มีการประเมินผลและควรมีข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ของผู้เรียนเพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพของการเรียนการสอน ผู้เรียนอาจใช้เวลาเพียง 5 นาที ตอบแบบสอบถามที่จัดเตรียมไว้เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงชุดการสอนมินิคอร์สต่อไป

14. มีการติดตามผล ผู้สอนควรให้คำปรึกษาช่วยเหลือแนะนำผู้เรียนที่ต้องการความช่วยเหลือ

15. มีการออกแบบอย่างเป็นระบบ ชุดการสอนมินิคอร์สสร้างขึ้นโดยวิธีการเชิงระบบ
ยึดทฤษฎีพฤติกรรมนิยม เน้นการใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองเป็นวงจรของ
ปัจจัยป้อน → กระบวนการ → ผลที่ได้ (Input - Process - Output)
เป็นวงจรต่อเนื่องกัน

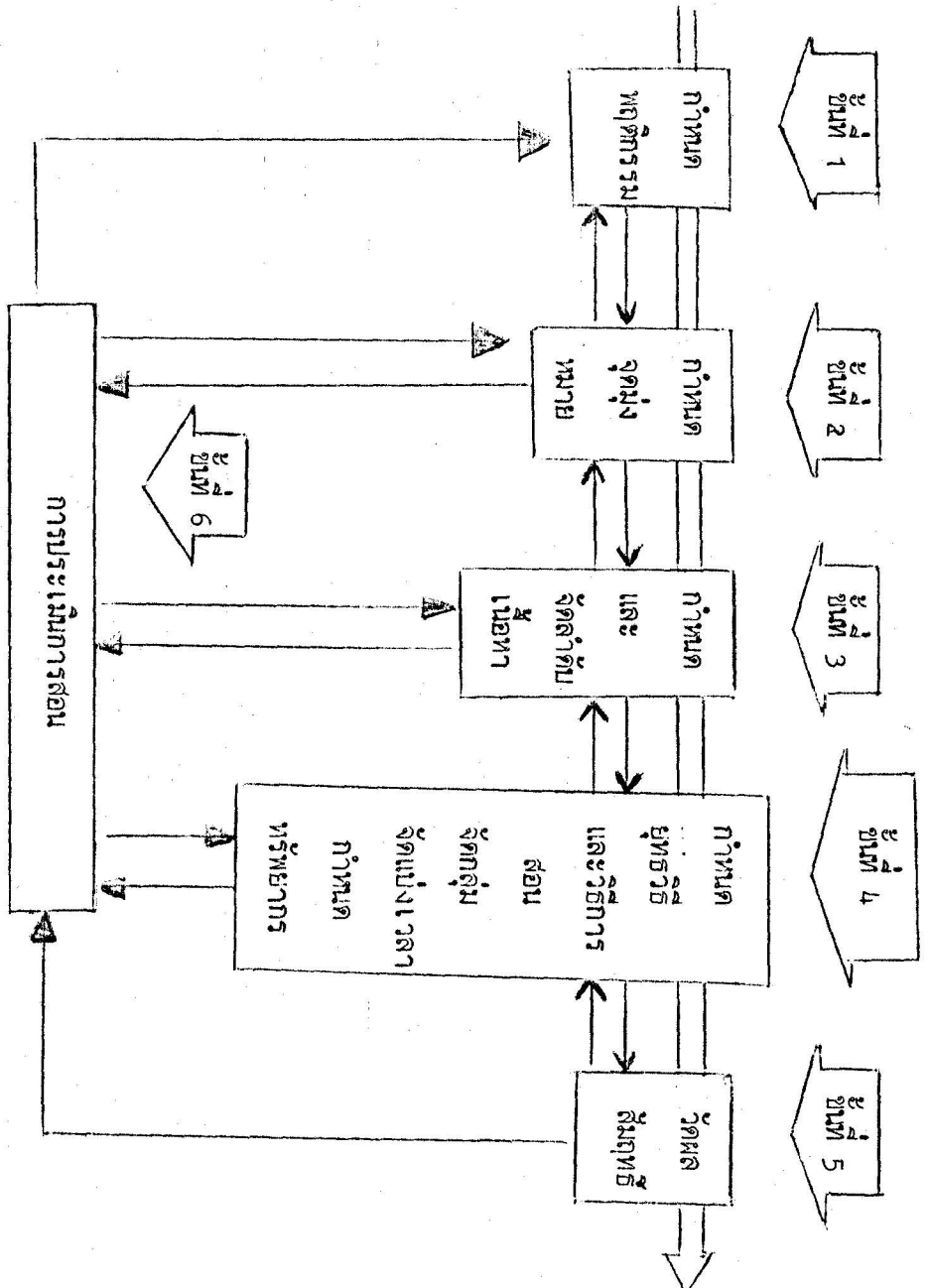
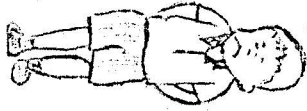
4. ขั้นตอนการสร้างชุดการสอนมินิคอร์ส (APEID. 1982 : 9 - 11)
ดำเนินการสร้างตามวิธีการเชิงระบบ ดังนี้

ขั้นตอนการสร้าง	คำอธิบาย
1. กำหนดความต้องการจำเป็น (Determination of need)	- ความต้องการจำเป็น คือสิ่งที่ได้จากความต้องการ และปัญหาที่วิเคราะห์แล้ว จนได้หลักการและ เหตุผลของการสร้างโครงสร้างมินิคอร์ส
2. กำหนดเป้าหมาย (Formulation of aims)	- เป้าหมายที่เฉพาะและชัดเจนสัมพันธ์กับความต้องการ จำเป็นและสอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ กลุ่มผู้รับบริการ เช่น ผู้เข้ารับการอบรม ผู้เรียน หรือผู้ที่มีความประสงค์จะหาความรู้
3. กำหนดจุดประสงค์ทั่วไป (Formulation of objectives)	- จุดประสงค์ทั่วไปเป็นจุดประสงค์ที่ตรงกับความต้องการ จำเป็น
4. กำหนดจุดประสงค์เฉพาะ (Formulation of Behavioral objectives)	- จุดประสงค์เฉพาะทุกข้อต้องเป็นจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่สามารถปฏิบัติได้
5. สำรวจทรัพยากรและสื่อที่จะนำมาใช้ได้ (Survey of Available resource in cluding media and of possible Strategies)	- เพื่อให้ชุดการสอนมินิคอร์สเป็นโครงสร้างที่แน่นอน มีผลสัมฤทธิ์สูงในเวลาอันสั้น การกำหนดสื่อทรัพยากร และเอกสารประกอบจึงมีความสำคัญมาก

ขั้นตอนการสร้าง	คำอธิบาย
6. เลือกยุทธศาสตร์ - วิธีการและจัดลำดับ (Selection and Sequencing of Strategies and resoures including media)	- ยุทธศาสตร์และวิธีการจะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรการออกแบบการสอนต้องครอบคลุมตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้ายของการเรียน คือเริ่มตั้งแต่ ปัจจัยป้อน กระบวนการ ผลผลิตของชุดแรกจนถึงชุดสุดท้ายเป็นวงจรต่อเนื่องกันไป
7. สร้างสื่อการเรียน (Development of learning materials)	- มีคำแนะนำที่ชัดเจน กิจกรรมสามารถปฏิบัติได้ในระยะเวลาที่กำหนด
8. ทดลองใช้ขั้นแรก (First Trialing)	- การทดลองใช้ชุดการสอนมินิคอร์สเพื่อดูความเป็นไปได้ ความเหมาะสมด้านต่าง ๆ จากการใช้จริงในชั้นเรียน
9. ประเมินผลระหว่างดำเนินการ (Formative evaluation)	- ชุดการสอนจะบรรลุผลได้ต้องมีการประเมินผลทุกขั้นตอน ข้อมูลที่ได้มีคุณค่าที่สุด เพราะเป็นข้อมูลที่ให้มาจากผู้เรียนโดยตรง
10. ปรับปรุงและแก้ไขชุดการสอน (Modification of objectives and Strategies)	- นำผลการทดลองมาปรับปรุงชุดการสอนในส่วนที่เป็นจุดอ่อนและข้อบกพร่อง ก่อนที่จะนำไปใช้จริง
11. ประเมินผล (Summative evaluation)	- เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ของชุดการสอน

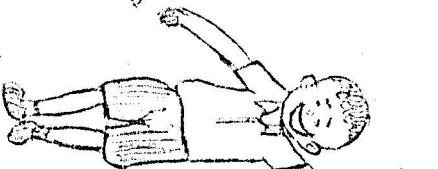
การออกแบบการสอนตามวิธีการของชุดการสอนมินิคอร์ส ตั้งอยู่บนพื้นฐานเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยพัฒนาหลักสูตรดำเนินการตามวิธีการเชิงระบบ (Systems Approach) ซึ่งสรุปเป็นแผนภูมิในภาพประกอบ 1 (Meyer G.R. 1978 : 1 - 18)

พฤติกรรมของผู้เรียน
เมื่อเริ่มเข้าสู่การเรียน



ภาพประกอบ 1 รูปแบบการจัดการสอนตามวิธีการเชิงระบบ

ผู้เรียนผ่านบทเรียน
และเกิดพฤติกรรมใหม่



5. ส่วนประกอบในชุดการสอนมินิคอร์ส (Components of Minicourse)

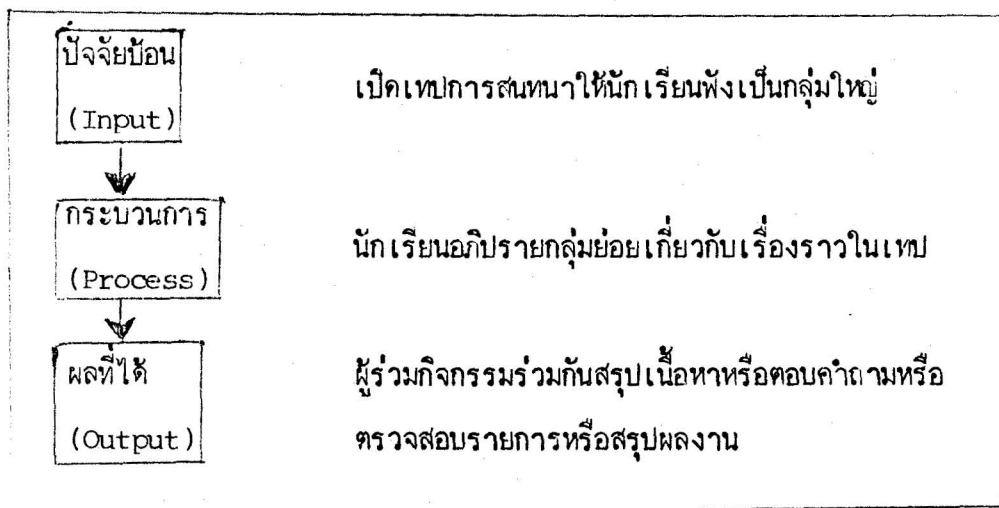
(Department of Nonformal Education. 1982 : 4)

ชุดการสอนมินิคอร์ส ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ในชุด ดังนี้

1. หลักการและเหตุผล คำแนะนำการใช้ จุดมุ่งหมายทั่วไป จุดมุ่งหมายเฉพาะ
โครงสร้าง
2. แผนการสอนมินิคอร์ส ซึ่งกำหนดเรื่องย่อยกิจกรรมการเรียนการสอนและเวลา
ของแต่ละกิจกรรม ซึ่งกำหนดแผนไว้เป็นรายคาบ
3. กิจกรรมผู้เรียน
4. กิจกรรมครู
5. การประเมินผลชุดการสอนและการประเมินผลผู้เรียน
6. เนื้อหาเสริม
7. เอกสาร สื่อ แผนภูมิ ฯลฯ ที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้

6. รูปแบบพื้นฐานเทคโนโลยีทางการศึกษาของชุดมินิคอร์ส (APEID. 1982 : 11 - 13)

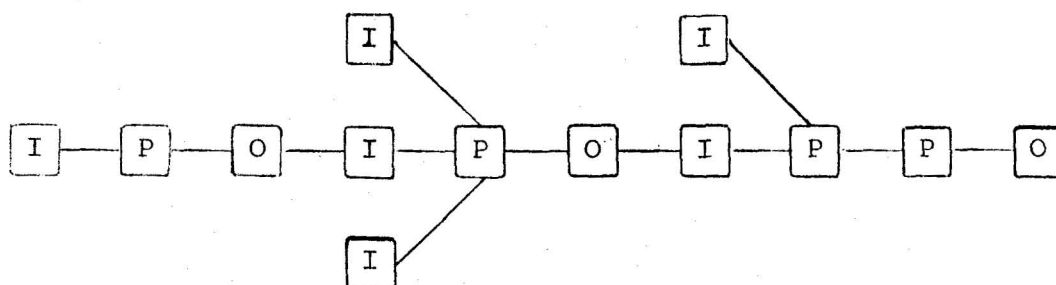
รูปแบบพื้นฐานของชุดการสอนมินิคอร์ส สร้างบนพื้นฐานของห้วงจ่ายป้อนกระบวนการ ผลที่ได้รับ (Input - Process - Output) ซึ่งเป็นลักษณะของชุดการสอนมินิคอร์ส ซึ่งเป็นพื้นฐานเทคโนโลยีทางการศึกษารูปแบบวิธีการเชิงระบบ (Systems Approach) ที่เสนอสิ่งเร้าให้ผู้เรียนได้ตอบสนอง และทราบผลจากการตอบสนองนั้นเป็นวงจรต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ อันเกิดจากกิจกรรมย่อย ๆ ของชุดมินิคอร์ส แต่ละกิจกรรมจะประกอบด้วย I-P-O สิ่งผลติดต่อกันไป ดังแผนภูมิในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อน - กระบวนการ - ผลที่ได้

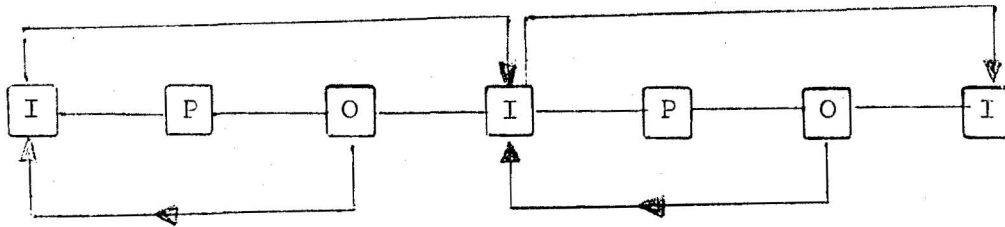
กระบวนการ (P) บางช่วงอาจต้องใช้ปัจจัยป้อน (I) หลายตัว และในบางครั้งอาจต้อง
มีกิจกรรม กระบวนการ มากกว่าหนึ่งกิจกรรม จึงต้องใช้ปัจจัยป้อนหลายตัวด้วย ดังแผนภูมิใน

ภาพประกอบ 3 (I = Input, P = Process, O = Output)



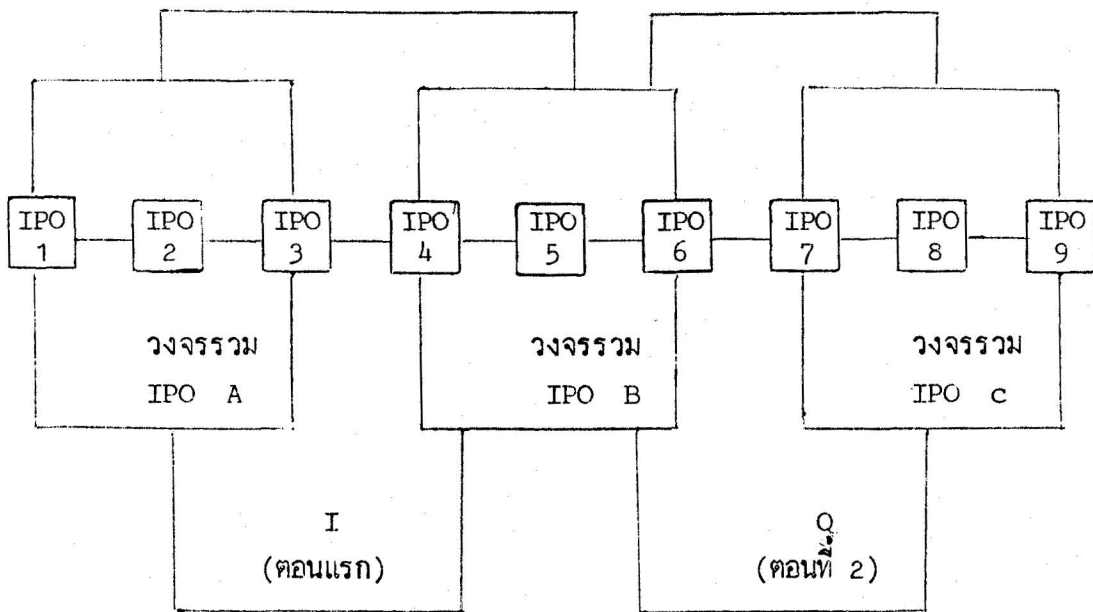
ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อนหลายตัวต่อหนึ่งกระบวนการ

ในชุดการสอนมินิคอร์สประกอบด้วยกิจกรรมย่อย ๆ ต่อเนื่องกันไปนั้น มีความสัมพันธ์ของ
ปัจจัยป้อน กระบวนการ ผลที่ได้ ทั้งในชุดเดียวกันและชุดถัดไป คือผลที่ได้จะเป็นข้อมูลย้อนกลับ
ไปยังปัจจัยป้อนของผลที่ได้ตัวนั้นและปัจจัยป้อนของวงจรถัดไป ดังแผนภูมิในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 การย้อนกลับของผลที่ได้ต่อปัจจัยป้อน

รูปแบบของชุดการสอนมินิคอร์สอาจซับซ้อนมากขึ้น ในบางกรณีวงจร I-P-O สามารถรวมเป็นวงจรใหญ่ขึ้น โดยรวมเป็นวงจร I-O คือรวมสิ่งเร้าและการตอบสนองไว้ด้วยกัน วงจร I-O นี้คืองานในช่องแรก (I) และช่องที่ 2 (O) ของการเรียนการสอน ดังแผนรูปในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 วงจร I-P-O ใหญ่ของชุดการสอนมินิคอร์ส

7. กระบวนการย้อนกลับในชุดการสอนมินิคอร์ส

การย้อนกลับ (Feedback) หรือข้อมูลย้อนกลับเป็นสิ่งสำคัญในวิธีการเชิงระบบ เพราะทุกขั้นตอนของการสอนจะต้องมีการประเมินผล เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงทั้งสำหรับผู้เรียนและผู้สอน และการปรับปรุงชุดการสอนด้วย ดังนั้นการดำเนินการสอนโดยชุดการสอนมินิคอร์สต้องมีความสามารถในสิ่งสำคัญต่อไปนี้

1. สามารถประเมินผลวิธีการและเครื่องมือทั้งหลายที่เลือกใช้
2. สามารถเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการประเมินผลการสอนในแง่เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ทั่วไปของประสิทธิภาพการสอน
3. สามารถสร้างเครื่องมือวัดหรือแบบสอบถามสำหรับการประเมินผลการสอน
4. สามารถกำหนดเทคนิคที่ใช้รวบรวมข้อมูลการสอนได้
5. สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลการสอนไปพัฒนาปรับปรุงชุดการสอน

ในการดำเนินการสอนโดยชุดมินิกอร์ส ผู้ดำเนินการจะทำการย้อนกลับได้ 3 แบบ คือ

1. การย้อนกลับระหว่างการเรียนการสอน
 - 1.1 การย้อนกลับระหว่างผู้ร่วมกิจกรรมในกลุ่ม หรือการตรวจสอบด้วยตนเอง และแบบทดสอบที่กำหนดไว้
 - 1.2 การย้อนกลับจากผู้เรียนให้กับผู้ดำเนินการสอน อาจเป็นคำถามหรือข้อขัดข้องในการทำกิจกรรม
 - 1.3 การย้อนกลับซึ่งแสดงความก้าวหน้าไปสู่วัตถุประสงค์เป็นผลสำเร็จ ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มพูนการเสริมแรงได้
2. การย้อนกลับซึ่งใช้เพื่อแก้ไขปรับปรุงชุดการสอนมินิกอร์ส
 - 2.1 การย้อนกลับเกี่ยวกับปัญหาด้านวัสดุอุปกรณ์ ยุทธวิธี เวลาที่จัดสรรให้แก่แต่ละกิจกรรม ฯลฯ ซึ่งผู้สอนจะเก็บข้อมูลไว้
 - 2.2 การย้อนกลับจากการประเมินผลอย่างมีแบบแผน ซึ่งจะทำในภายหลังการเรียนการสอนโดยชุดมินิกอร์สจบไปแล้ว
3. การย้อนกลับในภายหลังซึ่งไม่เป็นไปในทันทีทันใด เช่น การวิเคราะห์ดูว่าเป้าหมายระยะยาวจะบรรลุหรือไม่ ทักษะที่พัฒนาจากชุดการสอนมินิกอร์สถูกนำมาใช้ปฏิบัติจริงหรือไม่ การที่จะมีการย้อนกลับในสิ่งเหล่านี้อย่างเป็นระบบได้ จะต้องทำการศึกษาคิดตามผล ผู้ที่ผ่านกระบวนการของชุดไปแล้ว ซึ่งไม่อาจปฏิบัติได้มากนัก แต่ก็มีโอกาสพอทำได้ เช่น การเบี่ยงเบน การใช้จดหมายติดต่อ การใช้โทรศัพท์ เป็นต้น ข้อมูลที่ได้โดยวิธีการนี้จะเป็นข้อมูลที่มีคุณค่าและช่วยในการปรับปรุงชุดมินิกอร์สได้มาก

8. หลักการประเมินผลชุดการสอนมินิคอร์ส (Meyer G.R. 1978 : 18 - 24)

ชุดการสอนมินิคอร์สเปรียบเทียบกับเหมือนหลักสูตรย่อย ๆ (Mini - Curriculum)

ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินผลได้ด้วยวิธีเดียวกับการประเมินผลหลักสูตรในโรงเรียน ซึ่งมีทางประเมินได้โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 การประเมินผลลักษณะเนื้อหาหรือคุณลักษณะของกิจกรรมประกอบด้วยเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นเป็นจุดเริ่มต้นของการประเมิน ดังนี้

1. ชุดการเรียนการสอนมินิคอร์สตรงกับความต้องการแท้จริงของครูในด้านการพัฒนาวิชาชีพครูหรือไม่
2. วัตถุประสงค์ของชุดการสอนมินิคอร์สนั้นเหมาะสมหรือไม่ สอดคล้องกับความต้องการที่กำหนดไว้หรือไม่
3. วัตถุประสงค์เป็นเชิงพฤติกรรมที่ชัดเจนหรือไม่
4. วัตถุประสงค์นั้นสามารถบรรลุภายในเวลาที่กำหนดไว้หรือไม่
5. ระดับการปฏิบัติเหมาะสมกับประเภทของครูผู้ใช้หรือไม่
6. กิจกรรมได้จัดเรียงลำดับไว้อย่างสมเหตุสมผลสอดคล้องกันตลอดทั้งกระบวนการวิชาหรือไม่
7. ทุกกิจกรรมสามารถนำไปปฏิบัติได้ในสถานการณ์ที่สมควรหรือไม่
8. ยุทธวิธีที่ใช้ในกิจกรรมนั้น ๆ เหมาะสมกับวัตถุประสงค์หรือไม่
9. สื่อที่ใช้ในกิจกรรมนั้นสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมหรือไม่
10. กิจกรรมและการแบ่งกลุ่มแปรเปลี่ยนไปพอเหมาะที่จะเกิดประโยชน์มากที่สุดหรือไม่
11. การแบ่งเวลาในกิจกรรมต่าง ๆ เหมาะสมหรือไม่
12. เน้นกิจกรรมและการเข้าร่วมเพียงพอหรือไม่
13. มีการจัดเตรียมการให้ข้อมูลย้อนกลับหรือไม่
14. มีการจัดเตรียมการติดตามผลหรือไม่
15. ชุดการสอนมินิคอร์สจัดเป็นรูปแบบที่เก็บง่าย ใช้อย่างง่ายและเคลื่อนย้ายได้สะดวกเพียงพอหรือไม่

ระดับที่ 2 ประสิทธิภาพของชุดการสอนมินิคอร์สจัดเป็นชุดคำถามเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

1. ครูซึ่งเป็นผู้ใช้ชุดมินิคอร์สมีความรู้เรื่องนี้เพียงใด
2. ความต้องการชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดมีเพียงใด
3. มีครูประเภทต่าง ๆ กันมาร่วมใช้ชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดจำนวนเท่าใด
4. ครูมีทัศนคติต่อสิ่งต่อไปนี้อย่างไร
 - 4.1 วิธีเข้าถึงชุดการสอนมินิคอร์ส
 - 4.2 คุณภาพการอบรมโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส
 - 4.3 ความสอดคล้อง ความเหมาะสม กับความต้องการ
5. ครูใหญ่ ผู้สังเกตการณ์และผู้บริหารอื่น ๆ มีทัศนคติต่อชุดการสอนมินิคอร์สอย่างไร
6. ชุดการสอนมินิคอร์สแต่ละชุดเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด
7. ความรู้เบื้องต้น และปฏิบัติการชุมชนที่มีต่อชุดการสอนมินิคอร์สมีขอบเขตเพียงใด

ระดับที่ 3 การประเมินผลประสิทธิภาพของชุดการสอนมินิคอร์สในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในระดับกระบวนการ

ระดับนี้ประเมินได้เพียงผลลัพธ์ปัจจุบันทันที (Intermediate Product) เท่านั้น แต่ผลลัพธ์นี้สำคัญมาก เพราะการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากของกระบวนการสอน

ระดับที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนมินิคอร์สในการปรับปรุงคุณภาพของนักเรียน

1. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนภายในระยะเวลาที่กำหนด
2. รวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนภายในระยะเวลาเดียวกัน
3. รวบรวมข้อมูลวัตถุประสงค์ของประสบการณ์ประจำ รวมทั้งการเข้าร่วมในชุดการเรียนการสอนมินิคอร์สของทั้งครูและนักเรียนภายในระยะเวลาเดียวกัน
4. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อคิดเห็นจากครู นักเรียน เกี่ยวกับความสัมพันธ์ใด ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นเหตุเป็นผลกัน

ระดับที่ 5 การประเมินผลชุดการสอนนิโคร์สด้านการให้การศึกษาต่อเนื่อง

ประสิทธิภาพของโปรแกรมการศึกษาประจำ หรือการศึกษาต่อเนื่องสำหรับผู้เรียนนั้น ยากที่จะประเมินได้ เพราะโปรแกรมดังกล่าวเป็นระบบปลายเปิด (Open - Ended - System) และไม่สามารถหาจุดจบได้ แต่ก็สามารถทำได้ด้วยการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ยุทธวิธี ข้อจำกัด และผลของแผนการสอนทั้งหมดในในระบบโรงเรียน บ่งบอกถึงขอบข่ายของระบบย่อย (Network of Sub - System))

9. การประยุกต์ใช้นิโคร์สในประเทศไทย (APEID. 1982 : 39 - 41)

แนวคิดของชุดการสอนนิโคร์สเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการศึกษาของประเทศไทย ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้หลายลักษณะเนื้อหา ตัวอย่าง เช่น

1. การศึกษาในระบบโรงเรียน

1.1 ชุดการอบรมครูระหว่างประจำการ ครูจำเป็นต้องได้รับการเสริมแรง ขยายแนวความคิดและการฝึกฝนการปฏิบัติเพิ่มขึ้นในการสอนแต่ละวัน เนื้อหาวิชาต่าง ๆ สามารถนำมาวิเคราะห์และจัดแนวคิดให้ให้ทั้งรูปแบบบุคคลหรือเป็นกลุ่มบุคคล

1.2 การสอนซ่อมเสริม การพัฒนาชุดการสอนนิโคร์สเพื่อแก้ปัญหาเนื้อหาวิชาที่ยาก หรืออาจช่วยในการสอนซ่อมเสริม สามารถทำได้ในโรงเรียนจำนวนมากในเมืองไทย โดยอำนวยความสะดวกแก่ครูและทำให้ยกมาตรฐานการศึกษาให้สูงขึ้น

2. การศึกษานอกระบบโรงเรียน

2.1 โครงการส่งเสริมการอ่าน

2.2 การศึกษาอาชีพของผู้ใหญ่

2.3 โครงการวิทยศึกษา

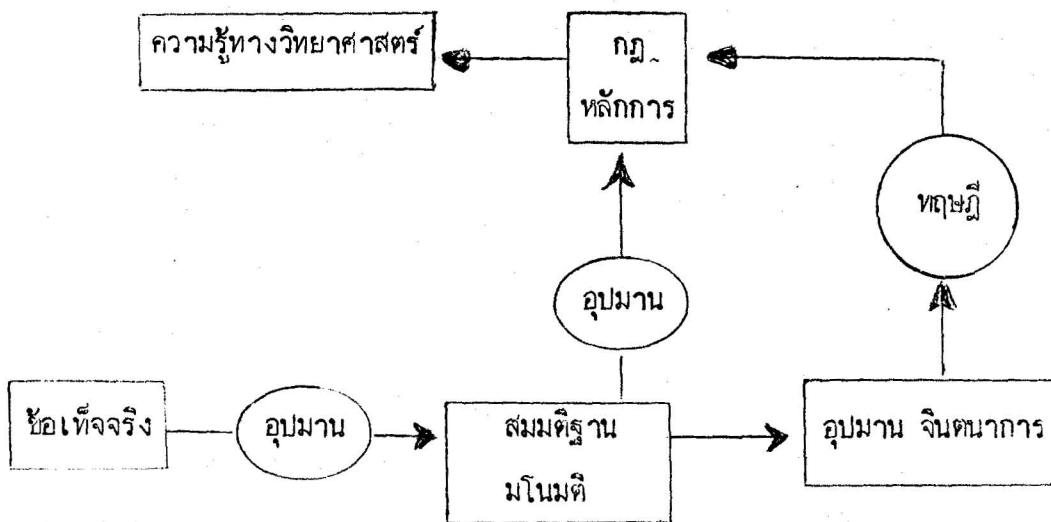
2.4 การเรียนโดยโปรแกรมการเรียนปลายเปิด

2.5 การศึกษาผู้ใหญ่แบบเปิดเสรีระดับ 3, 4

เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมิได้มุ่งให้นักเรียนมีความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว ความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (สมจิต สวธน์ไพบูลย์ 2526 : 1 - 15) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 8 - 13) โดยสรุปดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบ จนเป็นที่น่าเชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 6 การแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ สมจิต สวอนไพลย์ (สมจิต สวอนไพลย์ 2526 : 63 - 69) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานที่ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นคือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองหรือพิสูจน์ การสรุปผล และนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นกับลักษณะการนำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ตลอดจนการได้รับการพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหาและไม่หาคำตอบ หรืออาจกล่าวได้ว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในปี พ.ศ. 2513 ได้มีการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ขึ้นในประเทศไทย โดยกระทรวงศึกษาธิการได้จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น เพื่อดำเนินการในเรื่องนี้ สถาบันได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่า ควรเน้นทั้งด้านเนื้อหาวิชาและกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วย ในหลักสูตรที่สถาบันพัฒนาขึ้น จึงมีการนำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย (เชาวนี อะยะวงศ์ 2526 : 16)

สมจิต สวอนไพลย์ (สมจิต สวอนไพลย์ 2526 : 11 - 16) ได้กล่าวถึงเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ว่าประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นตัวความรู้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (The Body of Knowledge and Process of Science) ส่วนที่เป็นความรู้ได้แก่ ข้อเท็จจริง หลักการ สมมติฐาน กฎ ทฤษฎี ส่วนที่เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ ขั้นตอนการแสวงหาความรู้และทักษะต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ เช่น การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปรการทดลอง การตีความหาข้อมูลและลงข้อสรุป

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์

(ทบวงมหาวิทยาลัย 2521 : 1) ได้ให้ความหมายสอดคล้องกันว่า "วิทยาศาสตร์" หมายถึง ความรู้ต่าง ๆ เช่น ข้อเท็จจริง กฎ ทฤษฎี และสมมติฐาน นอกจากนี้ยังรวมถึงทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้อีกด้วย

กึ่งฟ้า สินธุวงศ์ และคนอื่น ๆ (กึ่งฟ้า สินธุวงศ์ และคนอื่น ๆ 2521 : 1) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหา (Content) ซึ่งเป็นที่รวมของข้อเท็จจริง มโนคติ สมมติฐาน กฎ หลักการและทฤษฎีเข้าด้วยกันเป็นระเบียบแบบแผนหรือระบบของความรู้ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการ (Process) ทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือช่วยในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ จึงมีส่วนประกอบใหม่ ๆ แยกเป็น 2 ส่วน คือ ผลผลิต (Product) และกระบวนการ (Process) ซึ่งเป็นวิธีแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) อันมีขั้นตอนเริ่มจากการสังเกต การรวบรวมข้อมูล การนำข้อมูลมาศึกษาความสัมพันธ์หรืออธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ การตั้งสมมติฐาน การตั้งกฎ และการออกแบบการทดลอง ซึ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ต้องใช้ทักษะย่อย ๆ อีกมาก เช่น การสังเกต การวัด การคำนวณ เป็นต้น

ฉวีวรรณ ถินวงศ์ (ฉวีวรรณ ถินวงศ์ ม.ป.ป. 19 - 21) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมที่ครูควรปลูกฝังในการสอนวิทยาศาสตร์ว่ามี 2 ประการที่สำคัญ คือ

1. ทักษะและความสามารถ (Skills and Abilities) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช้อย่อย คือ

1.1 ทักษะและความสามารถทางด้านการกระทำ การปฏิบัติจริง ๆ (Functional Skills and Abilities) เช่น การสังเกต การชั่ง ตวง วัด การจดบันทึกการวางแผนโครงการ และปฏิบัติการทดลองอย่างรอบคอบ การอ่านและแปลความหมายจากข้อความ แผนภูมิ ตาราง และสถิติง่าย ๆ ฯลฯ

1.2 ทักษะและความสามารถด้านสมอง (Mental Skills and Abilities)

คือทักษะและความสามารถในการเชิงสติปัญญาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการคิดหาเหตุผล เช่น ความสามารถในการประยุกต์ความรู้มาใช้ ความสามารถในการพยากรณ์หรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้น ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ฯลฯ

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) เช่นความมีเหตุผล
มีใจกว้าง

3. ความซาบซึ้งในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ (Appreciation)

4. ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (Interest)

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 58 - 59) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการที่สำคัญได้แก่ ครูจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและขอบเขตของคำว่าวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี และตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการแสวงหาความรู้ไม่มัวไปกวดำเนื่อหา เพราะความรู้เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ส่วนกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้ได้ตลอดไป ซึ่งวิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การทดลองค้นคว้า ในขณะที่ทำการทดลองผู้ทดลองมีโอกาสดีกฝึนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่น ฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น ตั้งสมมติฐานและทำการทดลองเป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้ เรียกว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์"

จะเห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้น นอกจากจะเน้นทางด้านเนื้อหาหรือผลผลิตทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะต้องให้ความสำคัญของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน ซึ่งกระบวนการแสวงหาความรู้นี้เป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานในการศึกษาค้นคว้า ซึ่งต้องมีการฝึกฝนและใช้ทักษะย่อย ๆ มากมายอย่างเป็นระบบระเบียบ ทักษะเหล่านี้รวมเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ประเภทและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จำนง พรายแย้มแซ ได้พูดถึงความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ประการคือ

1. เพื่อให้เข้าใจวิธีทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (How Scientists Work)
ซึ่งหมายถึง วิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)
2. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

3. เพื่อให้มีทักษะและความสามารถ (Skills and Abilities)
4. เพื่อให้รู้คุณค่าในวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (จำนง พรายแย้มแซ 2514 : 21 - 29)

โดยเฉพาะในจุดมุ่งหมายข้อที่ 3 เพื่อให้เกิดทักษะและความสามารถนั้น ได้กล่าวว่า

ทักษะและความสามารถเป็นสิ่งที่เกิดคู่กัน ทักษะและความสามารถแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ

1. ทักษะและความสามารถด้านการกระทำ (Functional Skills and Abilities)
 2. ทักษะและความสามารถด้านจิตใจหรือปัญญา (Mental Skills and Abilities)
- เมื่อพิจารณาความหมายของทักษะด้านการกระทำและด้านปัญญาแล้ว จะเห็นว่าเป็นทักษะที่ต้องใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) นั้นเอง

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย เล่ม 1 2525 : 58 - 85) ได้กล่าวถึงประเภทและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติและมิติกับเวลา การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การสื่อความหมาย การทำนาย การตั้งสมมติฐาน การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ การควบคุมตัวแปร การทดลอง การแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33 - 176) ได้กล่าวว่า ในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้นั้นควรจะได้เรียนรู้ถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- ก. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (The Basic Process Skills) ได้แก่
 1. การสังเกต (Observing)
 2. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (Using Space Time Relation Ships)

3. การจำแนก (Classifying)
 4. การใช้เลขจำนวนและการคำนวณ (Using Number)
 5. การวัด (Measuring)
 6. การสื่อความหมาย (Communication)
 7. การพยากรณ์ (Prediction)
 8. การสรุปอ้างอิง (Infering)
- ข. ทักษะขั้นบูรณาการ (The Intergrated Process Skills) ได้แก่
1. การควบคุมตัวแปร (Controlling Variable)
 2. การตีความหมายข้อมูล (Interpreting Data)
 3. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
 4. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
 5. การทดลอง (Experimenting)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526 : 1 - 5)

ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ และแต่ละทักษะมีความหมายดังต่อไปนี้คือ

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดมาให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุในกรอบที่จะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดมาให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดมาให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ เช่น ระบुरुป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

4.4.1 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

4.4.2 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

4.4.3 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุ (3 มิติ)

ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็น
ซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลง
ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ
กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่นับได้มาคิดคำนวณ
โดย การบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต
การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ
จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณ
หาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง
แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่า
เกิดทักษะแล้วคือ

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 นอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจขึ้นได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น
 - 8.1.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
- 8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น
 - 8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
 - 8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี มาก่อน

สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การขี้งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ห้ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นใดจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่ เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่ เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ห้ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะห้ต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ขี้งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ห้ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่หาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะห้ใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจัดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 การออกแบบการทดลองโดย

การกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ห้ต้องควบคุมด้วย

ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่ แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จากแนวคิดและเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์จะต้องเน้นความรู้ และกระบวนการในการแสวงหาความรู้ไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น จึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญคือ ครูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของ "วิทยาศาสตร์" เป็นอย่างดี ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เช่น การใช้คำถามกระตุ้นให้คิด การร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในส่วนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ นั้นมีมากมายเกินกว่าที่จะจำได้หมด และเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอไม่มีที่สิ้นสุด ส่วนกระบวนการ แสวงหาความรู้เป็นส่วนที่สำคัญยิ่ง เพราะนักเรียนสามารถที่จะนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ได้ไม่ สิ้นสุด ดังนั้นครูจึงต้องตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการ เปิดโอกาส ให้นักเรียนได้คิดได้ทำการทดลองด้วยตนเอง จนเกิดความคล่องในการปฏิบัติงานทั้งในด้านร่างกาย และสติปัญญาในการค้นคว้าหาความรู้อย่างถูกต้องตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ การลงความเห็นจากข้อมูล การสื่อความหมายข้อมูล การทำนาย การตั้งสมมติฐาน การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ การควบคุม ตัวแปร การดำเนินการทดลอง และการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึง เน้นการสอนที่ฝึกทักษะตามแนวทางที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนดขึ้น

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) อันจะนำไปสู่ขบวนการสำรวจคิดค้นในสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ทำให้เกิดผลผลิตใหม่ ๆ ขึ้น หรือเป็นความคิดที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งนักการศึกษา นักจิตวิทยา ได้ให้คำจำกัดความไว้หลายลักษณะดังนี้

บารอน และเมย์ (อาร์ รังสินธ์ 2526 : 2 อ้างอิงมาจาก Barron and May. 1960) ได้ให้คำจำกัดความว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของมนุษย์ที่จะนำไปสู่สิ่งใหม่ ๆ จะเป็นสะพานช่วยให้ระลึถึงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันได้ต่อไปอีก เช่น เห็นคำว่าเครื่องพิมพ์ก็นึกถึง กระดาษ ตัวอักษร ฝ่าหมึก โต๊ะทำงาน แก้ว ฯลฯ คิดได้มากเท่าไรก็แสดงถึงความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์มากเท่านั้น

ทอแรนซ์ (Torrance. 1964 : 47) นักจิตวิทยาและนักการศึกษาชาวอเมริกัน เป็นผู้สนใจศึกษาวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์อย่างมากมาย ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ในรูปกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งบกพร่องที่ขาดหายไป แล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็น สมมติฐานและวิเคราะห์ข้อมูล สุดท้ายรายงานผลที่ได้เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ ทั้งนี้เน้นถึงผลผลิตใหม่ หรือความคิดใหม่ว่าเป็นสิ่งสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วย กระบวนการของการคิด 4 ขั้นตอน คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกว่าปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น (Sensing Problem)
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานี้ (Formulation)
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น (Testing guesses)
4. การสื่อสารผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน (Communicating the results)

กิลฟอร์ด (อาร์ รังสินธ์ 2526 : 29 - 34 อ้างอิงมาจาก Guilford. 1968) อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย คือ ความคิดหลายทิศทางหลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบ วิธีแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วย ความคิดอเนกนัยจะประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่าง จากความคิดธรรมดาหรือความคิ้ง่าย ๆ ความคิดริเริ่มหรือที่เรียกว่า wild idea ต้องเป็น ความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิด เป็นสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จ ก็ได้แนวคิดจากการทำเครื่องร่อน เป็นต้น

ความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่แปลก แตกต่างจากความคิดเดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจำต้องอาศัย ลักษณะความกล้าคิด กล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตน บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัย ความคิดจินตนาการ แต่ต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย ดังนั้นความคิด จินตนาการ และความพยายามที่จะสร้างผลงานจึงเป็นสิ่งคู่กัน

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่อง เดียวกัน แต่่งออกเป็น

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (word Fluency) เป็นความสามารถ ในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลา ที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือสามารถนำคำมาเรียงอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถ ที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงแนวทาง หรือคิดแปลงข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องจำนวนและการแปลงรูป

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องการแสดงความหมาย

หลักความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวางและมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ ซึ่งมีด้วยกัน 4 ชนิดคือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3. ภาษา
4. พฤติกรรม

เทย์เลอร์ (Sund and Leslic. 1974 : 108 - 109 citing Taylor. 1964)

ให้ความหมายความสามารถทางสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถที่จะคัดย้อนกลับโดยการนำสิ่งของหรือความรู้ต่าง ๆ ซึ่งดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันมารวมกันเพื่อการแก้ปัญหาในแนวทางใหม่ และเสนอว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความคล่องในการคิด เป็นการกระตุ้นความคิดภายในและร่วมกันใช้ความคิดเหล่านี้ เพื่อให้เกิดความคล่องตัวและความมั่นใจมากขึ้น ความคิดยืดหยุ่นทำให้พิจารณาปัญหาได้หลายแง่ และความคิดริเริ่มเป็นการพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในทางที่แปลกใหม่

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในตัวบุคคลที่จะคิดได้หลายแบบ เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงคัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดละออ

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายครอบคลุมเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง ผลผลิตที่แปลกใหม่และกระบวนการของการแก้ปัญหาล้วนคลึงกับความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป ซึ่ง พินส์ และ ชันด์ (สุปรียา ลำเจียก 2522 : 18 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์

ทั่ว ๆ ไป แต่จะแตกต่างกันในข้อปลีกย่อยที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทางของ ความคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้การแก้ปัญหา รวมทั้งค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา โดยบุคคลผู้นั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) ซึ่งประกอบด้วยทักษะในการสังเกต การตั้งปัญหา การค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา การรวบรวม ความรู้เพื่อดำเนินการทดลอง อีกทั้งความพยายามในการทดลองหลาย ๆ ครั้ง ไม่ว่าผลที่ปรากฏออกมา จะล้มเหลวหรือไม่ก็ตาม นอกจากนี้ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเน้นถึงผลผลิต ที่มีคุณค่า ซึ่งมีส่วนผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง

อนันต์ จันทรกี (อนันต์ จันทรกี 2525 : 3 - 10) ให้ความหมายของ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า ทดลองและแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ให้ จากการสังเกตพฤติกรรม ตรวจรายงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์และ/หรือคะแนนจากแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทัศนีย์ บุญเติม (ทัศนีย์ บุญเติม 2526 : 3) ให้นิยามความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคล่องในการคิดแก้ ปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากนิยามและความหมายดังกล่าว จะเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นทั้งกระบวนการคิดและการกระทำที่ใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์และเน้นถึงผลผลิต (Science Products) ของความคิดที่มีคุณค่าต่อสังคม

นอกจากนี้ ทอแรนซ์ และไมเยอร์ (สมจิต สวธน์ไพบูลย์ 2527 : 10 - 11) อ้างอิง มาจาก Torrance and Myers. 1972 ได้ระบุว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเรียกกระบวนการลักษณะนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบ่งออกเป็นชั้น ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact - Finding) ขั้นนี้เป็นการค้นหาว่าข้อมูลใด บ้างที่จะเป็นสาเหตุของความรู้สึกที่สับสนวุ่นวายในสถานการณ์นั้น

ขั้นที่ 2 การค้นหาปัญหา (Problem - Finding) เมื่อได้ข้อมูลที่เป็นสาเหตุแห่ง ความวุ่นวายขั้นที่ 1 แล้ว ก็ประมวลข้อมูลเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของปัญหาที่ชัดเจน

ขั้นที่ 3 การค้นหาแนวความคิด (Idea - Finding) เมื่อได้ปัญหาที่ชัดเจนแล้ว ก็จะต้องพยายามหาทางแก้ปัญหาในรูปของการใช้ความคิดหลายแง่หลายมุม แล้วประมวลแนวความคิด ที่เห็นว่าเหมาะสมในการแก้ปัญหา นั้น ๆ

ขั้นที่ 4 การค้นหาวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา (Solution - Finding) จากแนวความคิด ต่าง ๆ ที่ประมวลว่าจะเหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหา นั้น ก็ดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวความคิดนั้น ๆ จนถึงขั้นที่หาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 5 การค้นหาความยอมรับ (Acceptance - Finding) ขั้นนี้จะเป็นการนำ วิธีแก้ปัญหาที่ค้นพบจากขั้นที่ 4 ไปใช้แก้ปัญหานั้น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน เพื่อการยอมรับในวิธีการแก้ ปัญหาที่ค้นพบและอาจจะก่อให้เกิดการคิดแก้ปัญหาที่ท้าทายสืบเนื่องต่อ ๆ ไป

ด้วยเหตุนี้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นกระบวนการคิดและการกระทำ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อันก่อให้เกิดผลผลิต ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งส่วนที่เป็นนามธรรมและ/หรือรูปธรรม โดยเน้นถึงประโยชน์และคุณค่าใน ทางสร้างสรรค์ต่อสังคม และส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป

3. บทบาทของครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ ตัวจักรสำคัญก็คือ ครูนั่นเอง ครูต้องทำการศึกษาให้เข้าใจเกี่ยวกับวิธีสอนและ การจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ บทบาทของครูในการที่จะส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้แก่

3.1 ต้องชวนขวนขวายหาความรู้ เทคนิคการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อนำมาประกอบ และปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

3.2 ครูต้องตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นในการจัดกิจกรรมจึง ควรจัดให้เหมาะสมกับนักเรียน

3.3 ส่งเสริมการพัฒนาความคิด การแสดงความคิด ตลอดจนการยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น

3.4 สนใจต่อคำถามของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อไปเพื่อหาคำตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล มีวินัยในตนเอง เห็นคุณค่าของเวลา และสนุกต่อการค้นคว้าหาความรู้ตามแนวความคิดของนักเรียน

3.6 สนับสนุนและช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ให้ทำงานตามแนวความคิดใหม่ ๆ ให้นักเรียนเป็นตัวของตัวเองบ้างในการทำงานสร้างสรรค์

3.7 ยกย่อง ชมเชย ให้กำลังใจแก่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์หรือมีผลงานที่สร้างสรรค์

3.8 เน้นความสนใจและให้เพิ่มคุณค่าต่อกระบวนการแก้ปัญหา การคิดเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน มากกว่าการจดจำเนื้อหา

3.9 จัดสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้

3.10 ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบาย ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ตั้งสมมติฐานออกแบบ การแก้ปัญหาและพยากรณ์ตามความเหมาะสม

3.11 ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาคิดแก้ปัญหา เพราะการสร้างสรรค์จำเป็นต้องใช้เวลาแก่นักเรียน

3.12 ให้โอกาสนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของคำถามของเพื่อนนักเรียน

3.13 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองอย่างอิสระ และการระดมพลังทางสมอง

3.14 แสดงผลงานทางสร้างสรรค์ของนักเรียน เพื่อเป็นตัวอย่าง

3.15 พัฒนาทักษะการใช้คำถามของครู เพื่อเป็นแนวทางในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 36 - 37)

4. แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 30) ได้สรุปกลวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

4.1 จัดสถานการณ์ยั่ว ซึ่งประกอบด้วยข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ ของจริง อุปกรณ์จำลอง ข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฯลฯ

4.2 จัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมอง การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนได้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นโดยไม่ต้องคำนึงว่าความคิดเห็นนั้น ๆ จะถูกต้องหรือไม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหลายทาง คิดได้มากในเวลาจำกัด ฝึกให้นักเรียนรู้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม

4.3 การจัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดคิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหาให้และกำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมหรือการเลือกรูปแบบในการสื่อความหมาย

4.4 การจัดกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้ นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมที่คำนึงถึงความสำเร็จนี้ถือว่า เป็นการสร้างบรรยากาศ ทางจิตวิทยาที่น่าจะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ และกระตือรือร้น ใคร่จะหาค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

4.5 จัดกิจกรรมให้ฝึกเป็นรายบุคคล ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมนั้น นอกจากฝึกให้ทำงานเป็นกลุ่มแล้ว ก็ควร เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกเป็นรายบุคคลบ้าง เพื่อการพัฒนาความสามารถแห่งตนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ตามเอกลักษณ์

5. บรรยากาศการเรียนการสอนที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บรรยากาศในการสอนเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการจัดการเรียนการสอน ครูเป็นกลจักรสำคัญในการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน บรรยากาศในการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ครูสร้างขึ้นได้ คือ

5.1 บรรยากาศที่ให้ความรักความอบอุ่น

5.2 บรรยากาศแห่งความปลอดภัย

5.3 บรรยากาศที่ให้อิสระเสรีภาพในการแสดงออก

5.4 บรรยากาศที่เอื้อต่อการค้นคว้าหาความรู้

5.5 บรรยากาศแห่งการยกย่อง

สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ควรควรสร้างให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพราะเป็นการกระทำที่จะส่งเสริม
การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 37 - 39)

6. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่ง ในการวัดพฤติกรรมความคิด
สร้างสรรค์ที่เป็นระบบ ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์แบบทดสอบ
นี้มีที่ใช้ภาษาเป็นสื่อและที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อช่วยให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์แบบทดสอบ
วัดความคิดสร้างสรรค์ที่นิยมใช้แพร่หลายในประเทศไทยในปัจจุบันนี้ได้แก่ แบบทดสอบที่ได้ดัดแปลง
มาจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด และของทอเรนซ์ เพื่อให้เหมาะสมกับเด็กไทย
เช่น ในเรื่องคำสั่ง คำชี้แจง การดัดแปลงสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นต้น แต่หลักใหญ่ ๆ ยังคงเดิมคือ
เน้นการกำหนดสิ่งเร้าที่ช่วยให้เด็กคิดและวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดริเริ่ม
ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดละออ เช่นกัน

ส่วนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัด
องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ แต่ก็ยังคงอาศัยแนวคิดของกิลฟอร์ด
และทอเรนซ์อยู่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เท่าที่มีอยู่ในขณะนี้ มี 2 ฉบับ คือ
แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนิยม พฤษชลธาร และของ สุมาลี กาญจนชาติ
ทั้ง 2 ฉบับนี้มุ่งวัดความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องในการคิดเช่นเดียวกัน จะต่างกัน
ตรงที่แบบทดสอบของ ทศนิยม วัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในเชิงความคิดเหตุและผล
ส่วนของ สุมาลี วัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในเรื่องของการนำมาใช้ประโยชน์

6.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้นของ ทศนิยม พฤษชลธาร (ทศนิยม พฤษชลธาร 2517 : 85 - 98) ซึ่งประกอบด้วย
คำถาม 3 ข้อ คือ

6.1.1 "สมมติว่า" บนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนมองเห็นกันแต่เขาเท่านั้น
อะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

6.1.2 "หิ้งไข่" ให้นักเรียนหาวิธีที่จะหิ้งไข่ดิบ (ไข่ไก่หรือไข่เป็ดก็ได้)

1 ฟอง ลงจากตึกชั้นสาม โดยที่ไข่ตกถึงพื้นไข่ยังไม่แตก

6.1.3 "ปลาทอง" ให้คิดหาวิธีแปลก ๆ ที่จะเอาปลาทองไปทดลองโดยที่ไม่ทำให้ปลาทองบาดเจ็บกับพิษหรือตาย

6.2 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ของ สุมาลี กาญจนชาติ (สุมาลี กาญจนชาติ 2525 : 65 - 72) ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ

6.2.1 "การใช้ประโยชน์" ให้นักเรียนเขียนว่าจะใช้ประโยชน์จากบริเวณส่วนต่าง ๆ ของพื้นที่ที่กำหนดไว้ในภาพได้อย่างไร โดยอาจใช้บริเวณหนึ่งซ้ำได้ พยายามคิดให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้

6.2.2 "นักประดิษฐ์" ให้นักเรียนคิดประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นไปได้จากอุปกรณ์และวัสดุที่กำหนดให้ โดยบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือเครื่องใช้แต่ละชุดวาดรูปและบอกการนำไปใช้อย่างย่อ

6.2.3 "นักค้นคว้า" ให้นักเรียนพยายามคิดหาวิธีที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบจากข้อความที่กำหนดให้ อธิบายวิธีทดลองอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ สารเคมีอย่างอื่นประกอบด้วยก็ได้

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทั้งสองฉบับมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของคำตอบเหมือนกัน คือ แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน ได้แก่ ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคำตอบของผู้อื่นหรือไม่

คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่ม คำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีในการคิดที่แตกต่างกันโดยให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับของผู้อื่นหรือไม่

คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความคิดของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด โดยใช้เกณฑ์ที่ว่า

คำตอบมีความถี่เกิน 5	ให้คะแนน 0 คะแนน
คำตอบมีความถี่เป็น 5	ให้คะแนน 1 คะแนน
คำตอบมีความถี่เป็น 4	ให้คะแนน 2 คะแนน
คำตอบมีความถี่เป็น 3	ให้คะแนน 3 คะแนน
คำตอบมีความถี่เป็น 2	ให้คะแนน 4 คะแนน
คำตอบมีความถี่เป็น 1	ให้คะแนน 5 คะแนน

จากเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญ ในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมาก สำหรับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเห็นว่าควรสร้างขึ้นให้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมที่จัดขึ้น ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงศึกษาเอกสารดังกล่าวมาแล้วนั้น เพื่อออกแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับงานวิจัยนี้ โดยยึดหลักของ ทอแรนซ์ ซึ่งนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ช่วยตรวจ แล้วหาค่าความเชื่อมั่นก่อนนำมาใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดเป็นงานวิจัยทั้งในประเทศและ ต่างประเทศ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาดังนี้

งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนมินิคอร์สภายในประเทศ

ได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์สภายในประเทศดังนี้

บุคคลแรกที่ทำการศึกษาวิจัยคือ อุทัย หนูแดง (อุทัย หนูแดง 2526 : 107 - 110)

โดยเป็นผู้ทดลองสร้างชุดการสอนมินิคอร์สขึ้นในปี พ.ศ. 2526 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จระดับที่ 3 ที่เรียนวิชาเสริมสร้าง ประสบการณ์ชีวิต 4 เรื่องสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ที่เรียนจากการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาโรงเรียนผู้ใหญ่สุโขทัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน กลุ่มควบคุม 35 คน ใช้เวลาในการทดลอง 8 ชั่วโมง ผลการวิจัย ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองซึ่งเรียนจากการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และเช่นเดียวกันในปี ต่อมา ยุวดี แก้วรักษา (ยุวดี แก้วรักษา 2527 : 266) ให้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาผู้ใหญ่ ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส โดยใช้ชื่อว่า ชุดการสอนจุลบทกับการสอนตามปกติ ในวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 7 เรื่องแห่งอารยธรรม ยุคก่อนประวัติศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จระดับ 4 โรงเรียนผู้ใหญ่วัดหัวลำโพง

กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2525 จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 35 คน ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 8 ชั่วโมง ผลการศึกษารายงานว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนจากการใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส มีความคิดเห็นที่ดีและเห็นด้วยกับการนำชุดการสอนมินิคอร์สมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 7

สำหรับในโรงเรียนมัธยมศึกษาชั้น ในปี พ.ศ. 2527 สุรัตน์ ยุทธเสรี (สุรัตน์ ยุทธเสรี 2527 : 92) ให้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครูการสอนภาษาอังกฤษเยส เนื้อหาที่ใช้ทดลองคือเรื่อง Pronouns และ Comparison of Adjective กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนนครนายกวิทยาคม จังหวัดนครนายก จำนวน 120 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สที่ใช้เวลาเรียน 14 คาบ ส่วนกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน เรียนจากการสอนตามคู่มือครูการสอนภาษาอังกฤษเยส ใช้เวลาเรียน 14 คาบ ผลการศึกษารายงานดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับสูง ในกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษปานกลางของกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มทดลอง 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษระดับต่ำ ในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วนิดา ศิริมาลา (วนิดา ศิริมาลา 2528 : 63) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูภาษาไทย กรมวิชาการ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส และเรียนโดยการสอนตามคู่มือครูภาษาไทย กรมวิชาการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูภาษาไทย กรมวิชาการ

และสุมาลี สุวัจนกุล (สุมาลี สุวัจนกุล 2529 : 41) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สและเรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส และเรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนมินิคอร์สในต่างประเทศ

แอนเดอร์สัน (Anderson Jack Ronald. 1973 : 4021 - A) ได้ศึกษาถึงการพัฒนาประเมินผลโครงสร้างมินิคอร์ส ที่ใช้สำหรับการศึกษาวิทยาศาสตร์พื้นโลก พบว่านักเรียนยอมรับความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สและเกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติในทางบวกของนักเรียนต่อวิทยาศาสตร์พื้นโลกหลังจากเสร็จสิ้นจากการเรียน นักเรียนชอบการประเมินผลที่มีโอกาสปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและชอบชุดการสอนมินิคอร์สที่ใช้เวลา 3 สัปดาห์มากกว่า 10 สัปดาห์

ในปี ค.ศ. 1974 ครอส (Cross ; William Kinsey. 1974 : 3388 - A) ได้ทำการศึกษาชุดการสอนมินิคอร์สที่ใช้อบรมครูก่อนทำการสอน โดยมีความมุ่งหมายศึกษาถึงการพัฒนาและการประเมินผลของชุดการสอนมินิคอร์สเช่นกัน พบว่า ครูที่ได้รับการอบรมโดยชุดการสอนมินิคอร์สเกิดพฤติกรรมพิเศษขึ้น 6 ลักษณะ โดยที่ครูจำนวนนี้เชื่อว่ามินิคอร์สเป็นสิ่งที่ช่วยให้เขาพัฒนาพฤติกรรม

ได้ตามจุดประสงค์ของมินิคอร์ส เมื่อเปรียบเทียบกับกรอบมรรค โดยการสอนแบบจุลภาค ต่อมาในปี ค.ศ. 1975 เคท (Kate. 1975 : 218 -A) ได้สร้างและหาความเที่ยงตรงของชุดการสอนมินิคอร์สที่ใช้กับครูระดับประถมศึกษา ผลปรากฏว่า ครูที่ได้รับการอบรมโดยชุดการสอนมินิคอร์สพัฒนาทักษะสูงขึ้น 5 ทักษะ ที่ระดับความเชื่อมั่น .95 และนักเรียนที่เรียนจากครูที่ได้รับการอบรมด้วยชุดการสอนมินิคอร์ส มีความสามารถในการใช้คำเกี่ยวกับการพรรณาได้ดีขึ้น ที่ระดับความเชื่อมั่น .95

ในปี ค.ศ. 1975 เวสส์ (Weiss. 1975 : 2005 - A) ได้ทำการศึกษาทัศนคติของนักเรียนผิวขาวที่มีต่อคนผิวดำ โดยกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองเป็นนักเรียนผิวขาว จำนวน 60 คน เลือกเรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่องประวัติศาสตร์ของคนผิวดำและอีกกลุ่มหนึ่งเป็นนักเรียนผิวขาว จำนวน 80 คน ที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สเรื่องประวัติศาสตร์อเมริกาทั่วไป ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่องประวัติศาสตร์คนผิวดำมีทัศนคติต่อคนผิวดำดีขึ้นกว่ากลุ่มที่เรียนประวัติศาสตร์อเมริกาทั่วไป นอกจากนี้ เคอร์ (Kerr. 1975 : 356 - 7) ได้ศึกษาถึงพฤติกรรมด้านมโนคติ (Affective) ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ลงทะเบียนเรียนมินิคอร์สและรายวิชาปกติ ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนในมินิคอร์สมีทัศนคติที่ดีต่อครูสูงกว่ากลุ่มที่เรียนในรายวิชาปกติ โดยที่การเข้าชั้นเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และครูที่สอนในชุดมินิคอร์สมีทัศนคติต่อนักเรียนและวิชาชีพสูงกว่าครูในกลุ่มปกติ ส่วน มิลโซ (Milzow. 1976 : 7165 - A) ได้ทำการศึกษาทัศนคติของนักเรียนและครูในโครงการเรียนมินิคอร์สระหว่างปี 1973 - 1976 ในโรงเรียนเคนเนดี้ (Kennedy Junior High School) รัฐมิชิแกน ผลการวิจัยพบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนทุกระดับความสามารถ คือ สูง กลาง ต่ำ ที่มีต่อมินิคอร์สไม่แตกต่างกันและนักเรียนทุกระดับนี้ชอบวิธีการสอนในชุดการสอนมินิคอร์สมากกว่าการสอนแบบเดิม

จากผลงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นว่า การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สจะสามารถส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงแก่ผู้เรียนได้ทั้งกับนักศึกษาผู้ใหญ่และนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำชุดการสอนมินิคอร์สมาปรับปรุงใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ตลอดจนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภายในประเทศ

ปรีชา กล่ำรัมย์ (ปรีชา กล่ำรัมย์ 2526 : 70 - 83) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ

ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดรวบยอดและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพ กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และความคงทนของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีและความคงทนของความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

วนา ชลประเวศ (วนา ชลประเวศ 2526 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ

วิธีสอนแบบใช้เกมกับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทดลองกับนักเรียนจำนวน 90 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยวิธีสอนแบบใช้เกม กลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ยกเว้นทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ภาณี โอภิธากรณ์ (ภาณี โอภิธากรณ์ 2527 : 65 - 73) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบ

พัฒนาการของการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน เป็นกลุ่มควบคุม 30 คน แบ่งเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง 15 คน ความสามารถในการเรียนต่ำ 15 คน กลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการของการเรียนรู้แตกต่างกัน ส่วนผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน เฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ

ยงยุทธ สายคง (ยงยุทธ สายคง 2527 : 64) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปราโมทย์ แก้วสุข (ปราโมทย์ แก้วสุข 2528 : 86 - 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ กลุ่มทดลองได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชาญชัย กิจสวัสดิ์ (ชาญชัย กิจสวัสดิ์ 2529 : 74 - 75) ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และแนวความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิกับการใช้การอภิปรายตามคู่มือครูและโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กับโดยรูปภาพและแผนภูมิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ

ยังส์ (Yongs. 1970 : 53) ได้ศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนสำหรับพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสอนให้นักเรียนรู้จักเรียนอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวัง และเร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามคิดหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เกิดขัดแย้งกัน โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่คาดหวังและสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ในการหาคำอธิบาย เหตุการณ์นี้ ได้จัดคู่ทางให้นักเรียนได้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกัน โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่มเป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสอบก่อนและหลังเรียน พบว่ากลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลอื่น ๆ ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เดวิส (Davis. 1976 : 4614 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการค้นพบชี้แนะแนวทางกับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน และกลุ่มควบคุม 52 คน ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวจึงพอสรุปได้ว่า แม้การสอนจะเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เหมือนกัน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันแสดงว่าในการจัดการเรียนการสอน โดยกิจกรรมที่จัดขึ้นมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงทำให้ผู้วิจัยเห็นว่า ชุดการสอนนิโคร์ส ซึ่งมีกิจกรรมหลายรูปแบบคงจะช่วยส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้นกว่าการสอนที่ยึดแบบใดแบบหนึ่งหรือกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ภายในประเทศ

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 67 - 68) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง

และกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ในการทดลองทั้งสองกลุ่มใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองไม่มีการประเมินผล แต่กลุ่มควบคุมจะได้รับการประเมินผลทุกครั้งของการฝึกและบันทึกคะแนนไว้ หลังจากฝึกครบ 15 ครั้ง ทำการทดสอบทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ก่อก็คี ศรีน้อย (ก่อก็คี ศรีน้อย 2527 : 79) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริอร ไขภูพิรค์ (ศิริอร ไขภูพิรค์ 2527 : 50 - 52) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกกรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประติษฐ์ สนั่นเอื้อ (ประติษฐ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

พรรณา หิมารัตน์ (พรรณา หิมารัตน์ 2527 : 47 - 51) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุปรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำอุปรณ์ กลุ่มที่ 3 ศึกษาเฉพาะชุดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ทำโครงการและอุปรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่ศึกษาจากชุดอย่างเดียวย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ 2528 : 56) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ

เรต (ส่วิมล ชอบทำกิจ 2522 : 26 อ้างอิงจาก Reid. 1773) ได้ศึกษาผลการสอน 2 แบบคือ การสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง (direct detailed) กับการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง (directed discovery) ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง จะมีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้งในทางความคล่องในการคิดความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม โดยทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง

พินิก (Penick. 1976 : 307 - 314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการสอน 2 แบบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 5 แบบที่ 1 การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Student Structured Learning in Science - SSLS) และการสอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน (Teacher - Structured Learning in Science - TLSL) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS และ TLSL ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (Verbal creativity) ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางด้านรูปภาพ (Figural creativity) พบว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TLSL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บิลล์ (Bills. 1976 : 417 - 421) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 5 จำนวน 306 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน เป็นชาย 68 คน หญิง 74 คน กลุ่มควบคุม 191 คน เป็นชาย 95 คน เป็นหญิง 96 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่สติปัญญาสูง ปานกลาง ต่ำ

โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาของ Large Thorndike ทดสอบก่อนและหลังการสอน ด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรที่ควบคุมคือ เพศ, I.Q. ผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เพศและวิธีสอน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีความสำเร็จด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนหญิงที่สติปัญญาสูงทำคะแนนด้านความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากเอกสารและงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นว่าการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส จะช่วยให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ ตลอดจนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะพัฒนาดีขึ้น เพราะชุดการสอนมินิคอร์ส ช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน และมีการระดมพลังความคิด ตลอดจนการคิดอย่างอิสระ โดยนำสื่อ วิธีสอนหลาย ๆ วิธีมาใช้พัฒนาผู้เรียนอย่างเหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงผู้เรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นหลักสำคัญ จึงเห็นได้ว่าชุดการสอนมินิคอร์ส นั้นเหมาะกับการนำมาใช้พัฒนาการเรียนวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตาม คู่มือครูแตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยส่วนรวมและในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียน ที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. กำหนดเนื้อหาและระยะเวลาในการทดลอง
3. สร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
4. กำหนดแบบแผนการทดลองและดำเนินการทดลอง
5. กำหนดสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาประชากรและทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 12 ห้องเรียน ทั้งหมด 600 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือกลุ่มประชากรที่ทำการสุ่มมาจำนวน 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 50 คน โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยการจับฉลากห้องเรียนมาจำนวน 4 ห้องเรียน จากนักเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน
2. จากจำนวนนักเรียน 4 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียน 200 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 100 คน โดยวิธีการจับสลาก
3. นำนักเรียนจากแต่ละกลุ่มในข้อ 2 มาจับฉลากอีกครั้ง เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน ซึ่งจะมีนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวนกลุ่มละ 50 คน
4. จับฉลากเพื่อจัดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอน มินิคอร์ส กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู

กำหนดเนื้อหาและระยะเวลาในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง อวกาศ ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ความหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในปีการศึกษา 2530 ภาคเรียนที่ 2 โดย
จัดเวลาทำการทดลองดังนี้

กลุ่มควบคุม ใช้เวลาในการทดลอง 16 คาบ คาบละ 50 นาที

กลุ่มทดลอง ใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ คาบละ 50 นาที

สร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. ชุดการสอนมินิคอร์สวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง
ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการสอนในกลุ่มควบคุม มีขั้นตอนการสอนดังนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างชุดการสอนมินิคอร์ส
จากเอกสารและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและสร้างชุดการสอนมินิคอร์ส

1.2 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน เนื้อหาที่จะสอนเพื่อเป็นแนวทางใน
การพัฒนาพฤติกรรมที่ต้องการ

1.3 วิเคราะห์หลักสูตร แบบเรียน เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไปและจุดมุ่งหมายเฉพาะ
(จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม) ตามพฤติกรรมที่ต้องการ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำโครงการ
กิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผลของเนื้อหาที่ใช้เป็นชุดการสอนมินิคอร์ส

1.4 สร้างชุดการสอนมินิคอร์สวิชาวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการตามหลักการขั้นตอน
ของ APEID (APEID. 1978 : 10 - 18) มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.4.1 พิจารณากำหนดความต้องการ

1.4.2 พิจารณากำหนดสภาพของกลุ่มผู้เรียน เช่น ความสนใจ พื้นฐาน
ทางสติปัญญา สภาพแวดล้อม เพื่อกำหนดความมุ่งหมาย

1.4.3 กำหนดจุดประสงค์ทั่วไป โดยยึดแนวทางตามคู่มือครู

1.4.4 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยยึดแนวทางตามคู่มือครู

1.4.5 สํารวจทรัพยากรและคัดเลือกสื่อ

1.4.6 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1.4.7 พัฒนาสื่อการเรียนรู้

1.4.8 จัดชุดการสอนมินิคอร์ส ซึ่งประกอบด้วย

1.4.8.1 หลักการ เหตุผล คำแนะนำ จุดหมายโครงสร้าง

1.4.8.2 แผนการสอนรายคาบของมินิคอร์ส

1.4.8.3 กิจกรรมนักเรียน

1.4.8.4 กิจกรรมครู

1.4.8.5 เนื้อหาเสริม

1.4.8.6 เอกสาร จุลสาร สื่อ แผนภูมิ ที่ใช้ประกอบการสอน

1.5 นำชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณลักษณะ โครงสร้าง กิจกรรม สื่อ และการประเมินผล เพื่อปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน เพื่อศึกษาข้อบกพร่องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสภาวะอากาศ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบจากเอกสาร ตำรา

2.1.1 การวัดผลการศึกษา และการเขียนข้อสอบของ ชวาล แพร์ตกุล
(ชวาล แพร์ตกุล 2522 : 1 - 407)

2.1.2 หลักการวัดผลการศึกษา ของ พิศร ทองขึ้น
(พิศร ทองขึ้น 2524 : 29 - 75)

2.1.3 ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ ของ อนันต์ ศรีโสภา
(อนันต์ ศรีโสภา 2522 : 213 - 247)

2.1.4 การประเมินผลในชั้นเรียนของ โกวิท ประวาลพุกษ์ และคณะ
(โกวิท ประวาลพุกษ์ 2523 : 60 - 72)

2.1.5 การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ของ พวงรัตน์ ทวีรัตน์
(พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2530 : 1 - 382)

2.1.6 ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ พิศาล สร้อยสุหรั
แปลจาก L.E. Klopfer (กรมวิชาการ 2524 : 1 - 165)

2.2 ทำการวิเคราะห์หลักสูตรจากเนื้อหาที่จะทดลอง โดยปรับปรุงตามแนวของ
คลอปเฟอร์ (Klopfer. 1971 : 559 - 641) โดยผู้วิจัยร่วมกับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์
ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 คน วิเคราะห์พฤติกรรมการสอน ออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. การนำไปใช้
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามพฤติกรรม
ที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องตามคุณลักษณะของ
ข้อทดสอบ และความสอดคล้องของข้อสอบกับพฤติกรรมที่จะวัด

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ซึ่งเรียนเนื้อหาที่ทดลองสอนมาแล้ว
เป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.5.1 นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้
1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

2.5.2 นำคะแนนมาวิเคราะห์หาอำนาจจำแนก (Discrimination)
และค่าความยากง่าย (Difficulty) เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 %

จุ่ง เต ฟาน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 180 - 188) แล้วคัดเลือก และปรับปรุงแบบทดสอบโดยเลือกข้อที่มีความยากง่าย อยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 60 ข้อ

2.5.3 นำข้อสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้ว จากข้อ 2.5.2 ไปทดลอง กับนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง หาค่าความเชื่อมั่นของข้อทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 168 - 170) ได้ค่าความเชื่อมั่น .51

3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการออกข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้า โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัย และผู้เชี่ยวชาญดังนี้

3.1.1 ศึกษางานวิจัย ในการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ ของ ทศนิยม พฤษชลธาร (ทศนิยม พฤษชลธาร 2518 : 85 - 89)

3.1.2 ศึกษางานวิจัยการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ (สุมาลี กาญจนชาติ 2525 : 65 - 72)

3.1.3 ศึกษาเอกสารเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สมจิต สวณไพบูลย์ (สมจิต สวณไพบูลย์ 2527 : 1 - 40)

3.1.4 ศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตามความรู้ที่ได้ ศึกษาจากเอกสาร งานวิจัย และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ข้อ

3.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม เขตบางกอกน้อย โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร โรงเรียนศึกษานารี เขตคลองสาน กรุงเทพมหานคร โรงเรียนวัดราชพิธ เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร โรงเรียนละ 50 คน รวมนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ จำนวน 200 คน

3.4 นำผลการทดสอบจากข้อ 3.3 มาตรวจให้คะแนน แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิด ตามแบบของทอเรนซ์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละด้าน ดังนี้

3.4.1 ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ แล้วนำคำตอบที่ได้มาหาความถี่ ให้คะแนนคำตอบที่มีความถี่เป็น 1 ได้ 5 คะแนน ความถี่เป็น 2 ได้ 4 คะแนน ความถี่เป็น 3 ได้ 3 คะแนน ตามลำดับ คำตอบที่มีความถี่ตั้งแต่ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

3.4.2 ความคล่องในการคิด พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน

3.4.3 ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ แล้วจัดกลุ่มของคำตอบออกเป็นกลุ่ม ๆ แนวคิดเหมือนกันจัดในกลุ่มเดียวกัน ให้คะแนนเท่ากับจำนวนกลุ่มที่แบ่งได้

3.5 นำผลจากข้อ 3.4 มาหาค่าความเชื่อมั่นเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของ ฮอยท์ (Hoyt's Anova Procedure) (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 172)

ได้ค่าความเชื่อมั่นดังนี้คือ ข้อ 1 มีค่าความเชื่อมั่น .48

ข้อ 2 มีค่าความเชื่อมั่น .48

ข้อ 3 มีค่าความเชื่อมั่น .47

3.6 นำผลจากข้อ 3.5 มาให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

3.7 นำผลจากข้อ 3.6 ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ที่ยังไม่เคยทำแบบทดสอบชุดนี้ แล้วนำผลมาตรวจหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งหมดได้ค่าความเชื่อมั่น .53 แล้วปรับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

3.8 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้งานวิจัยต่อไป

กำหนดแบบแผนการทดลองและดำเนินการทดลอง

1. ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้เนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ ในบทที่ 12 กลุ่มควบคุมใช้เวลาในการสอน 16 คาบ กลุ่มทดลองใช้เวลาในการสอน 12 คาบ คาบละ 50 นาที
2. กลุ่มควบคุม ผู้วิจัยดำเนินการสอน ตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นตามคู่มือครูวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่องสภาวะอากาศ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. กลุ่มทดลอง ผู้วิจัยสอนโดยใช้ชุดการสอนมิกโครส วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สภาวะอากาศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
4. หลังจากสอน ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบและวัดกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 ใช้เวลากลุ่มละ 2 คาบเรียน

แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ Randomized Control - Group Post - test only Design (ลัทธิ สายยศ และ อังคณา สายยศ 2518 : 219) มีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนของการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	-	X	T
CR	-	-	T

R = การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม

C = กลุ่มควบคุม

E = กลุ่มทดลอง

T₂ = การทดสอบหลังเรียน

X = การสอนด้วยชุดการสอนมิกโครส

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพเครื่องมือ

1. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

คำนวณจากสูตรของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (KR - 20) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 168

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pg}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

$$= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำได้}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

$$= 1 - P$$

S_t^2 = คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

2. หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27 % ของ ฟาน (Fan. 1952 : 3 - 52)

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ใช้สูตร Hoyt's Anova Precedure (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 172)
ดังนี้

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

MS_E = คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_P = คะแนนความแปรปรวนระหว่างบุคคล (Between people)

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐาน

1. ค่าสถิติพื้นฐาน

1.1 หาคะแนนเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร (ลัวัน สายยศ และ
อังคณา สายยศ 2528 : 59)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

X แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หาค่าความแปรปรวน (Variance) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 62)

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

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 $N - 1$ แทน จำนวนตัวแปรอิสระ
 X แทน คะแนนแต่ละตัว

2. ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้ t - test Independent (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2530 : 287)

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ X แทน คะแนนเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม
 S^2 แทน ความแปรปรวนในแต่ละกลุ่ม
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

ผลการศึกษาค้นคว้า

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- t แทน การแจกแจงแบบ t
- N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
- S^2 แทน ความแปรปรวนในแต่ละกลุ่ม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับชั้น ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - test Independent ได้ผลดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	50	41.28	17.72	2.298*
กลุ่มควบคุม	50	39.08	28.16	

$$t \quad (.05, 120) = 1.980^* \text{ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ } .05$$

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ $t - \text{test Independent}$ ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการ เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	50	26.98	69.57	7.296**
กลุ่มควบคุม	50	17.86	8.53	

$$t \quad (.01, 120) = 2.617^{**} \text{ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ } .01$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 3 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส สูงกว่านักเรียน
ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน
โดยชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง
ในแต่ละองค์ประกอบ ของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ $t - test$
Independent ได้ผลดังตาราง 4, 5, 6

ตาราง 4 เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	50	11.1	29.36	5.37**
กลุ่มควบคุม	50	6.48	7.27	

$$t \quad (.01, 120) = 2.617^* \text{ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ } .01$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 4 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความคิดริเริ่ม
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการ
การสอนตามคู่มือครู

ตาราง 5 เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่อง
ในการคิด ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	50	8.52	5.76	4.82**
กลุ่มควบคุม	50	6.4	3.79	

$$t \quad (.01, 120) = 2.617^{**} \text{ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ } .01$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 5 พบว่า ความคล่องในการคิดของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความคล่องในการคิด ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ตาราง 6 เปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น
ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	50	7.08	3.79	6.69**
กลุ่มควบคุม	50	4.74	2.20	

$$t \quad (.01, 120) = 2.617^{**} \text{ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ } .01$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 6 พบว่า ความคิดยืดหยุ่นในการคิดของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความคิดยืดหยุ่น ในการคิดของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานการศึกษา

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดย ชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยส่วนรวมและแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนที่เรียนโดย ชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษา

1. กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2530 จำนวน 100 คน ซึ่งได้จากการสุ่มโดยการจับฉลากมาจำนวน 4 ห้องเรียน จาก 12 ห้องเรียน แล้วนำมาคละกัน แล้วจับฉลาก เป็นกลุ่มทดลอง 50 คน และกลุ่มควบคุม 50 คน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
 - 2.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มี 2 แบบ คือ

2.1.1 แผนการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

2.1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู

2.2 ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่องสัณฐานวิทยา

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ทำการทดลองโดย สอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้น กลุ่มทดลองใช้เวลา 12 คาบเรียน กลุ่มควบคุม ใช้เวลา 16 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ดังนี้

3.1.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

3.1.2 กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู

3.2 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการทดสอบ กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.3 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน เพื่อการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. หาค่าสถิติในการตรวจสอบสมมติฐาน

ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 และ 2 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - test

Independent (พวงรี 2530 : 287)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลดังนี้

3 2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยส่วนรวมทุกองค์ประกอบของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่เรียนโดย ชุดการสอนมินิคอร์ส กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิดของนักเรียนที่เรียนโดย ชุดการสอนมินิคอร์ส กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่เรียนโดย ชุดการสอนมินิคอร์ส กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการสอนทั้งสองแบบปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดการสอนมินิคอร์ส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งผู้วิจัยจะอภิปรายในประเด็นสำคัญต่อไปนี้

ประการแรก เกี่ยวกับลักษณะของชุดการสอนมินิคอร์ส และกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชุดการสอนมินิคอร์ส

ชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้น ได้รับการปรับปรุงในด้านรูปแบบของกิจกรรมและสื่อการสอน โดยใช้พื้นฐานของทฤษฎีในกลุ่มพฤติกรรมนิยม การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนอง (S - R Theory) นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้า และได้ผลย้อนกลับทันที ซึ่งลักษณะดังกล่าว เป็นไปตามโครงสร้างของการวิเคราะห์เชิงระบบ (System approach) มีวงจรเป็นปัจจัยป้อน - กระบวนการ - ผลผลิต (Input - Process - output) ต่อเนื่องกันไป ตามหลักการของชุดการสอนมินิคอร์สที่ เร็กซ์ เมเยอร์ (Rex Meyer) ได้พัฒนาขึ้น (Rex Meyer, 1987 : 1) กิจกรรมในชุดการสอนมินิคอร์สเรื่องสัณฐานวิทยา ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เน้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนในด้านของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างครบถ้วน ตามความหมายของวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่า วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ตัวความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ (สมจิต สวอนใหญ่ 2526 : 11 - 16) การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การฝึกให้นักเรียนรู้จักการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนการนำสื่อการเรียนต่าง ๆ มาช่วยในกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ครบตามจุดประสงค์ที่กำหนด ในระยะเวลาที่สั้นกว่า การสอนตามคู่มือครู กิจกรรมทุกกิจกรรมได้ผ่านการวิเคราะห์ และทดลองใช้ล่วงหน้าแล้ว จึงสามารถทำให้กำหนดระยะเวลาในกิจกรรมแต่ละกิจกรรมได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าว เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดย ชุดการสอนมินิคอร์ส

สูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุทัย หนูแดง (อุทัย หนูแดง 2526 : 107 - 110) ที่ได้ทำการทดลองสอน นักศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ ระดับที่ 3 ในวิชาเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิต 4 เรื่องสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ โดยใช้ ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามปกติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ ระดับที่ 3 ที่เรียนด้วยการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากงานวิจัย ของ สุมาลี สู้วันกุล (สุมาลี สู้วันกุล 2529 : 41) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดย ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดย ชุดการสอนมินิคอร์ส สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

ประการสอง เกี่ยวกับความคุ้นเคยที่มีต่อวิธีการเรียนการสอน

ในสภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน อาศัยกระบวนการสอนแบบสืบเสาะ หาความรู้ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญคือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอภิปรายหลัง การทดลอง กิจกรรมในลักษณะดังกล่าวนี้ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนได้ประสบมา ตั้งแต่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมเกือบ 2 ปี นักเรียนเกิดความเคยชิน เหมือนกับว่ากิจกรรมการเรียนการสอนไม่มีอะไรแปลกใหม่ จึงไม่เป็นที่ดึงดูดใจนักเรียนเท่าที่ควร ในการนำชุดการสอนมินิคอร์สเรื่องสรีรศาสตร์ ที่สร้างขึ้นไม่ใช้ลักษณะของชุดการเรียนนี้ มีกิจกรรม ต่าง ๆ แปลกไปจากที่นักเรียนเคยพบมาเช่น การศึกษาจากสไลด์ เทปโทรทัศน์ การอภิปราย ผลงานหน้าชั้น การเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการศึกษาจากภาพแผ่นโปร่งใส ในสภาพการเรียนด้วยชุดการสอนมินิคอร์สจึงทำให้นักเรียนสนใจ และเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น ซึ่งสิ่งนี้เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน สูงขึ้นกว่าการสอนตามคู่มือครู

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยส่วนรวมและในแต่ละองค์ประกอบ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู ปรากฏว่า

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งผู้วิจัยขออภิปรายดังต่อไปนี้

ประการแรก เกี่ยวกับกิจกรรมที่จัดในชุดการสอนมินิคอร์ส

กิจกรรมที่จัดขึ้นในชุดการสอนมินิคอร์ส มีกิจกรรมหลายรูปแบบ กิจกรรมต่าง ๆ เน้นการระดมพลังสมอง การเรียนรู้ด้วยตนเอง มากกว่าการที่ครูบอกให้ทำ ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิด และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการสอนตามคู่มือครู ที่ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญมากกว่านักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พินิคส์ (Penick. 1976 : 307 - 314) ที่พบว่า การสอนที่นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ให้ความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมให้ การให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เช่นการเขียนรายงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องอาศัยกระบวนการคิดแบบสังเคราะห์ เท่ากับว่าเป็นการฝึกให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดความกระตือรือร้นในการคิดและกระทำ นอกจากนั้นแล้วกิจกรรมต่าง ๆ ที่จัดขึ้นในชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่องลู่วากานี้ ยังเป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหาในการเรียนตลอดจนการทดลองเพื่อหาข้อมูลต่าง ๆ ด้วยตนเอง เช่น การแก้ปัญหา การใช้อุปกรณ์ทดแทน เมื่ออุปกรณ์ขาดแคลน การรู้จักจัดกระทำสื่อ เพื่อหาข้อมูล ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ถึงแม้ว่ามีได้เป็นกิจกรรมที่เด่นชัดของชุดการสอนมินิคอร์ส แต่ก็ เป็นกิจกรรมที่แทรกในกิจกรรมต่าง ๆ ของการเรียนการสอน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมาก นักเรียนได้แสดงออก จึงสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ประการสอง เกี่ยวกับคำถามของคู่มือนักเรียนในชุดการสอนมินิคอร์ส

คำถามต่าง ๆ ที่ใช้ในคู่มือนักเรียน เป็นคำถามที่เน้นด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มากกว่าทักษะขั้นพื้นฐาน ซึ่งนักเรียนมีโอกาสฝึกฝนความคิดได้มากกว่าการสอนตามคู่มือครู สอดคล้องกับงานวิจัยของ ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (ก่อศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 79) ซึ่งได้ทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า การสอนที่เน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจะส่งผลด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนที่เน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ดังนั้นการใช้คำถามในการเรียนการสอนจึงนับได้ว่ามีผลต่อการพัฒนาและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกิจกรรมในชุดการสอนมินิคอร์ส ครูควรจัดกิจกรรมการสอนหลาย ๆ รูปแบบ ซึ่งจะส่งผลถึงการเรียนการสอน จะทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน มีความสนใจเรียนและตั้งใจเรียนมากขึ้น นอกจากนั้นแล้ว ในจุดประสงค์ และเนื้อหาของหน่วยการเรียนหนึ่ง ๆ ยังแตกต่างกันออกไป ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้ในเวลาที่กำหนด

1.2 การจัดกิจกรรมในชุดการสอนมินิคอร์สวิชาวิทยาศาสตร์ ครูควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงออกทั้งความคิดและการกระทำ อย่างอิสระ ตลอดจนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน

1.3 การจัดกิจกรรมในชุดการสอนมินิคอร์สวิชาวิทยาศาสตร์ ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าของตัวเองให้มากโดยครูเป็นเพียงผู้ดูแลให้คำแนะนำ ไม่ควรใช้กิจกรรมการสอนที่ครูเป็นผู้บอกให้ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้นักเรียนขาดการพัฒนาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.4 การจัดกิจกรรมในชุดการสอนมินิคอร์ส ครูควรจัดกิจกรรมที่สามารถวัดผลและประเมินผลได้ เพื่อให้ทราบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส เรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์เพียงใด นอกจากนั้นแล้วควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถประเมินผลตนเองได้ด้วย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับปรุงและพัฒนาตนเองมากขึ้น

1.5 ในการนำชุดการสอนมินิคอร์สไปทดลองใช้ ครูควรวางแผนการสอน โดยกำหนดระยะเวลาสิ้นสุดการทดลองสอนทั้งกลุ่มควบคุมให้สิ้นสุดพร้อม ๆ กัน จะได้ผลดีกว่าการเริ่มต้นพร้อมกัน แล้วจบไม่พร้อมกัน เพราะจะมีผลต่อการประเมินผลการสอนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพราะนักเรียนที่จบบทเรียนก่อน จะมีโอกาสทบทวนบทเรียนเพิ่มเติมได้จะทำให้กลุ่มควบคุมเสียเปรียบ ที่ไม่มีโอกาสได้ทบทวนบทเรียนเพิ่มเติม

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 ควรนำชุดการสอนมินิคอร์สไปใช้กับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ หรือนักเรียนในเขตการศึกษาอื่น ๆ

2.2 ควรมีการศึกษากับตัวแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ หรือความคงทนในการเรียนรู้ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนจากชุดการสอนมินิคอร์ส

2.3 ควรมีการศึกษาถึง เจตคติต่อการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กิ่งฟ้า สีนุวงศ์ และคนอื่น ๆ รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนระดับมัธยม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2525, 169 หน้า อุดสาเนา
ก่อศักดิ์ ศรีน้อย การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและ
ขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรินุญนิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2527, 166 หน้า

โกวิท ประวาลพุกษ์ การประเมินในชั้นเรียน วัฒนาพานิช 2523, 280 หน้า

กระทรวงศึกษาธิการ ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ เพาเวอร์พอยต์
2524, 165 หน้า

การศึกษานอกโรงเรียน, กรม กองพัฒนาการศึกษา ชุดฝึกอบรมระยะสั้น ๆ (Minicourse)
การใช้สื่ออบรมครูผู้สอนการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จระดับที่ 3 - 4 การศาสนา 2527,
62 หน้า

คู่มือการใช้ชุดฝึกอบรมระยะสั้น (Minicourse) สำหรับครูผู้สอนการศึกษา

ผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ ระดับที่ 3 - 4 ระหว่างประจำการ การศาสนา 2528, 83 หน้า

จำนง พรายแถมแซ เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์ สหณิตติ 2524, 212 หน้า

ฉวีวรรณ กิनावงศ์ เอกสารประกอบคำบรรยายวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก 2520, 208 หน้า

ชวาล แพร์ตกุล เทคนิคการเขียนข้อสอบ พัทธอักษร ม.ป.ป. 407 หน้า

เชาวนี อะยะวงค์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรินุญนิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 250 หน้า

ชาญชัย กิจสวัสดิ์ การศึกษาผลของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปรินุญนิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2529, 112 หน้า
อุดสาเนา

ทัศนีย์ บุญเต็ม "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 37 (1) : 32 - 33

มกราคม 2526

ทัศนีย์ พฤษชลธาร การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 104 หน้า

การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

วิทยานิพนธ์ คม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 107 หน้า อุดສຳເນາ

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและ

การสอนตามคู่มือครู ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2528, 112 หน้า อุดສຳເນາ

นิตา สะเพียรชัย "ทำอย่างไรการสอนวิทยาศาสตร์จึงจะสัมฤทธิ์ผล" ข่าวสาร สสวท.

6 : 6 ตุลาคม 2520

ปฐม นิคมานนท์ ชุดการสอนจุลบท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ม.ป.ป.

7 หน้า อุดສຳເນາ

ประติษฐ์ สนั่นเอื้อ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและ

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2527, 96 หน้า

ปรีชา กล้ารัศมี การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ

กับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2526, 214 หน้า อุดສຳເນາ

ปราโมทย์ แก้วสุข การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2528, 168 หน้า อุดສຳເນາ

พิตร ทองชั้น หลักการวัดผล โอเคียนส์โตร์ 2524, 188 หน้า

พรรณา หิมารักษ์ การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำ
กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์
อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 166 หน้า

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร เอกสารอัดสำเนา 376 หน้า 2530

ภาณี โอภิธากร การศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2527, 151 หน้า อัดสำเนา

มหาวิทยาลัย, ทบวง ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 2525, 307 หน้า
อัดสำเนา

ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์เล่ม 2 2525, 211 หน้า อัดสำเนา
การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน
และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525, 74 หน้า อัดสำเนา

ยุวดี แก้วรักษา การทดลองใช้ชุดการสอนจุลบทวิชาวาสรางเสริมประสบการณ์ชีวิต ในชั้นเรียน
การศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ ระดับ 4 ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2527, 266 หน้า อัดสำเนา

ยงยุทธ สายตรง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ
ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
และแบบไม่กำหนดแนวทาง ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2527, 20 หน้า อัดสำเนา

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยการศึกษา ศึกษาพร 2528, 314 หน้า

วรรณรักษ์ ชัยชาดูกุล การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกหัดที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผล
กับไม่มีการประเมินผล ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2526, 154 หน้า อักสำเนา

วิชาการ, กรม "การศึกษาพฤติกรรมการเรียนการสอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของหลักสูตร
มัธยมศึกษาตอนต้น" การปรับปรุงคุณภาพงานวิจัยทางการศึกษา กองวิจัยทางการศึกษา
2528, 144 หน้า

วนา ชลประเวช การศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกมส์กับวิธีสอนแบบปฏิบัติทดลอง
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 200 หน้า
อักสำเนา

ศิริอร ไขภูพิรัตน์ การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง
และแบบฝึกปลายบุคคล ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2527, 101 หน้า อักสำเนา

ศึกษาธิการ, กระทรวง คู่มือครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 คุรุสภา 2517,
280 หน้า

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน คู่มือครูวิทยาศาสตร์เล่ม 1 โรงพิมพ์
คุรุสภา 2517

สมจิต สวอนไพบูลย์ การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ 2526, 140 หน้า อักสำเนา
สมรรถภาพการสอนของครู ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 40 หน้า อักสำเนา ✓

สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สสวท. ทักษะและคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(เอกสารหมายเลข 5) ม.ป.ท., ม.ป.ป. 13 หน้า

สามัญศึกษา, กรม การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ หน่วยศึกษานิเทศก์ 2526, 81 หน้า

สุปรียา ลำเจียก สัมพันธภาพระหว่างสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ
ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์ ค.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 78 หน้า อัดสำเนา

สุมาลี พิศรากุล ความสัมพันธ์ระหว่างกริยาทางวาจากับการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อนของขบวนการ
วิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2518, 121 หน้า อัดสำเนา

สุมาลี สู้ฉันทกุล การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้
ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์ส ปรินูญานิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2529, 156 หน้า อัดสำเนา

สุมาลี กาญจนชาตรี การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนอายุ
11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2525, 81 หน้า อัดสำเนา

สุรัตน์ ยุทธเสรี การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้จากชุดการเรียนการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู
การสอนภาษาอังกฤษ ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2527, 168 หน้า

สุวิมล ชอบทำกิจ ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์
ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 78 หน้า อัดสำเนา

อนันต์ จันทร์ทวี ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์
และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 3 และ ม. 2 ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 226 หน้า อัดสำเนา

อนันต์ ศรีโสภา ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ 2522, 281 หน้า อัดสำเนา

อุทัย หนูแดง การทดลองชุดการเรียนการสอนมินิคอร์สกับนักศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็คส์รีจระดัม 3
วิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 4 ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2526, 290 หน้า

อารี รังสิมันท์ ความคิดสร้างสรรค์ ธนาคารพิมพ์ กรุงเทพมหานคร 2527, 205 หน้า

Allen, E. David and Rebecca, M. Valette. Classroom Techniques Foreign Language and English as a Second Language. Harcourt Brace Jovarrich Inc., New York, 1977. 418 p.

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

Anderson Jack Ronald "The Development and Affictine Evaluation of Minicourse Struture for General Education Earth Science" Dissertation International Abstrace. Vol 35 No. 11 December 1973, 4021 - A p.

Anderson, Ronald D. and others. Developing Children's Thinking Through Science. Englewood Cliffs Pretiece - Hall, 1970, 370 p.

APEID The Minicourse Approach : what it is and How it works. UNESCO Regional office Bangkok. 1982, 370 p.

Bills, Frank Lynn. "Developing Cretivity Through Inquiry" Science Education. 3 : 417 - 421 July - Sep, 1976.

Cross, William kinsey. "Development and Evaluation of the Feasibility of a Minicourse in Inquiry for Pre - Service Teachers," Dissertation International Abstracts Vol 35, No. 6, December, 1974. 3388 - A p.

Davis, Maynard "The effectiveness of Guided - inquiry Discovery Approach in an elementary School Science Curriculum" Dissertation Abstracts International. 39(7) : 4164 - A, January, 1976.

Department of Nonformal Education. The Development of the Minicourse for the Functional Education level 3 - 4 Teacher Training Project. 1982.

Fan, Chung - teh. Item Analysis Table. Princiton New Jersey, Educational Testing Service. 1952, 32 p.

Kate, Owyne Ellen. Validation of Minicourse 2 with Pre - Service Teachers of Primary and Inter Mediate Educate Mentally Retarded Children Dessertation International Abstracts. Vol 36, No. 1, 1975, 218 - A p.

Kerr, William Kordon. A Study of Designated Affective of Highschool Students Enrolled in Minicourse and Traditional Cousses. Dissertation Internation Abstracts. Vol. 36 No. 6, December, 1975.

Klopfer, L.W. "Evaluation of learning in Science" Hand Book on Formative and Sumative Evaluation of Students Learning. 1971 (559 -- 642)

Meyer G.R. and ate all, How to Present A Minicourse. Macquarie University Printery, 1978. 211 p.

Meyer G.R. The Minicourse as a Model for the Continuing Education of Teachers Macquarie University, Center for Advancement of Teaching Sydney. 1987. 27 p.

Milzow, Jacqueline Ann. "A Study of Student and Teacher Reaction to the Mini - Course Program of 1973 - 74 at Kennedy Junior High School Pontiac Michigan" Dissertation International Abstracts. Vol. 36, No. 11 May 1976. 7165 - A p.

Penick, John E. Creatively in Fifth - Grade Science Students : Journal of research in Teaching Science. 4 : 307 - 314, 1976.

Sund, Robert B. and Trobridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry in the Second editton. Publishes by Charlee E.

Torrance E. Pual. Education and Creative Potential. Minieapolis, The University of Ninisota Press, 1964, 167 p.

Weiso, Seymour, "A Comparison of the Attitudes towards Blacks of white High School Students in a Elective Mini - Course in Black History with these of white High School Students Electing Another Mini - Course in the United States HIstory" Dissertation International Abstracts. Vol, 36, No. 4, October, 1975. 2005 - A p.

Youngs, Richard, C. "The Nuturance of Independence and Learning in fourth Grad Children Through Inquiry Development Final Report" Research in Educational 5(2) : 53 Febuary, 1970.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 7 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ถู่วากาศ

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.79	.57	09.8	31	.67	.59	11.3
2	.52	.59	12.8	32	.45	.30	13.5
3	.75	.55	10.3	33	.22	.50	16.2
4	.28	.48	15.3	34	.31	.26	15.0
5	.24	.46	15.9	35	.54	.57	12.6
6	.34	.32	14.7	36	.34	.40	14.6
7	.41	.24	13.9	37	.76	.57	10.1
8	.41	.33	14.0	38	.40	.30	14.0
9	.57	.45	12.3	39	.71	.59	10.8
10	.74	.41	09.8	40	.90	.24	14.1
11	.49	.54	13.1	41	.31	.26	15.0
12	.67	.30	11.2	42	.39	.37	14.1
13	.52	.53	12.8	43	.51	.53	12.4
14	.51	.20	12.9	44	.23	.32	14.9
15	.38	.39	14.3	45	.63	.28	11.7
16	.65	.53	11.4	46	.51	.49	11.4
17	.78	.51	09.9	47	.46	.22	13.4
18	.51	.55	12.7	48	.63	.56	11.6
19	.44	.41	13.6	49	.31	.26	19.0
20	.57	.34	12.3	50	.44	.27	13.6

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
21	.73	.62	10.5	51	.53	.40	12.8
22	.57	.34	12.3	52	.31	.22	15.0
23	.53	.40	12.7	53	.44	.41	13.6
24	.43	.39	13.8	54	.57	.38	12.3
25	.45	.30	13.5	55	.65	.74	11.4
26	.51	.57	12.9	56	.70	.29	10.9
27	.54	.57	12.6	57	.55	.44	12.5
28	.22	.43	16.1	58	.48	.27	13.2
29	.67	.59	11.3	59	.35	.30	14.5
30	.71	.59	10.8	60	.45	.55	13.5

ตาราง 8 แสดงค่า p และ q ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสสาร

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.52	.48	0.2496	31	.26	.74	0.1924
2	.79	.21	0.1659	32	.27	.73	0.1971
3	.75	.25	0.1875	33	.59	.41	0.2419
4	.41	.59	0.2419	34	.57	.43	0.2451
5	.41	.59	0.2419	35	.50	.50	0.2500
6	.57	.43	0.2451	36	.53	.47	0.2491
7	.49	.51	0.2499	37	.49	.51	0.2499
8	.67	.33	0.2211	38	.56	.44	0.2464
9	.78	.22	0.1716	39	.39	.61	0.2379
10	.63	.37	0.2331	40	.59	.41	0.2419
11	.51	.49	0.2499	41	.59	.41	0.2419
12	.46	.54	0.2484	42	.40	.60	0.2400
13	.44	.56	0.2464	43	.41	.59	0.2419
14	.31	.69	0.2139	44	.41	.59	0.2419
15	.90	.10	0.0900	45	.48	.52	0.2496
16	.22	.78	0.1716	46	.35	.65	0.2275
17	.40	.60	0.2400	47	.45	.55	0.2475
18	.57	.43	0.2451	48	.44	.56	0.2464
19	.53	.47	0.2491	49	.55	.45	0.2475
20	.28	.72	0.2016	50	.62	.38	0.2356

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
21	.40	.60	0.2400	51	.43	.57	0.2451
22	.57	.43	0.2451	52	.45	.55	0.2475
23	.57	.43	0.2451	53	.57	.43	0.2451
24	.67	.33	0.2211	54	.65	.35	0.2275
25	.93	.07	0.0651	55	.70	.30	0.2100
26	.85	.15	0.1275	56	.45	.55	0.2475
27	.87	.13	0.1131	57	.35	.65	0.2275
28	.37	.63	0.2331	58	.51	.49	0.2499
29	.39	.61	0.2379	59	.43	.57	0.2451
30	.43	.57	0.2451	60	.45	.55	0.2475

ตาราง 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สู่อากาศ

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
1	45	2025	26	38	2444
2	46	2116	27	39	1521
3	42	1764	28	30	900
4	37	1369	29	30	900
5	39	1521	30	35	1225
6	44	1936	31	36	1296
7	48	2304	32	43	1849
8	43	1849	33	37	1369
9	40	1600	34	44	1936
10	41	1681	35	30	900
11	48	2304	36	34	1156
12	46	2116	37	35	1225
13	41	1681	38	46	2116
14	40	1600	39	36	1296
15	46	2116	40	25	625
16	40	1600	41	34	1156
17	41	1681	42	25	1225
18	44	1936	43	40	1600
19	37	1369	44	41	1681
20	39	1521	45	37	1369

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
21	39	1521	46	28	784
22	39	1521	47	39	1521
23	36	1296	48	37	1369
24	30	900	49	37	1369
25	38	1444	50	38	1444

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สู่อวกาศ โดยใช้สูตร KR - 20 ของ กูเดอร์ริชาร์ดสัน

(Kuder - Richardson)

$$\Sigma pq = 13.5009$$

$$\Sigma X = 1933$$

$$\Sigma X^2 = 76047$$

จากสูตร
$$S_t^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N - 1)}$$

$$= \frac{50(76047) - (1933)^2}{50(50 - 1)}$$

$$= 26.8820$$

จากสูตร
$$r_{tt} = \frac{n}{n - 1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right]$$

$$= \frac{60}{60 - 1} \left[1 - \frac{13.5009}{26.8820} \right]$$

$$= 0.51$$

ตาราง 10 แสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อ

ข้อที่ คนที่	ข้อที่				ข้อที่ คนที่	ข้อที่			
	1	2	3	Pi		1	2	3	Pi
1	7	12	7	26	26	8	10	4	22
2	9	12	10	31	27	10	11	12	33
3	9	5	8	22	28	9	5	8	22
4	7	7	10	24	29	8	9	6	23
5	14	6	8	28	30	9	12	10	31
6	12	4	17	33	31	9	13	4	26
7	14	8	5	27	32	14	7	7	28
8	14	7	7	28	33	12	11	10	33
9	11	9	6	25	34	11	7	5	23
10	11	7	8	26	35	18	8	8	34
11	9	10	11	30	36	9	12	6	27
12	13	6	9	28	37	10	4	9	33
13	7	14	9	30	38	12	7	6	25
14	11	18	0	29	39	11	10	8	29
15	12	20	7	39	40	10	10	10	30
16	10	9	17	36	41	10	11	12	33
17	11	9	12	32	42	12	10	10	32
18	11	5	8	24	43	10	13	4	27
19	9	10	11	30	44	13	6	9	21
20	5	11	11	27	45	7	14	9	30

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่ กมที่					ข้อที่ กมที่				
	1	2	3	Pi		1	2	3	Pi
21	14	7	7	28	46	7	10	7	24
22	11	7	5	23	47	8	10	10	28
23	12	7	6	25	48	10	10	9	29
24	8	9	9	26	49	11	9	9	29
25	11	6	8	25	50	12	7	9	28
					Ti	528	471	417	1416

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

โดยใช้สูตรของ ฮอยท์ (Hoyt's Anova procedure)

$$SS_t = J \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - \frac{T^2}{kn}$$

$$= 7^2 + 9^2 + 9^2 + \dots + 9^2 = \frac{(1416)^2}{3 \times 50} = 1363.96$$

$$SS_k = \frac{\sum T_i^2}{n_i} - \frac{T^2}{kn}$$

$$= \frac{(528)^2 + (471)^2 + (417)^2}{50} - \frac{(1416)^2}{3 \times 50} = 123.24$$

$$SS_p = \frac{\sum p_i^2}{k} - \frac{T^2}{kn}$$

$$= \frac{(26)^2 + (31)^2 + (22)^2 + \dots + (28)^2}{3} - \frac{(1416)^2}{3 \times 50} = 636.96$$

$$SS_E = SS_t - SS_p - SS_k$$

$$= 1363.96 - 636.96 - 123.24 = 603.76$$

$$MS_p = \frac{SS_p}{df_p} = \frac{603.76}{50 - 1} = 12.9991$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{df_E} = \frac{603.76}{(50 - 1)(3 - 1)} = 6.1608$$

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_p} = 1 - \frac{6.1608}{12.9991} = 1 - 0.4739 = 0.5261$$

$$\text{แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น} = .53$$

ภาคผนวก ข

ชุดการสอนนิมิตร์ส เรื่อง สื่อวภาค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สื่อวภาค

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชุดการสอนนิพนธ์ เรื่อง สู่อวกาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว. 204)

เวลา 12 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

1. หลักการและเหตุผล

เรื่องสู่อวกาศเป็นเนื้อหาหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ซึ่งมีเนื้อมหาดังปรากฏในบทที่ 12 ของหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสาระสำคัญในเรื่องนี้ เป็นการศึกษาถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติเกี่ยวกับอวกาศ การเดินทางสู่อวกาศ และโครงการใหม่ ๆ ในการสำรวจอวกาศ ตั้งแต่การใช้กล้องโทรทรรศน์สำรวจบนพื้นโลก จนกระทั่งถึงการสำรวจอวกาศนอกโลก นอกจากนั้นแล้วความรู้เหล่านั้นยังเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนต้องการศึกษาค้นคว้าต่อไป ในเรื่องของการสำรวจอวกาศ ได้ศึกษาเรียนรู้ในสิ่งใหม่ ๆ ในด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาด้านอวกาศจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อันจะนำนักเรียนไปสู่การค้นคว้าความแปลกใหม่ เกิดความคิดสร้างสรรค์ในสิ่งใหม่ เกี่ยวกับเรื่องของอวกาศ นักเรียนจะได้รับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และนำสิ่งเหล่านั้นไปปรับปรุงให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันต่อตัวนักเรียนและส่วนรวม

การเรียนการสอนเรื่องสู่อวกาศนี้ ได้นำมาจัดเป็นชุดการสอนนิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย แผนการสอน กิจกรรมครู กิจกรรมนักเรียน วัสดุ สื่อการเรียน รวมกันเป็นชุดการสอน เบ็ดเสร็จในตัวเอง สำหรับให้ครูนำไปใช้สอนได้ สะดวกตรงตามหลักการเรียนรู้ทางจิตวิทยา และหลักทางเทคโนโลยีทางการศึกษา ดังนั้นชุดการสอนนิพนธ์เรื่องสู่อวกาศนี้ จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

2. เป้าหมาย

ชุดการสอน วิสิธอร์ส เรื่องอวกาศ จัดทำขึ้นสำหรับใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในวิชาวิทยาศาสตร์ ว. 204 ตามเนื้อหาสาระ บทที่ 12 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตรงตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 เพื่อพัฒนาและส่งเสริมการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ ให้ประสบผลสำเร็จมากขึ้น มีประสิทธิภาพดีขึ้น

3. จุดมุ่งหมายทั่วไป

1. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของอวกาศ และหลักสำคัญทางวิทยาศาสตร์
พื้นฐาน ในการสำรวจอวกาศ
2. เพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด เกี่ยวกับวิธีการศึกษา เรื่องอวกาศ
3. เพื่อให้นักเรียนได้ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นของหลักการสำคัญในการ
สำรวจอวกาศ
4. เพื่อให้มองเห็นหลักการสำคัญทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาเรื่องอวกาศที่จะ
นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
5. เพื่อปลูกฝังให้นักเรียน เกิดทัศนคติที่ดีในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4. จุดมุ่งหมายเฉพาะ

1. อธิบายความหมายของคำและข้อความต่อไปนี้ ในขอบเขตของเนื้อหาในบทเรียน
ดาวเคราะห์วงนอก ดาวเคราะห์วงใน จุดโฟกัส ระยะวัตถุ ระยะภาพ ระยะวัตถุ ภาพจริง
ภาพเสมือน กำลังขยาย ความเร่ง แรงเสียดทาน ความเฉื่อย สภาพไร้น้ำหนัก การตกอย่างอิสระ
ความเร็วโคจรรอบโลก และความเร็วหลุดพ้น
2. คำนวณหาระยะเวลาเดินทางจากโลกไปยังดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากค่าความเร็ว
เฉลี่ย ของยานอวกาศได้
3. หาความยาวโฟกัสของเลนส์ และเขียนแผนภาพเส้นทางของแสงแสดงการเกิดภาพ
จากเลนส์นูน เว้นว่างวัตถุที่ระยะต่าง ๆ

4. ประกอบกล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย โดยใช้เลนส์นูน 2 อัน และหากล้างขยายของกล้องที่ประกอบขึ้นได้

5. บอกได้ว่าน้ำหนักของวัตถุเกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก
6. ทดลองเพื่อแสดงว่าน้ำหนักของวัตถุแปรผันโดยตรงกับมวลของวัตถุ
7. สรุปจากข้อมูลได้ว่า ความเร่งของวัตถุที่ตกอย่างอิสระมีค่าคงที่
8. สรุปได้ว่าวัตถุจะขึ้นไปได้สูงเพียงใด ขึ้นกับพลังงานที่วัตถุได้รับ
9. อธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างเกี่ยวกับความแตกต่างของการเคลื่อนที่ด้วยแรงกิริยา

และแรงปฏิกิริยาได้

10. ทดลองเพื่อแสดงว่าเชื้อเพลิงลูกไม้ จะทำให้เกิดแรงขับเคลื่อน
11. ให้เหตุผลถึงการที่จรวดต้องมีส่วนประกอบเป็นตอน ๆ
12. สรุปได้ว่าวัตถุตกจากที่สูงเท่ากันในแนวตั้งและแนวโค้งจะใช้เวลาในการตกเท่ากัน
13. บอกได้ว่า สภาพไร้น้ำหนักเกิดจากการตกอย่างอิสระและเกิดจากแรงโน้มถ่วง

ของโลกเพียงแรงเดียว

14. ให้เหตุผลถึงการที่นักบินอวกาศต้องสวมชุดอวกาศ
15. อธิบายหน้าที่ของยานที่ใช้เดินทางไปยังดวงจันทร์ได้
16. บอกลักษณะภาวะแวดล้อมของดวงจันทร์ ดาวศุกร์ และดาวอังคารได้
17. บอกประโยชน์ของดาวเทียม ยานอวกาศ หอวิจัยลอยฟ้า รวมทั้งให้เหตุผลได้ว่า

เพราะเหตุใด ประเทศไทยจึงเข้าร่วมในโครงการดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก

18. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้น และดำเนินการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

5. แผนการสอน

ตอนที่ 1	วัตถุห้องฟ้า	เวลา 1 คาบ
----------	--------------	------------

คาบที่	เวลา(นาที)	หัวเรื่อง/ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
1	30	<u>วัตถุห้องฟ้า</u> 1.นักเรียนศึกษาจากสไลด์เรื่องระบบ	กลุ่มใหญ่
	20	2.นักเรียนอภิปรายเรื่องดาวเคราะห์ วงนอกและดาวเคราะห์วงในแล้ว รายงานผล	กลุ่มย่อย

ตอนที่ 2	การใช้กล้องโทรทัศน์เพื่อศึกษาวัตถุห้องฟ้า	เวลา 3 คาบ
----------	---	------------

คาบที่	เวลา(นาที)	หัวเรื่อง/ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
2	30	<u>การเกิดภาพจากเลนส์นูน</u> 1.ครูอธิบายเลนส์นูนและการเกิดภาพจาก เลนส์โดยใช้แผ่นโปร่งใส	กลุ่มใหญ่
	20	2.นักเรียนฝึกการเขียนภาพจากเลนส์	รายบุคคล
3-4	50	<u>หลักการสร้างกล้องโทรทัศน์</u> 3.นักเรียนทำการทดลองเรื่องการสร้าง กล้องโทรทัศน์อย่างง่ายและการหา กำลังขยาย	กลุ่มย่อย
	20	4.นักเรียนศึกษาการพัฒนาเครื่องมือทาง ดาราศาสตร์จากสไลด์	กลุ่มใหญ่
	30	<u>เรื่องวิวัฒนาการเครื่องมือทางดาราศาสตร์</u> 5.อภิปรายและเขียนรายงานการพัฒนา เครื่องมือในการสำรวจอวกาศ	กลุ่มย่อย

ตอนที่ 3	ปัญหาการเดินทางออกนอกโลก	เวลา 2 คาบ
----------	--------------------------	------------

คาบที่	เวลา(นาที)	หัวเรื่อง/ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
5-6	80	1. ศึกษาจากศูนย์การเรียนรู้เรื่องปัญหาการเดินทางออกนอกโลกจำนวน 4 ศูนย์แบ่งเป็น - แรงโน้มถ่วงของโลก - พลังงานกับการเคลื่อนที่ - แรงปฏิกิริยากับการเคลื่อนที่ของวัตถุ - วิวัฒนาการของยานพาหนะ	กลุ่มย่อย
	20	2. สรุปรายงานปัญหาการเดินทางออกนอกโลก	กลุ่มใหญ่

ตอนที่ 4	การส่งยานอวกาศ	เวลา 3 คาบ
----------	----------------	------------

คาบที่	เวลา(นาที)	หัวเรื่อง/ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
7	10	<u>การขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิง</u> 1. ครูใช้อุปกรณ์แสดงแรงระเบิดของเชื้อเพลิง สาธิตให้นักเรียนศึกษา	กลุ่มใหญ่
	30	2. นักเรียนทำการทดลองเรื่องการระเบิดของ หัวไม้ขีดไฟ	กลุ่มย่อย
	10	3. ครูอธิบายสรุปโดยใช้แผ่นโปร่งใสแสดงการ เคลื่อนที่ของขั้วไฟฟ้ากับจรวด	กลุ่มใหญ่
8	10	<u>การเคลื่อนที่ในอวกาศ</u> 4. ครูเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้แรงเสียดทาน	กลุ่มใหญ่
	20	5. ครูอธิบายเรื่องแรงเสียดทานและกฎของ นิวตันประกอบแผ่นโปร่งใส	กลุ่มใหญ่
	20	6. นักเรียนเขียนรายงานและทำแบบฝึกหัด	รายบุคคล

9		<u>หลักการส่งอวกาศโคจรรอบโลก</u>	
	10	7.นักเรียนศึกษาจากวิดีโอเทปเรื่องหลักการส่งดาวเทียมโคจรรอบโลก	กลุ่มใหญ่
	20	8.นักเรียนทำการทดลองเรื่องการตกของวัตถุ	กลุ่มย่อย
	20	9.ครูอธิบายเรื่องความเร็วโคจรรอบโลก ความเร็วหลุดพ้น โดยใช้แผ่นโปสเตอร์	กลุ่มใหญ่

ตอนที่ 5	สภาพชีวิตในอวกาศ	เวลา 1 คาบ
----------	------------------	------------

คาบที่	เวลา(นาที)	หัวข้อเรื่อง/ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
10		<u>สภาพไร้น้ำหนัก</u>	
	20	1.นักเรียนทำการทดลองเรื่องสภาพไร้น้ำหนัก	กลุ่มย่อย
		<u>ความดัน อุดหนุนและสภาพแวดล้อมในอวกาศ</u>	
	20	2. นักเรียนศึกษาจากสไลด์เรื่องสภาพชีวิตในอวกาศ	
	10	3. เขียนรายงานการออกแบบชุดนักบินอวกาศ	รายบุคคล

ตอนที่ 6	การสำรวจดวงจันทร์และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ	เวลา 2 คาบ
----------	--	------------

คาบที่	เวลา(นาที)	หัวข้อเรื่อง/ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
11-12		<u>การสำรวจดวงจันทร์</u>	
	20	1.ครูเสนอแผ่นโปสเตอร์แสดงวิวัฒนาการการสำรวจดวงจันทร์	กลุ่มใหญ่
	20	2.นักเรียนเขียนรายงานเรื่องการสำรวจดวงจันทร์ ในอนาคต	รายบุคคล

		<u>การสำรวจความเคราะห์และความก้าวหน้าของ</u> <u>โครงการสำรวจอวกาศ</u>	
	30	3. ศึกษาจากสไลด์เรื่องวิวัฒนาการและความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ	กลุ่มใหญ่
	20	4. นักเรียนเขียนรายงานเรื่อง "อวกาศในอนาคต"	รายบุคคล
	10	5. ทำแบบทดสอบท้ายบท	รายบุคคล

6. กิจกรรมครู / กิจกรรมนักเรียน / สื่อ

ชุดการสอน วินิคอร์ส เรื่อง สู่อวกาศ

ตอนที่ 1

วัตถุท้องฟ้า

เวลา 1 คาบ

กิจกรรมที่ 1 ครูเสนอสไลด์เรื่องระบบสุริยจักรวาล

เวลา 30 นาที

- ขั้นตอน
1. ครูนำสู่บทเรียนด้วยการอภิปรายถึงวัตถุท้องฟ้า
 2. ครูฉายสไลด์ เรื่องระบบสุริยจักรวาล
 3. นักเรียนศึกษาจากสไลด์
 4. ครูให้นักเรียนสรุปเรื่องที่ศึกษาจากสไลด์ในกลุ่มนักเรียน

- สื่อ
1. สไลด์เสียงระบบสุริยจักรวาล
 2. คู่มือนักเรียน

หมายเหตุ สไลด์ชุดนี้ได้จาก สมาคมดาราศาสตร์ไทย

ชุด "ระบบสุริยะ"

(ความยาว 20 นาที สไลด์ 40 ภาพ)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
01. ชื่อเรื่อง "ระบบสุริยะ"	(ดนตรี)
02. จักรวาลของคอปเปอร์นิคัส	เมื่อราว 2,000 ปีก่อน มนุษย์มีความคิดเกี่ยวกับระบบสุริยะผิดจากปัจจุบัน ฟิโตเลมี นักปราชญ์ชาวกรีกสมัยนั้นเชื่อว่า ดวงอาทิตย์ ดาวพฤหัสบดีและดาวเคราะห์ทั้งหลายต่างก็เคลื่อนที่อยู่รอบโลกทั้งสิ้น
03. โคเปอร์นิคัส	จนเมื่อราว 500 ปีที่แล้วมานี้เอง นิโคไลส โคเปอร์นิคัส นักดาราศาสตร์ชาวโปแลนด์เป็นคนแรกที่เสนอแนวความคิดใหม่ว่า ดวงอาทิตย์ต่างหากที่อยู่เป็นศูนย์กลาง มีดาวเคราะห์ 6 ดวงที่รู้จักในสมัยนั้นโคจรรอบดวงอาทิตย์ โดยที่ดวงจันทร์โคจรรอบอยู่รอบโลก
04. กาลิเลโอ	นับแต่นั้นมา มีผู้สนับสนุนความคิดเรื่องระบบสุริยะของโคเปอร์นิคัสมากขึ้น บุคคลสำคัญคนหนึ่งคือกาลิเลโอ ผู้ได้ชื่อว่าเป็นบิดาแห่งดาราศาสตร์ภาคสังเกตการณ์
05. แกลเลอรี่	ต่อมา โจฮันส์ แกลเลอรี่ นักดาราศาสตร์ชาวเยอรมันเสนอทฤษฎีการโคจรของดาวเคราะห์ โดยกล่าวว่า ดาวเคราะห์ทุกดวงโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรี
06. นิวตัน	ในปีพุทธศักราช 2209 นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อนิวตัน ค้นพบกฎแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลสารสามารถใช้อธิบายกฎของแกลเลอรี่ได้อย่างถูกต้อง

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
07. ระบบสุริยะ	(คนตรี) ความรู้เรื่องระบบสุริยะพัฒนาขึ้นมาโดยลำดับตามความเจริญของเทคโนโลยี ปัจจุบันมนุษย์รู้วาระบบสุริยะประกอบด้วยดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางมีดาวเคราะห์ 9 ดวงเป็นบริวาร คือ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ส่วนดาวยูเรนัส เนปจูน และพลูโต อยู่ไกลมากจมองไม่เห็น สมาชิกของดวงอาทิตย์ยังรวมถึงดวงจันทร์ของดาวเคราะห์แต่ละดวง ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และอุกกาบาตที่ล่องลอยทั่วไป
08. กำเนิดระบบสุริยะ	(คนตรี) ปัจจุบันยังไม่สามารถสรุปได้ว่า ดาวเคราะห์ทั้งหลายเกิดขึ้นมาได้อย่างไร แต่ก็มีเหตุผลพอจะเชื่อได้ว่า ดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์เหล่านี้เกิดขึ้นมาพร้อม ๆ กัน
09. ดวงอาทิตย์	ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์สีเหลืองขนาดกลางมีธาตุเกือบ 5,000 ล้านปีแล้ว โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 150 ล้านกิโลเมตร ซึ่งแสงจากดวงอาทิตย์เดินทางระยะทางไกลนี้ในเวลาประมาณ 8 นาทีเท่านั้น กล่าวได้ว่าดวงอาทิตย์ให้ชีวิตแก่โลก เพราะสิ่งมีชีวิตต้องการพลังงานเป็นผลมาจากดวงอาทิตย์ทั้งสิ้น

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
10. ดาวพุธ	(คนตรี) เราสงสัยกันหนักหนาว่าบีบรีวารของดวงอาทิตย์ดวงโตอีกข้างที่มีสภาวะเหมาะสมเกิดสิ่งมีชีวิตดังเช่นบนโลกของเรา เริ่มจากดาวพุธ ดาวเคราะห์ดวงน้อยใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด จึงถูกแผดเผาอย่างหนัก ด้านที่หันเข้าหาดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงมากจนสามารถหลอมละลายตะกั่วได้ทันที
11. ยานมารีเนอร์ 10	ยานมารีเนอร์ 10 ของสหรัฐอเมริกา ถ่ายภาพในระยะใกล้ รายงานว่า ดาวพุธแห้งแล้งไม่มีบรรยากาศ ที่คงทนถาวรอย่างโลกหรือดาวเคราะห์อื่นบางดวง
12. พื้นผิวดาวพุธ	ไม่มีแหล่งน้ำหรือชีวิตใด ๆ บนดาวพุธ พื้นผิวเป็นโขดเขาและหลุมบ่อมากมาย เพราะถูกอุกกาบาตวิ่งเข้าชนครั้งแล้วครั้งเล่า สิ่งมีชีวิตอยู่บนดาวพุธไม่ได้แน่นอน
13. ยานไพโอเนียร์วินัส สำรวจดาวศุกร์	(คนตรี) ส่วนดาวศุกร์มีขนาดใกล้เคียงกับโลกมากจนได้ชื่อว่า เป็นฝาแฝดกับโลก แต่เป็นดาวเคราะห์ลึกลับเพราะชั้นเมฆหนาทึบปกคลุมอยู่ตลอดเวลา สหรัฐอเมริกาส่งยาน - ไพโอเนียร์-วินัส ไปสำรวจดาวศุกร์เมื่อปี 2521 พบว่า บรรยากาศส่วนใหญ่เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำของกรดกำมะถัน ไม่มีออกซิเจนและไอน้ำอยู่เลย
14. พื้นผิวดาวศุกร์จาก	เมื่อยานเวเนรา 9 และ 10 ของรัสเซียลงสำรวจ ดาวศุกร์พบว่าพื้นผิวแห้งแล้งรอบ ๆ ขายานอวกาศเต็มไปด้วยก้อนหินระเกะระกะอุณหภูมิพื้นผิวสูงถึงเกือบ 500 องศาเซลเซียส จึงไม่น่ามีสิ่งมีชีวิตเกิดอยู่บนดาวศุกร์ได้เลย

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
15. ดาวอังคารจากยานไวกิง	(คนตรี) มาดุดาวอังคาร ดาวเคราะห์สีแดงที่มนุษย์คิดว่า น่าจะมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ยิ่งกว่าดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ
16. ยานไวกิง	แต่จากรายงานของยานไวกิง 2 ลำที่สหรัฐอเมริกา ส่งไปสำรวจตั้งแต่ปี 2519 พบว่าบนดาวอังคารแห้งแล้ง
17. พื้นผิวดาวอังคาร	บริเวณ 2 แห่งที่ยานลงจอดมีลักษณะคล้ายกันคือ พื้นผิวสีแดงระเงระกะด้วยก้อนหิน ท้องฟ้าเป็นสีชมพูพบ น้ำขุ่นตัวอยู่ใต้ผิวพื้น และจับตัวแข็งเป็นหิมะในฤดูหนาว อุณหภูมิต่ำจาก - 33 องศาเซลเซียสในตอนเที่ยงไปจนถึง - 85 องศาเซลเซียสในตอนดึก
18. ภูเขาไฟนิกซี-โอลิมปิกา	พบซากภูเขาไฟขนาดมหึมาสูงเป็น 3 เท่าของ ภูเขาเอเวอร์เรสบนโลก มีปล่อง หลุม แอ่ง และหุบเหว กระจายทั่วไป
19. หุบเหวบนดาวอังคาร	พบหุบเหวลึกและกว้างใหญ่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร เส้นทางคดเคี้ยวแตกแยกหลายทิศทาง บอกร่องรอยการ เคยมีน้ำไหลและฝนตกมาก่อน พื้นผิวแห้งเพราะการกัดเซาะ ของน้ำและแรงปะทะของลม
20. พื้นผิวดาวอังคาร	แต่สิ่งที่ผิดคาดที่สุดคือตรวจไม่พบร่องรอยของสิ่งมีชีวิต ในดินดาวอังคารเลย ถึงกระนั้นควาหวังที่จะพบชีวิตบนดาว อังคารก็ยังไม่สูญสิ้นหากเพิ่มล้อให้ยานไวกิงรุ่นใหม่วิ่งขับเคลื่อน ได้กว้างไกล คงได้ข้อมูลชัดเจนกว่านี้

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
21. ดาวเคราะห์น้อย	(ดนตรี) ดาวเคราะห์น้อยจำนวนมากนับแสนดวงโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นแถบใหญ่อยู่ระหว่างดาวอังคารกับดาวพฤหัสบดี มีรูปร่างแปลกประหลาด พื้นผิวขรุขระ ขนาดเล็กใหญ่ต่าง ๆ กัน แต่ที่สำคัญคือ เป็นแหล่งอุดมด้วยแร่ธาตุและทรัพยากรที่มนุษย์ต้องการ สหรัฐอเมริกาจึงมีโครงการส่งยานอวกาศไปสำรวจดาวเคราะห์น้อยอะพอลโลที่โคจรเข้าใกล้โลกมาเป็นดวงแรก
22. ดาวพฤหัสบดี	(ดนตรี) และเมื่อยานวอยเอเจอร์ 2 ลำของสหรัฐฯ เดินทางผ่านดาวพฤหัสบดีเมื่อปี 2522 เผยสภาพดาวพฤหัสบดีในระยใกล้ให้เห็นบรรยากาศปั่นป่วน มีชั้นเมฆเคลื่อนที่ขนานไปกับเส้นศูนย์สูตร เกิดเป็นแถบและเข็มขัด
23. จุดแดงใหญ่	จุดแดงใหญ่สัญลักษณ์สำคัญถูกขยายให้เห็นเป็นกลุ่มก๊าซร้อนหมุนวนด้วยความเร็วสูง พบวังไม่คาดคิด คือดาวพฤหัสบดีมีวังแหวนบาง ๆ ล้อมรอบ 1 ชั้น
24. ดาวพฤหัสบดีกับบริวาร	และนับถึงปัจจุบันยานอวกาศค้นพบดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดีเพิ่มขึ้นจนอย่างน้อยที่สุด 16 ดวงแล้ว แต่ที่น่าสนใจมีเฉพาะ 4 ดวงใหญ่สุดคือ ไอโอ ยูโรปา แกนิมิ และคัลลิสโต ที่รวมเรียกว่า<u>ดวงจันทร์กาลิเลียน</u> เพราะค้นพบโดยกาลิเลโอ เมื่อราว 375 ปีมาแล้ว

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
25. คาวเสาร์	(คนตรี) คาวเสาร์คาวเคราะห์ที่คู่กลับเด่น่าสนใจ ต้องใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดูจึงเห็นวงแหวนและดวงจันทร์ของคาวเสาร์ได้ ยานวอยเอเจอร์เดินทางไปถึงคาวเสาร์เมื่อปี 2523 ถ่ายภาพคาวเสาร์เห็นสี่สรรลนตา
26. วงแหวนคาวเสาร์	ยานสำรวจวงแหวนและตัวคาวเสาร์อย่างใกล้ชิดพบวงแหวนประกอบด้วยอนุภาคน้ำแข็งเป็นเยือกขนาดเล็กใหญ่ต่าง ๆ กันนับพันล้านชิ้น
27. ยานวอนเอเจอร์สำรวจคาวเสาร์	ก่อนหน้านี้มนุษย์ส่งกล้องโทรทรรศน์บนโลก เข้าใจว่าคาวเสาร์มีวงแหวน 4 ชั้นและพบเพิ่มขึ้นเป็น 7 ชั้น ในเวลาต่อมา จนเมื่อยานอวกาศเคลื่อนผ่านเหนือระนาบวงแหวนจึงทราบว่า วงแหวนชั้นใหญ่ ๆ 7 ชั้น ประกอบด้วยวงเล็ก ๆ ซ้อนกันอยู่อีกนับเป็นพัน
28. คาวเสาร์และบริวาร	ยานอวกาศถ่ายภาพพบดวงจันทร์เพิ่มขึ้นหลายดวง ข่าวล่าสุดรายงานว่าคาวเสาร์มีดวงจันทร์อย่างน้อยที่สุด 17 ดวงแล้ว
29. คาวยูเรนัส	(คนตรี) ยานวอยเอเจอร์ 2 เคลื่อนเข้าใกล้คาวยูเรนัสเมื่อเดือนมกราคม 2529 รายงานข้อมูลใหม่ล่าสุดว่า คาวยูเรนัสมีวงแหวน 10 ชั้น
30. คาวยูเรนัส	และนอกจากดวงจันทร์ 5 ดวงที่นักวิทยาศาสตร์ส่งกล้องโทรทรรศน์โอบจากโลกแล้ว ยานอวกาศยังพบดวง

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
	จันทร์ขนาดเล็กเพิ่มขึ้นอีก 10 ดวง ดาวยูเรนัสจึงมีบริวารที่เรารู้จักแล้ว 15 ดวง
31. ยานวอยเอเจอร์ 2 เข้าใกล้ดาวเนปจูน	ยานวอยเอเจอร์ 2 กำหนดเข้าใกล้ดาวเนปจูนในปี 2532 เพื่อเปิดเผยให้มนุษย์ได้ทราบข้อมูลใหม่ ๆ เกี่ยวกับดาวเคราะห์ดวงนี้มากยิ่งขึ้น
32. หินผิวดาวพลูโต	คิดกันว่าบนดาวพลูโตดวงไกลสุดคงเป็นจุดจมน้ำแข็ง มีเทนจับตัวแข็ง ความรู้ใหม่พบว่าดาวพลูโตมีบริวาร 1 ดวง และเป็นดาวเคราะห์ขนาดเล็กที่สุดในระบบสุริยะ เพราะเล็กกว่าดวงจันทร์ของโลกด้วยซ้ำไป
33. ดาวหาง	(คนตรี) นอกจากดาวเคราะห์ 9 ดวงที่รู้จักแล้ว ระบบสุริยะยังมีดาวหางมากมาย โคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปร่างรีดวงหนึ่ง ๆ มีอายุการโคจรครบรอบแตกต่างกันเมื่อโคจรผ่านดวงอาทิตย์หลาย ๆ ครั้ง อาจสลายตัวไปไม่กลับมาให้เห็นอีก
34. ดาวหางฮัลเลย์	ดาวหางฮัลเลย์ดวงใหญ่ผ่านเข้าใกล้ดวงอาทิตย์และปรากฏให้ชาวโลกเห็นกันเมื่อตอนต้นปี 2529 ซึ่งยานอวกาศจากโลกหลายลำได้ผ่านเข้าใกล้เพื่อสำรวจดาวหางฮัลเลย์ด้วยในครั้งนั้น

(คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
35. คาวูก	ในกลางคืนที่ท้องฟ้าปลอดโปร่ง เราอาจเห็นแสงวูบวาบที่ชาวบ้านเรียกว่า คาวตก หรือผีพุ่งไต้ ที่จริงเป็นของแข็งจำพวกหินหรือเหล็กตกเข้าสู่เขตบรรยากาศโลก แรงเสียดสีกับบรรยากาศทำให้ร้อนจัดจนลุกสว่างและสลายตัวไป
36. ลูกอุกกาบาตนครปฐม	มีบางก้อนตกลงถึงพื้นโลก เราเรียกว่า ลูกอุกกาบาต เช่นลูกอุกกาบาตนครปฐม ตกที่ตำบลคอนยายหอม จังหวัดนครปฐม เมื่อวันที่ 21 ธันวาคม 2466 มี 2 ก้อนรวมกันหนักประมาณ 32 กิโลกรัม
37. หลุมแบ รังเยอร์	ถ้าอุกกาบาตก้อนโตมากจะตกกระแทกพื้นโลกเกิดเป็นหลุมอุกกาบาตขนาดใหญ่ เช่น หลุมแบรังเยอร์ ในรัฐอริโซนา สหรัฐอเมริกา ปากหลุมกว้าง 1,300 เมตร ลึก 180 เมตร ซึ่งความลึกนี้เป็นระยะเกือบเท่าตึกซึ่งสูง 40 ชั้น
38. ดวงจันทร์	(คนตรี) เราต้องไม่ลืมว่า ดวงจันทร์ก็เป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะด้วยเหมือนกัน ดาวเคราะห์แต่ละดวงมีบริวารไม่เท่ากัน บางดวงไม่มีบริวารเลย เช่น ดาวพุธกับดาวศุกร์ และขณะที่โลกมีดวงจันทร์เป็นบริวารดวงเดียว ดาวพฤหัสบดีกับดาวเสาร์มีมากกว่า 15 ดวงขึ้นไป แต่ลักษณะทั่วไปของบริวารขนาดเล็กคงคล้ายกัน
39. พื้นผิวดวงจันทร์	ดวงจันทร์ของโลกเป็นดาวเคราะห์ที่แห้งแล้ง ไม่มีชีวิตชีวา ไม่มีบรรยากาศห่อหุ้ม จึงไร้แสงปราศจากเสียงและสีสรรใด ๆ ไม่มีทั้งสิ้น ทุกอย่างบนดวงจันทร์สงบนิ่งเป็นสีเทาไปหมด พื้นผิวขรุขระเต็มไปด้วยหลุมบ่อมากมายจึงเป็นต้นเหตุให้นาอภิมิรย์เท่าใดนัก

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
40. โลก	(ดนตรี) เมื่อพิจารณาสมาชิกทั้งหลายของดวงอาทิตย์ทั้งหมดแล้ว ก็เห็นได้ว่าในระบบสุริยะของเราไม่มีสิ่งมีชีวิตกำเนิเกิดขึ้นได้ในแดนอื่น นอกเสียจากโลกของเราเท่านั้น โลกซึ่งเรามองจากอวกาศเห็นดาวเคราะห์สีน้ำเงิน ใครจะนึกบ้างว่าเรามองต่ำลงสู่เบื้องล่างแล้ว จะได้พบกับความยุ่งเหยิงซับซ้อนของสังคมมนุษย์อย่างทุกวันนี้ ธรรมชาติกลับยิ่งนัก และหากมองย้อนกลับมาดูตัวเรา ก็คงจะเข้าใจได้ว่าที่แท้แล้วมนุษย์ก็คือ ธรรมชาติส่วนหนึ่งเท่านั้นที่อุบัติขึ้นด้วยความเหมาะสมของสภาวะแวดล้อม มีชีวิตร่วมกันบนโลกด้วยความรัก ความโกรธ ความโลภ ความหลง วนเวียนอยู่ในวัฏจักรของการอุบัติ การเปลี่ยนแปลง และการวิบัติในที่สุด

ชุดการสอน วินิคอร์ส เรื่อง สุ่วภาค

ตอนที่ 1

วัตถุท้องฟ้า

เวลา 1 คาบ

กิจกรรมที่ 2 นักเรียนอภิปรายเรื่องดาวเคราะห์วงนอก ดาวเคราะห์วงใน และรายงานผล

เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. นักเรียนอภิปรายเรื่องดาวเคราะห์วงนอกและดาวเคราะห์วงใน ภายในกลุ่มย่อย
2. นักเรียนศึกษาเกณฑ์ในการพิจารณาดาวเคราะห์วงนอกและดาวเคราะห์วงใน
3. ครูสรุปโดยใช้คำถาม ดังต่อไปนี้
 1. ดาวเคราะห์ที่ใกล้เคียงกับโลกมากที่สุดคือดาวเคราะห์ดวงใด
 2. นักเรียนมีวิธีการอย่างไรที่จะศึกษาดาวเคราะห์ได้
4. ครูให้นักเรียนคำนวณหาระยะทางระหว่างดาวเคราะห์อื่น ๆ กับโลก เมื่อเดินทางด้วยความเร็ว 30,000 กิโลเมตร/ชั่วโมง
5. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบและรายงานผล ลงในกลุ่มนักเรียน
6. ครูสรุปผลร่วมกับนักเรียน แล้วเฉลยแบบทดสอบ

สื่อ

คู่มือนักเรียน

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ชีวภาพ

ตอนที่ 2 การใช้กล้องโทรทัศน์ เพื่อศึกษาวัตถุท้องฟ้า เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 1

ครูอธิบายเลนส์นูน และการเกิดภาพจากเลนส์ โดยใช้แผ่นโปร่งใส
30 นาที

เวลา

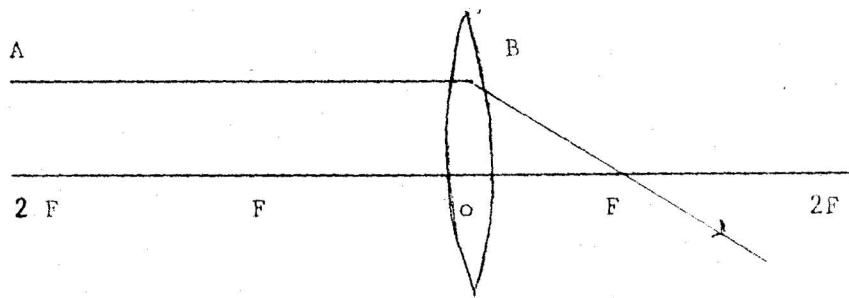
ขั้นตอน

1. ครูนำการอธิบายถึงเครื่องมือที่มีเลนส์เป็นองค์ประกอบ
2. ครูอธิบายถึงลักษณะของเลนส์ โดยใช้แผ่นโปร่งใส
3. ครูใช้แผ่นใสอธิบายการเขียนภาพจากเลนส์ ดังหัวข้อต่อไปนี้
โดยใช้แผ่นโปร่งใส

- เส้นแกนमुखสำคัญ
- รังสีแสง
- การหักเห

สื่อ

แผ่นโปร่งใสแบบซ้อนภาพแสดง การเกิดภาพจากเลนส์



OF = ความยาวโฟกัส

F = จุดโฟกัส

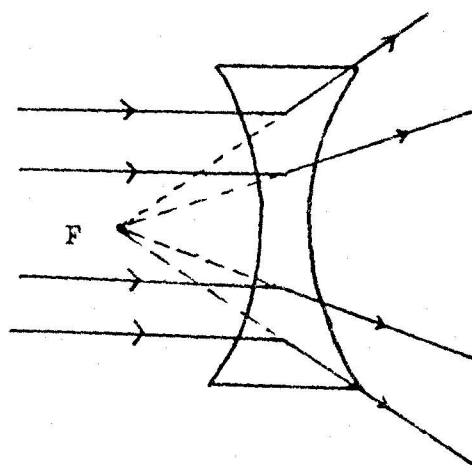
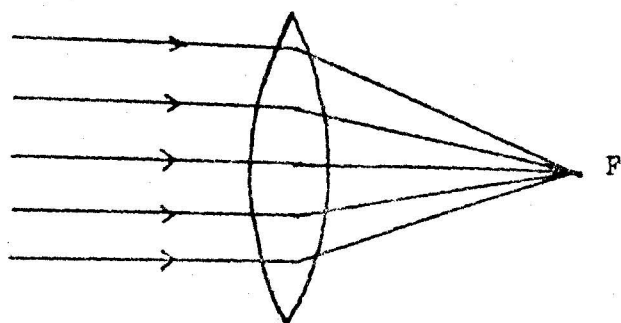
O = จุดกึ่งกลางเลนส์

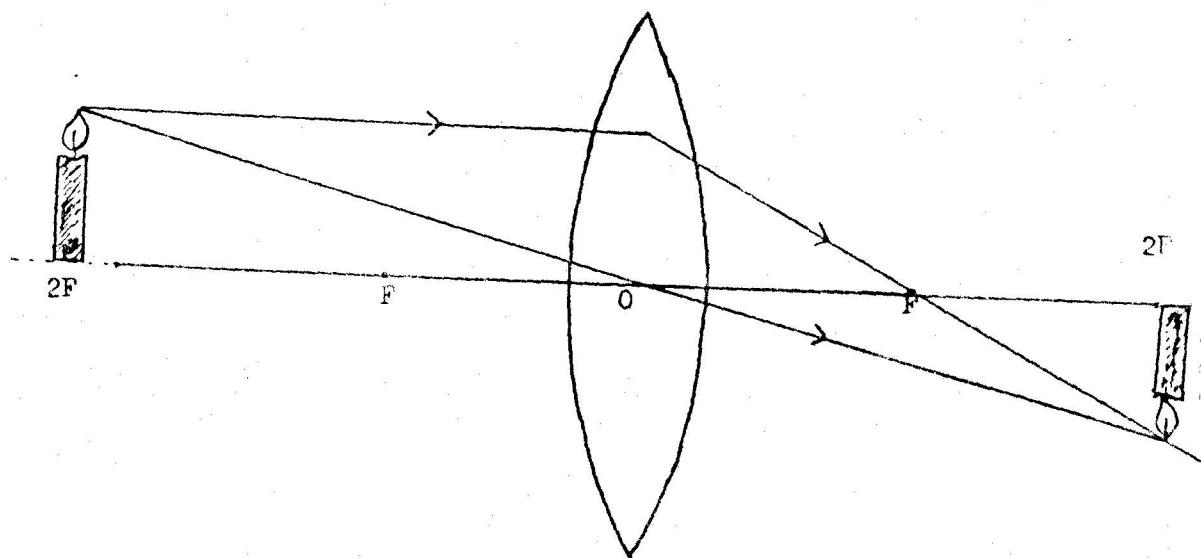
2F = c = จุดศูนย์กลางความโค้ง

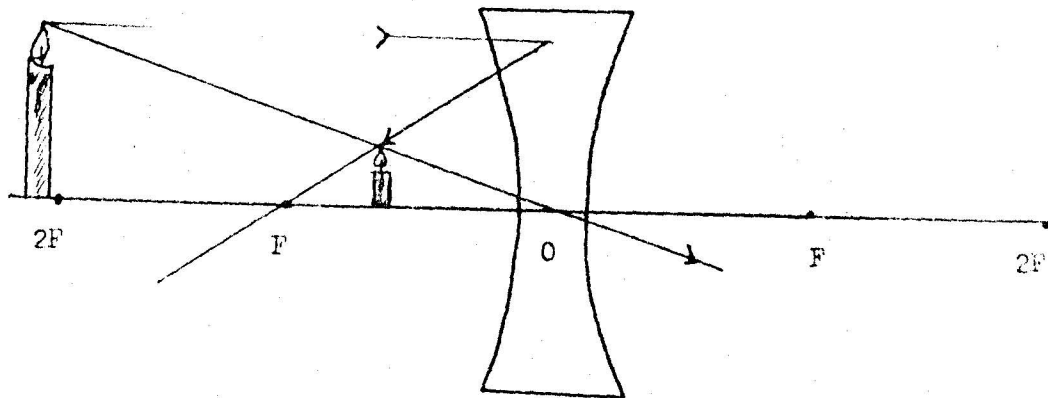
2F-2F = เส้นแกนमुखสำคัญ

AB = วัตถุ

BF = วัตถุหักเห







ชุดการสอน มินิคอร์ส

เรื่อง สื่อวาทะ

ตอนที่ 2

การใช้กล้องโทรทัศน์เพื่อศึกษาวัตถุท้องฟ้า

เวลา 2 คาบ

กิจกรรมที่ 2 นักเรียนฝึกการเขียนภาพจากเลนส์ในคู่มือนักเรียนเวลา

20 นาที

ขั้นตอน

1. ครูอธิบายการเกิดภาพจากเลนส์ที่แต่ละขั้นตอน
2. นักเรียนฝึกการเขียนภาพจากเลนส์ให้ละขั้นตอน
3. นักเรียนฝึกการวาดภาพจากเลนส์ในแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน
โดยครูเป็นผู้ดูแลให้ความช่วยเหลือ
4. ครูนำการอภิปราย สรุปลักษณะภาพจริง ภาพเสมือน

สื่อ

1. แบบฝึกหัดการเขียนภาพจากเลนส์

หมายเหตุ

แบบฝึกหัดนี้อยู่ในคู่มือนักเรียน

ชุดการสอน มินิคอร์ส

เรื่อง สื่อภาษา

ตอนที่ 2

การใช้กล้องโทรทัศน์เพื่อศึกษาวัตถุท้องฟ้า

เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 3 นักเรียนทำการทดลองเรื่อง การสร้างกล้องโทรทัศน์อย่างง่ายเวลา

30 นาที

ขั้นตอน

1. ครูอธิบายถึงวิธีการทดลอง และให้นักเรียนศึกษาวิธีทดลองตามคู่มือนักเรียน
2. นักเรียนทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในคู่มือนักเรียน
3. นักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง
4. ครูรวบรวมข้อมูล แล้วสรุปผลการทดลอง
5. นักเรียนสรุปผลการทดลองลงในคู่มือนักเรียน

สื่อ

1. อุปกรณ์การทดลองตามคู่มือนักเรียน

หมายเหตุ

ครูต้องคอยดูแลในขณะที่นักเรียนทดลองอย่างใกล้ชิด

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง อวกาศ

ตอนที่ 2 การใช้กล้องโทรทัศน์ เพื่อศึกษาวัตถุท้องฟ้า เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 4 นักเรียนศึกษาการพัฒนาเครื่องมือทางดาราศาสตร์จากสไลด์ เรื่อง
วิวัฒนาการเครื่องมือทางดาราศาสตร์

เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำเสนอปัญหาถึงเครื่องมือทางดาราศาสตร์ ว่ามีอะไรบ้าง
ที่ใช้สำรวจอวกาศได้
2. ครูเสนอสไลด์ เรื่อง วิวัฒนาการเครื่องมือทางดาราศาสตร์
3. นักเรียนอภิปรายสรุปในกลุ่มย่อยถึงวัตถุท้องฟ้า อวกาศและ
เครื่องมือทางดาราศาสตร์

สื่อ

1. สไลด์ เรื่องวิวัฒนาการเครื่องมือทางดาราศาสตร์

บทบรรยายประกอบสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ชุด "วิวัฒนาการเครื่องมือทางดาราศาสตร์"
(ความยาว 20 นาที สไลด์ 25 ภาพ)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
01. วิวัฒนาการเครื่องมือทางดาราศาสตร์ จัดทำโดย ชาติชัย วิโรจนะ	นิโกลาส โคเปอร์นิคัส บิคาแห่งคารา ศาสตร์สมัยใหม่ ชาวโปแลนด์เจ้าของทฤษฎี ที่ว่า โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ไม่ใช่ดวง อาทิตย์หมุนรอบโลก อันเป็นการหักล้างทฤษฎี เก่าของอริสโตเติลและปโตเลมีที่ว่าโลกอยู่ กึ่งที่ ดวงอาทิตย์หมุนไปรอบ ๆ โลก
03. เซอร์วิลเลียม เฮอร์เชล	เซอร์วิลเลียม เฮอร์เชลนักดาราศาสตร์ ที่มีชื่อเสียงคนหนึ่งซึ่งเป็นผู้ค้นพบดาวยูเรนัส โดยใช้กล้องดูดาวขนาด 7 นิ้วที่สร้างขึ้นเอง เมื่อวันที่ 13 มีนาคม ปี 1771 เขาเป็นคน แรกที่รู้ความหมายของคำว่าแกแลกซี
04. ลูกโลกตามความเกิดใน คริสต์ศตวรรษที่ 16	ลูกโลกตามความเกิดของคนในคริสต์ ศตวรรษที่ 16
05. จินตนาการอวกาศยุคแรก ๆ	จินตนาการเกี่ยวกับอวกาศในยุคแรก ๆ ในศตวรรษที่ 18 เป็นการออกแบบของ นิโกลาส โคเปอร์นิคัส แสดงให้เห็นโลก ดวงจันทร์ ดาวพระศุกร์และดาวพุธที่โคจร รอบดวงอาทิตย์

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
06. ห่วงอวกาศแบบวงแหวน	ห่วงอวกาศแบบวงแหวนเป็นจินตนาการเกี่ยวกับอวกาศในศตวรรษที่ 18 อีกแบบหนึ่ง ทำด้วยเหล็กรูปทรงกลม ที่เห็นตรงกลางดวงใหญ่คือ ดวงอาทิตย์
07. แผนที่ดวงดาว	แผนที่ดวงดาวในศตวรรษที่ 19 ซึ่งจะตั้งชื่อตามกลุ่มดาวที่รวมกลุ่มกันเป็นรูปร่าง ๆ เช่น กลุ่มดาวแมลงป่อง กลุ่มดาวปู กลุ่มดาวหมีใหญ่ ตามภาพในแผนที่
08. กล้องโทรทรรศน์	กล้องโทรทรรศน์เป็นกล้องขยายที่ช่วยให้เราเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ไกลได้เหมือนอยู่ใกล้และเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ใต้มากขึ้น ใช้ดูดวงจันทร์ดาวเคราะห์และดาวฤกษ์ต่าง ๆ กล้องที่เห็นนี้เป็นกล้องชนิดสะท้อนแสงที่ เซอร์ไอแซก นิวตัน เคยใช้
09. กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง	กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงนี้ประกอบด้วยลำกล้องหลายอัน ซึ่งคิดเลนส์ไว้ที่ปากกล้องตรงด้านหน้าและคิดเลนส์ขยายไว้ตรงส่วนที่ตามอง กล้องนี้อยู่ในโคมหอสังเกตการณ์แห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา
10. กล้องโทรทรรศน์	กล้องโทรทรรศน์ (กล้องส่องทางไกล) ทั้ง 2 อันนี้เป็นของกาลิเลโอ ซึ่งเขาใช้ในารค้นพบดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดีในปี 1610 กาลิเลโอเป็นคนแรกที่ใช้กล้องส่องดูดวงดาว
11. กล้องโทรทรรศน์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก	กล้องโทรทรรศน์ที่ใหญ่ที่สุดในโลกอยู่ในหอดูดาวเยอร์เกสในอเมริกา เป็นกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
12. ระบบสุริยะ	ระบบสุริยะคือกลุ่มของดาวเคราะห์น้อย ดาวหางและ อุกกาบาต ซึ่งถูกแรงโน้มถ่วงดึงดูดให้โคจรรอบดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นศูนย์กลางดาวเคราะห์ทั้ง 9 ดวงเรียงตามลำดับ ใกล้ไปจนถึงไกลคือ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูนและดาวพลูโต ดาวเคราะห์ทั้ง 9 ดวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ในทิศทางตาม กัน คือทวนเข็มนาฬิกาเช่นกัน ยกเว้นบริวารของดาวพฤหัสบดี 4 ดวงดาวเสาร์ 1 ดวงและของดาวเนปจูน 1 ดวง
13. หอดูดาวกิฟท์	หอดูดาวกิฟท์ ในมลรัฐอริโซนา สหรัฐอเมริกา กล้อง โทรทรรศน์ที่ใหญ่ที่สุดในโลกอยู่ภายในโถงของหอดูดาวแห่งนี้ กล้องนี้มีความกว้าง 400 เซนติเมตร ส่วนกล้องโทรทรรศน์ ที่ใหญ่ที่สุดอีกแห่งหนึ่งอยู่ในรัสเซียบนยอดเขาคอเคซัสมีความ กว้าง 600 เซนติเมตร
14. เสาอากาศขนาดยักษ์	เสาอากาศขนาดยักษ์ เป็นเครื่องรับสัญญาณระหว่าง ยานอวกาศกับสถานีอวกาศภาคพื้นดิน ยานอวกาศจะส่งสัญญาณ เป็นรหัสกลับลงมา เครื่องแบบนี้เป็นแบบเดียวกับที่สถานีภาค พื้นดินใช้ติดต่อกับยานอวกาศโลกที่ไปลงดวงจันทร์
15. ดาวเทียม Giotto	ดาวเทียม Giotto เป็นดาวเทียมของยุโรปที่ใช้ใน การศึกษาเกี่ยวกับดาวหางโดยเฉพาะดาวหางฮัลเลย์ ในภาพ วิศวกรกำลังตรวจเช็คยานก่อนจะส่งขึ้นสู่อวกาศ จานวงที่ เห็นด้านบนจะเป็นส่วนที่จะส่งลำแสงมายังโลก ส่วนแท่นด้าน ล่างก็ออกแบบเพื่อการเก็บคัสของอุกกาบาต

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
16. หอทดลองลอยฟ้าสกายแลป	หอทดลองลอยฟ้าสกายแลปเป็นดาวเทียมอวกาศและสิ่งประดิษฐ์ที่ใหญ่ที่สุดจากฝีมือมนุษย์ที่เคยส่งขึ้นไปโคจรรอบอวกาศ แต่มันชำรุดและถูกบังคับให้ตกลงสู่ทะเลทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย เมื่อเดือนกรกฎาคม 1979
17. สถานีอวกาศในอนาคต	สถานีอวกาศในอนาคตที่สหรัฐอเมริกาจะส่งขึ้นประจำอยู่ในห้วงอวกาศเหนือจากพื้นโลก 316 ไมล์
18. โครงการดาวเทียมคิตอวูธ	โครงการดาวเทียมคิตอวูธ ในกรณีที่ขีปนาวุธของฝ่ายตรงข้ามอยู่ไกลเกินกว่ารัศมีขีปนาวุธ ดาวเทียมที่เห็นอยู่นี้จะทำหน้าที่ทำลายเป้าหมายแทนโดยแสงเลเซอร์
19. โครงการอาวุธอวกาศ	โครงการอาวุธอวกาศหรือโครงการสตราโวของสหรัฐอเมริกา แสดงให้เห็นโครงสร้างของแผนงาน 1. ดาวเทียมที่จะบอกสัญญาณให้รู้ถึงการรุกรานของขีปนาวุธฝ่ายตรงข้ามและจะเป็นการเตือนในครั้งแรก 2. ค้นหาขีปนาวุธของฝ่ายตรงข้าม 3. สัญญาณจะเชื่อมต่อกับดาวเทียมส่ง 4. กองบัญชาการใหญ่ 5. ปุ่มกดคำสั่ง (จากประธานาธิบดีสหรัฐ) 6. ทำลายเป้าหมาย
20. ภาพถ่ายบนดวงจันทร์	ภาพถ่ายบนดวงจันทร์แสดงให้เห็นภาพยนตร์อีเกิ้ลของยานแม่อพอลโลที่ 14 ที่อพอลโล 14 จะเห็นโลกลอยอยู่ไกลออกไป อพอลโล 14 เป็นยานที่ถูกส่งไปเมื่อวันที่ 31 มกราคม 1971 เพื่อติดตั้งเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ มีนักบิน 2 นายคือ เซปบาร์คและวิตเชลด์ ทั้งสองอยู่บนดวงจันทร์นานถึง 30 ชม.

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
21. ภาพที่หาได้ยาก	ภาพนี้เป็นภาพของยานลูน่าร์โมดูลขณะโคจรรอบดวงจันทร์ จะเห็นโลกอยู่เหนือระดับพื้นราบของดวงจันทร์เป็นภาพที่ถ่ายจากยานอพอลโล 11 ยานที่หิวดวงจันทร์เป็นลำแรก มนุษย์อวกาศสหรัฐชุดหิวดวงจันทร์มี 3 นายคือ อาร์มสตรอง เอ็ดวิน อัลดรินและไมเคิล คอลลินส์ ในปี 1969
22. ภาพถ่ายบนดวงจันทร์	ภาพนี้ถ่ายบนดวงจันทร์ ยานลูน่าร์โมดูลอยู่ทางขวามือ เนินเขาที่เชื่อว่าเจตลีเย์ เจลด้า ปรากฏอยู่เบื้องหน้าเนินเขานี้สูงประมาณ 4,000 เมตรจากพื้นดวงจันทร์ และอยู่ห่างออกไปประมาณ 5 กิโลเมตรผู้ที่อยู่ในชุดอวกาศคือเดวิด สก็อตต์ ผู้บังคับการอพอลโล 15
23. ยานเซเวียร์ 1	ยานเซเวียร์ 1 เป็นยานที่ไมเคิลควมคุมลำแรกของอเมริกาที่ถูกบังคับจากสถานีภาคพื้นดินให้ลงจอดบนดวงจันทร์เป็นผลสำเร็จเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 1966 ในภาพนี้เป็นภาพขณะทำการทดลองที่ศูนย์อวกาศจอห์นสัน
24. เสาอากาศของโทรศัพท์	เสาอากาศของโทรศัพท์ที่ตั้งอยู่บนดวงจันทร์เป็นการติดต่อสายตรงระหว่างมนุษย์อวกาศที่ปฏิบัติการสำรวจบนดวงจันทร์และนักวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในสถานีภาคพื้นดิน
25. นักเรียนจะพัฒนาเครื่องมือทางดาราศาสตร์อย่างไร	(ดนตรี)

ชุดการสอน วิกิคอร์ส เรื่อง สู่อนาคต

ตอนที่ 2 การใช้กล้องโทรทัศน์เพื่อศึกษาวัตถุท้องฟ้า เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 5 นักเรียนเขียนรายงานการพัฒนาเครื่องมือในการสำรวจอวกาศ

เวลา 30 นาที

ขั้นตอน

1. ครูอธิบายถึงวิธีการเขียนรายงาน
2. ครูแจกแบบฟอร์มรายงานให้นักเรียนแต่ละคน
3. นักเรียนเขียนรายงานการพัฒนาเครื่องมือ
4. นักเรียนนำเสนอรายงานของตนเองภายในกลุ่ม

สื่อ

1. แบบฟอร์มการเขียนรายงาน

หมายเหตุ

ครูต้องอธิบายกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวความคิด

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อเสนอแนะอาจารย์ผู้ตรวจ

คณะ	
จากการประเพณี	

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง สู่อวกาศ

ตอนที่ 3 ปัญหาการเดินทางออกนอกโลก เวลา 2 คาบ

กิจกรรมที่ 1 ศึกษาจากศูนย์การเรียนรู้เรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลก

เวลา 80 นาที

ขั้นตอน

1. ครูแนะนำการใช้ศูนย์การเรียนรู้
2. ให้นักเรียนศึกษาจากศูนย์การเรียนรู้ 4 ศูนย์ ศูนย์ละ 20 นาที
 1. แรงโน้มถ่วงของโลก
 2. พลังงานกับการเคลื่อนที่
 3. แรงปฏิกิริยากับการเคลื่อนของวัตถุ
 4. วิวัฒนาการของยานพาหนะ
3. ครูคอยจับเวลาให้เปลี่ยนศูนย์
4. ครูเป็นผู้คอยแนะนำช่วยเหลือ

สื่อ

ศูนย์การเรียนรู้เรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลก

หมายเหตุ

ศูนย์การเรียนรู้นี้ได้ทำการทดลองแล้วว่าใช้เวลา 20-25 นาที
จึงไม่ใช่ศูนย์สำรอง

ศูนย์การเรียนรู้เรื่อง

"ปัญหาการเดินทางออกนอกโลก"

โดย

ชาติชัย วิโรจนะ

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง สื่อวิทยาศาสตร์

ศูนย์การเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก

คำสั่ง

1. จงตอบคำถามในสถานการณ์ของแต่ละศูนย์การเรียนรู้ ลงในคู่มือนักเรียน
2. ปฏิบัติตามขั้นตอนในการทดลอง ซึ่งมีให้ในคู่มือนักเรียน
3. บันทึกผลและข้อมูล แล้วสรุปผล ลงในคู่มือนักเรียน
4. เมื่อศึกษาเรียบร้อยแล้ว จัดเก็บอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพเดิม
5. เมื่อได้ยินเสียงกระดิ่งหมดเวลา จงรีบเปลี่ยนศูนย์ทันที
6. จงช่วยเหลือกันทำงานในกลุ่มของตนเอง

สถานการณ์

"วัตถุทุกชนิด จะตกลงสู่พื้นโลก ซึ่งนักเรียนทราบอยู่แล้วว่า แรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดวัตถุให้ตกลงสู่พื้นโลก นักเรียนทราบหรือไม่ว่า แรงโน้มถ่วงของโลกคืออะไร และมีผลอย่างไรในการเดินทางออกนอกโลกของยานอวกาศ"

อยากทราบ ก็ลองทดลองดูสิ

ข้อปฏิบัติ

จงทำการทดลองที่ 12.3 ตามคู่มือนักเรียน แล้วบันทึกผล
ตอบคำถามหลังการทดลอง พร้อมทั้งสรุปผล

ศูนย์การเรียนรู้ 2

"พลังงานกับการเคลื่อนที่"

คำสั่ง

1. จงตอบคำถามในสถานการณ์ของแต่ละศูนย์การเรียนรู้ ลงในคู่มือนักเรียน
2. ปฏิบัติตามขั้นตอนในการทดลอง ซึ่งมีให้ในคู่มือนักเรียน
3. บันทึกผลและข้อมูล แล้วสรุปผล ลงในคู่มือนักเรียน
4. เมื่อศึกษาเรียบร้อยแล้ว จัดเก็บอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพเดิม
5. เมื่อได้ยินเสียงกระดิ่งหมดเวลา จงรีบเปลี่ยนศูนย์ทันที
6. จงช่วยเหลือกันทำงานในกลุ่มของตนเอง

สถานการณ์

"นักเรียนคงเคยสังเกตเห็นว่า การเคลื่อนที่ของวัตถุ
เคลื่อนได้ไกลและใกล้ต่างกัน นักเรียนทราบหรือไม่ว่า
การเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีระยะใกล้หรือไกลขึ้นอยู่กับสิ่งใด"

อยากรู้ ก็ทำการทดลองดูสิ

ข้อปฏิบัติ ทำการทดลองในการทดลองที่ 12.4 ตามคู่มือนักเรียน
ตอบคำถามหลังการทดลองและสรุปผลการทดลอง
ลงในคู่มือนักเรียน

ศูนย์การเรียนรู้ 3

"พลังงานกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ"

คำสั่ง

1. จงตอบคำถามในสถานการณ์ของแต่ละศูนย์การเรียนรู้ ลงในคู่มือนักเรียน
2. ปฏิบัติตามขั้นตอนในการทดลอง ซึ่งมีให้ในคู่มือนักเรียน
3. บันทึกผลและข้อมูล แล้วสรุปผล ลงในคู่มือนักเรียน
4. เมื่อศึกษาเรียบร้อยแล้ว จักเก็บอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพเดิม
5. เมื่อได้ยินเสียงกระดิ่งหมดเวลา จงรีบเปลี่ยนศูนย์ทันที
6. จงช่วยเหลือกันทำงานในกลุ่มของตนเอง

สถานการณ์

"ในการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ นักเรียนสังเกตบ้างหรือไม่ว่า มีการเคลื่อนที่ต่างกัน นักเรียนลองสังเกตการเคลื่อนที่ของจรวดกับ ลูกธนูสิว่า ลักษณะการเคลื่อนที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร"

อยากรู้ ลองทำการทดลองดูสิ

ข้อปฏิบัติ

จงทำการทดลองที่ 12.5 ตามคู่มือนักเรียน แล้ว
ตอบคำถามหลังการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
ลงในคู่มือนักเรียน

ศูนย์การเรียนรู้ที่ 4

"วิวัฒนาการของยานพาหนะ"

ข้อปฏิบัติ

1. ศึกษาภาพวิวัฒนาการของยานพาหนะ จากสไลด์
2. ศึกษาแนวทางการพัฒนาการแล้วเขียนรายงาน
"การพัฒนาอากาศยานเพื่ออวกาศ"
3. รายงานเขียนเป็นรายกลุ่ม ร่วมกันคิดและเขียนเกี่ยวกับการนำ
หลักการ วิวัฒนาการของยานอวกาศมาเขียนรายงานตามหัวข้อ
ต่อไปนี้
 - ยานพาหนะที่ผลิตขึ้น
 - หลักการสร้าง
 - ผลที่จะได้รับ
 - อุปสรรคที่จะเกิดขึ้น

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง สู่วาทศ

ตอนที่ 3 ปัญหาการเดินทางออกนอกโลก

เวลา 2 คาบ

กิจกรรมที่ 2 สรุปรายงานปัญหาการเดินทางออกนอกโลก

เวลา 20 นาที

- ขั้นตอน
1. นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง และข้อสรุป ปัญหาการเดินทางออกนอกโลก
 2. ครูแนะนำ อธิบายเพิ่มเติมถึงปัญหาการเดินทางออกนอกโลก
 3. นักเรียนสรุปผล และทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อ

คู่มือนักเรียน

ชุดการสอน มิโกร์ส

เรื่อง สื่อภาษา

ตอนที่ 4

การส่งยานอวกาศ

เวลา 3 คาบ

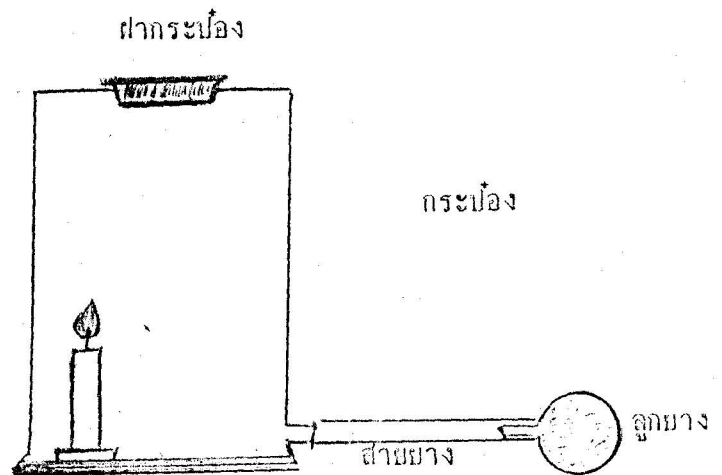
กิจกรรมที่ 1 ครูใช้อุปกรณ์ แสดงแรงระเบิดของเชื้อเพลิง สาธิตให้นักเรียนศึกษา

เวลา 10 นาที

- ขั้นตอน
1. ครูสาธิตการระเบิดของเชื้อเพลิงเพื่อสร้างสถานการณ์ปัญหา
 2. ครูนำการอภิปรายว่า เกิดการระเบิดเพราะเหตุใด
 3. นำสู่การทดลองเรื่อง การระเบิดของหัวไม้ขีดไฟ

สื่อ อุปกรณ์แสดงแรงระเบิดของเชื้อเพลิง

หมายเหตุ การสาธิตนี้ครูอาจให้นักเรียนมาช่วยในการทดลองก็ได้



วิธีทดลอง

1. ประกอบอุปกรณ์ดังภาพ
2. จุดเทียนวางลงในกล่อง
3. นำขี้เถ้าเรือ (หรือแป้งทั้น) ใส่ลงในกล่อง
4. ปิดฝาให้สนิท (อย่าให้แน่นเกินไป)
5. บีบลูกยางแรง ๆ

ผลการทดลอง

จะเกิดเสียงระเบิด ฝาครอบป้องกันกระเด็นออก

ชุดการสอน วิกิคอร์ส

เรื่อง สุ่วภาศ

ตอนที่ 4 การส่งยานอวกาศ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 2 นักเรียนทำการทดลองเรื่องการระเบิดของหัวไม้ขีดไฟเวลา 30 นาทีขั้นตอน

1. กรู้นำการอภิปรายถึงวิธีทดลองและข้อควรระวังในการทดลอง
2. นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนในคู่มือครู
3. นักเรียนอภิปรายผลที่เกิดจากการทดลอง และสรุปทดลองในคู่มือนักเรียน

สื่อ

อุปกรณ์การทดลองทั้งรายละเอียดในคู่มือนักเรียน

ชุดการสอนวินิการ์ 8 เรื่อง สื่อภาพ

ตอนที่ 4

การส่งยานอวกาศ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 3 ครูอธิบายสรุปโดยใช้แผ่นโปสเตอร์แสดงการเคลื่อนที่ของบั้งไฟ
กับจรวด

เวลา

10 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำผลการทดลองมาสรุป แล้วยกสถานการณ์ถึงการส่งจรวด
2. นำเสนอแผ่นโปสเตอร์เปรียบเทียบให้เห็นลักษณะการเคลื่อนที่
ของจรวดกับบั้งไฟ
3. นักเรียนร่วมเสนอแนวความคิดพัฒนาการส่งจรวด

สื่อ

แผ่นโปสเตอร์แสดงการเปรียบเทียบบั้งไฟกับจรวด

ชุดการสอน วิทยาศาสตร์ เรื่อง อวกาศ

ตอนที่ 4

การส่งยานอวกาศ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 4 ครูสาธิตการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้แรงเสียดทาน

เวลา

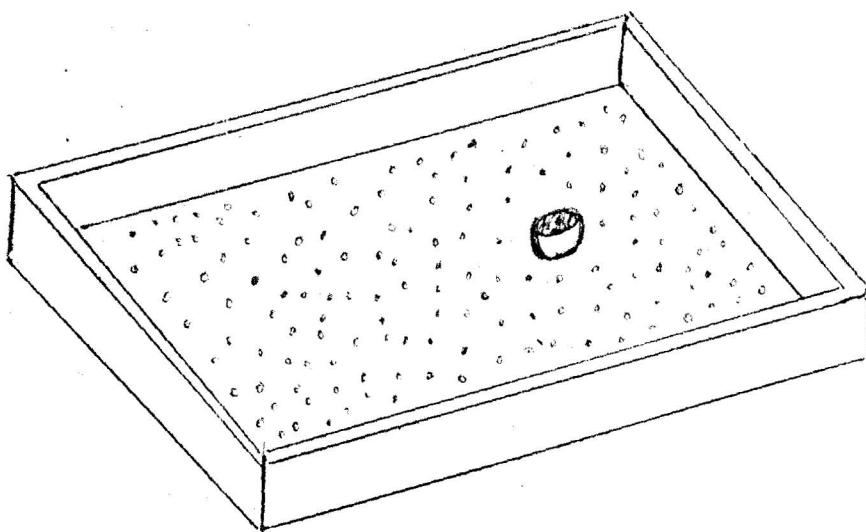
10 นาที

ขั้นตอน

1. ครูเสนออุปกรณ์ชุดการเคลื่อนที่โดยใช้แรงเสียดทานบนลาด
ไว้แรงเสียดทาน
2. นักเรียนอภิปรายเสนอแนวคิดเกี่ยวกับแรงเสียดทานและภาวะ
ไว้แรงเสียดทาน

สื่อ

ลูกบอล , เม็คลูกปัด , แท่งไม้



วิธีทดลอง

1. เทลูกปัดลงบนถาดไม้
2. นำแท่งไม้มาวางบนลูกปัด
3. ออกแรงผลักแท่งไม้เบา ๆ สังเกตการเคลื่อนที่
4. ทดลองผลักลูกปัดชนสิ่งกีดขวาง สังเกตผล

ผลการทดลอง

แท่งไม้จะเคลื่อนที่อย่างไม่หยุดนิ่ง เนื่องจากไร้แรงเสียดทาน

ชุดการสอน มินิเจอร์ส เรื่อง สื่อเวลา

ตอนที่ 4

การส่งยานอวกาศ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 5 ครูอธิบายถึงแรงเสียดทานและกฎของนิวตันประกอบแผ่นโปรงใส

เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำผลของการสาธิตเรื่องการเคลื่อนที่โดยใช้แรงเสียดทานมาสรุปตามกฎของนิวตัน
2. ครูอธิบายเรื่องแรงเสียดทานและกฎของนิวตันโดยใช้แผ่นโปรงใสให้นักเรียนศึกษาจากแผ่นโปรงใสและในคู่มือนักเรียน
3. นักเรียนอภิปรายสรุปกฎของนิวตัน โดยครูใช้คำถาม
 - กฎของนิวตันแต่ละข้อ อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร
 - ภาวะการเคลื่อนที่ของยานอวกาศ จะออกแบบจรวด ยานอวกาศอย่างไร ที่จะทำให้การเคลื่อนที่ง่ายขึ้น

สื่อ

แผ่นโปรงใส แสดงเรื่องกฎของนิวตัน

กฎของนิวตันข้อที่ 1

วัตถุจะรักษาสภาพอยู่นิ่ง หรือสภาพการเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ
เป็นทางตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ

กฎของนิวตันข้อที่ 2

ความเร่งของวัตถุเป็นปริมาณโดยตรง และทิศทางเดียวกับแรง (ลัทธิ)
ที่กระทำต่อวัตถุ และเป็นปริมาณผกผันกับมวลของวัตถุ

กฎของนิวตันข้อที่ 3

ทุกแรงกิริยาย่อมมีแรงปฏิกิริยา ซึ่งมีขนาดเท่ากันและทิศตรงข้ามกันเสมอ

ชุดการสอน วิกิคอร์ส เรื่อง สื่อภาษา

ตอนที่ 4

การส่งยานอวกาศ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 6 นักเรียนเขียนรายงานและทำแบบฝึกหัด

เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. นักเรียนลงมือเขียนรายงานและทำแบบฝึกหัดที่มอบหมายในคู่มือนักเรียน
2. ครูคอยดูแลให้คำปรึกษา

สื่อ

คู่มือนักเรียน

ชุดการสอน มิกเซอร์ส เรือง สู้วภาพ

ตอนที่ 4 การส่งยานอวกาศ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 7 นักเรียนศึกษาจาก วิดีโอเทปเรื่อง หลักการส่งดาวเทียมโคจรรอบโลก

เวลา 10 นาที

- ขั้นตอน
1. ครูเสนอ วิดีโอ เรื่อง หลักการส่งดาวเทียมโคจรรอบโลก
 2. นักเรียนศึกษาจากวิดีโอเทป

สื่อ วิดีโอเทป เรื่อง หลักการส่งดาวเทียมโคจรรอบโลก

ชุดการสอน วิกิเฮอร์ส เรื่อง อนุวาทศาสตร์

ตอนที่ 4 การส่งยานอวกาศ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 8 นักเรียนทำการทดลองเรื่องการตกของวัตถุ

เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำผลจากการศึกษา วิดีโอเทป เรื่องหลักการส่งดาวเทียมโคจรรอบโลก มาอภิปรายเพื่อนำสู่การทดลอง
2. นักเรียนอภิปรายถึงวิธีการทดลอง
3. นักเรียนทำการทดลองเรื่องการตกของวัตถุ
4. อภิปรายสรุปผลลงในคู่มือนักเรียน

สื่อ

อุปกรณ์การทดลองเรื่องการตกของวัตถุ ตามรายการในคู่มือนักเรียน

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง อวกาศ

ตอนที่ 4

การส่งยานอวกาศ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 9 ครูอภิปรายเรื่องความเร็วโคจรรอบโลก ความเร็วหลุดพ้นโดยใช้
แผ่นโปรงใส

เวลา

20 นาที

ขั้นตอน

1. ครูอธิบายถึงความเร็วโคจรรอบโลก และความเร็วหลุดพ้นตามหัวข้อในแผ่นโปรงใส
2. นักเรียนศึกษาและร่วมกันอภิปราย
3. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องความเร็วโคจรรอบโลกและความเร็วหลุดพ้น ในคู่มือนักเรียน

สื่อ

แผ่นโปรงใส แสดงความเร็วโคจรรอบโลกและความเร็วหลุดพ้น

ชุดการสอน มินิเทอร์ส เรื่อง สู่อวกาศ

ตอนที่ 4 การส่งยานอวกาศ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรมที่ 9 ครูอภิปรายเรื่องความเร็วโคจรรอบโลก ความเร็วหลุดพ้นโดยใช้
แผ่นโปร่งใส

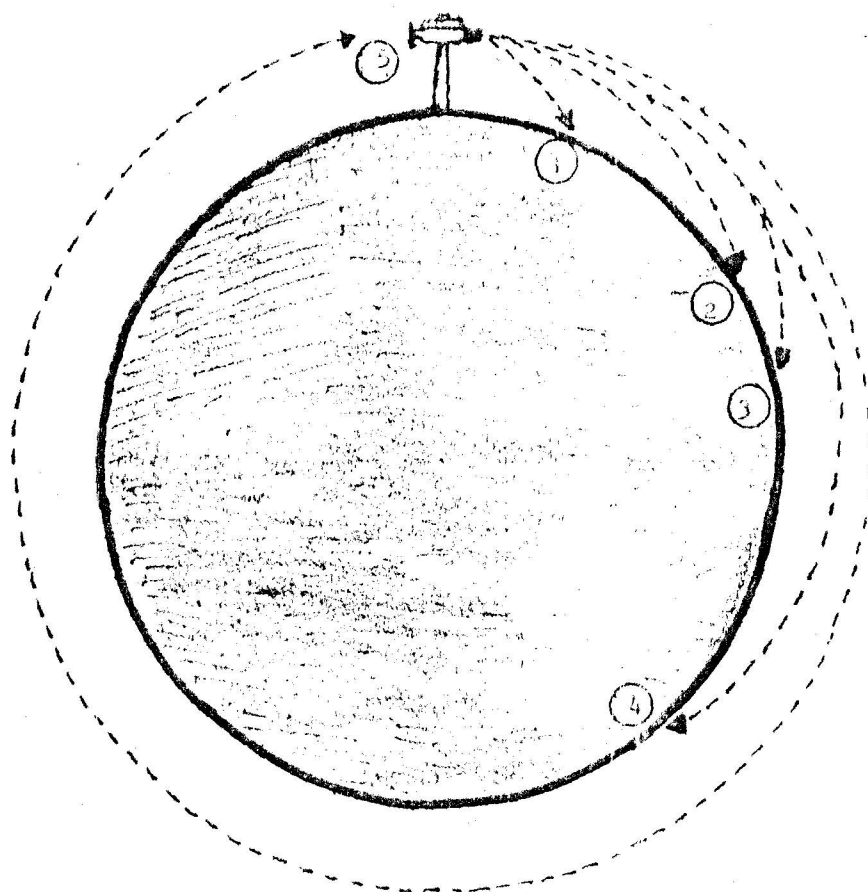
เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. ครูอธิบายถึงความเร็วโคจรรอบโลก และความเร็วหลุดพ้น
ความห้วงข้อในแผ่นโปร่งใส
2. นักเรียนศึกษาและร่วมกันอภิปราย
3. นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องความเร็วโคจรรอบโลกและความเร็ว
หลุดพ้น ในคู่มือนักเรียน

สื่อ

แผ่นโปร่งใส แสดงความเร็วโคจรรอบโลกและความเร็วหลุดพ้น



ชุดการสอน มิกเกอร์ส เรื่อง ส้ววกาศ

ตอนที่ 5

สภาพชีวิตในอวกาศ

เวลา 1 คาบ

กิจกรรมที่ 1 นักเรียนทำการทดลองเรื่องสภาพไร้น้ำหนัก

เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำการอภิปรายถึงสภาพไร้น้ำหนัก
2. ครูอธิบายถึงวิธีการทดลองสภาพไร้น้ำหนัก
3. นักเรียนศึกษาวิธีการทดลอง และ ทำการทดลองเรื่องสภาพไร้น้ำหนัก ตามวิธีในกลุ่มนักเรียน
4. นักเรียนอภิปรายสรุปผลการเกิดสภาพไร้น้ำหนัก และบันทึกลงในกลุ่มนักเรียน

สื่อ

อุปกรณ์ตามรายการ ในคู่มือนักเรียน

ชุดการสอน มิกอร์ส เรื่อง สู่วาทศ

ตอนที่ 5

สภาพชีวิตในอวกาศ

เวลา 1 คาบ

กิจกรรมที่ 2 นักเรียนศึกษาจากสไลด์ เรื่องสภาพชีวิตในอวกาศ

เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. ครูสรุปสภาพไร้น้ำหนักจากการทดลองแล้วนำสู่การเริ่มเรื่อง-
สภาพชีวิตในอวกาศ
2. ครูนำเสนอสไลด์ เรื่องสภาพชีวิตในอวกาศ
3. นักเรียนศึกษาจากสไลด์ เรื่องสภาพชีวิตในอวกาศ

สื่อ

สไลด์ชุด สภาพชีวิตในอวกาศ

บทบรรยายประกอบสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ชุด "สภาพชีวิตในอวกาศ"

(ความยาว 20 นาที สไลด์ 26 ภาพ)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
01. สภาพชีวิตในอวกาศ โดย ชาติชัย วิโรจนะ	(ดนตรี)
02. สถานีอวกาศ	สถานีอวกาศในอนาคต ที่สหรัฐอเมริกาจะส่งขึ้น ประจำอยู่ในห้วงอวกาศเหนือจากพื้นโลก 316 ไมล์
03. ยานเชอร์เวเยอร์ 1	ยานเชอร์เวเยอร์ 1 เป็นยานอวกาศที่ไม่มีโคคนควบคุม ลำแรกของอเมริกาที่ถูกบังคับจากสถานีภาคพื้นดินให้ ลงจอดบนดวงจันทร์เป็นผลสำเร็จ เมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 1966 ในยานนี้เป็นภาพขณะทำการทดลองที่ ศูนย์อวกาศจอห์นสัน
04. ภายในส่วนหัวของยาน เมอร์คิวรี	ภายในส่วนหัวของยาน เมอร์คิวรี ซึ่งเป็นยานลำที่นำ มนุษย์อวกาศ อลัน บี เชพเพิร์ด ขึ้นสู่อวกาศเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 1961
05. ยานโคลัมเบีย	ยานโคลัมเบียขณะกำลังเตรียมจะส่งขึ้นสู่อวกาศที่ แหลมคานาเวอรัล สหรัฐอเมริกา ซึ่งยานลำนี้ถูกส่ง ขึ้นสู่อวกาศครั้งแรกเมื่อวันที่ 12 เมษายน 1981
06. หอควบคุมการบินในศูนย์ อวกาศจอห์นสัน	ภายในหอควบคุมการบินในศูนย์อวกาศจอห์นสัน ใน ยี่สิบต้นจอภาพแต่ละจอที่เห็นจะรายงานถึงทิศทางและ ระยะทางระหว่างการเดินทางของยานอวกาศกับสถานี

หมายเลขไฟล์	บทบรรยาย
	ภาคพื้นดิน โดยมีผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องติดตามการปฏิบัติการของมนุษย์อวกาศ นอกจากหอคอยควบคุมการบินแล้วภายในบริเวณศูนย์อวกาศจอห์นสันยังมีสถานที่และห้องทดลองหลาย ๆ ห้องในสภาพไร้น้ำหนักที่สร้างขึ้นให้มีสภาพคล้ายกับดาวเคราะห์ที่มีโครงการจะไปสำรวจและเข้าศูนย์ฝึกนักบินอวกาศที่จะส่งไปปฏิบัติงานในหลาย ๆ โครงการด้วย
07. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นาซา	ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ขององค์การนาซาที่พาซาเดนา อเมริกา ซึ่งเตรียมสำหรับยานวอยาเจอร์ 1 ซึ่งจะทำการสำรวจดาวเสาร์ ซึ่งเป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่รองจากดาวพฤหัสบดี มีดวงจันทร์เป็นบริวาร 10 ดวงมีวงแหวน 3 ชั้น แต่ละชั้นหนา 10 กิโลเมตร ประกอบไปด้วยหินและอนุภาคแข็ง
08. ยานสกายแลป	ภายในยานสกายแลปขณะที่นายแพทย์โจ เกอวิน กำลังทำให้นักมนุษย์อวกาศนีล อาร์มสตรอง ซึ่งกำลังห้อยโหนอยู่ภายในตัวยาน
09. ยานสกายแลป	มนุษย์อวกาศเกอร์รี คาร์ กำลังสาธิตถึงการยกตัวมนุษย์อวกาศ เอ็ด คิมสัน วาง่ายคายนและเขาเพียงคนเดียวขึ้นเพียงนิ้วเดียว ในสภาพไร้น้ำหนัก
10. ห้องอาบน้ำในอวกาศ	มนุษย์อวกาศแจ็ก จูสม่า สาธิตการอาบน้ำในอวกาศภายในยานสกายแลป ที่มีสภาพไร้น้ำหนัก
11. การรับประทานอาหาร	มนุษย์อวกาศโจเซฟ ฟิงสเลเดน สาธิตการรับประทานอาหารซึ่งกำลังลอยอยู่ภายในยาน

หมายเลขโลก	หมายเหตุ
12. ท่านอนในอวกาศ	เวลามนุษย์อวกาศนอนจะใช้วิธีกอดคอก และมัดตัวติดกับเข็มขัดยาน
13. มนุษย์อวกาศ	มนุษย์อวกาศขณะกำลังฝึกการใช้เครื่องมือที่จะนำไปดวงจันทร์ในศูนย์ฝึกอบรมอวกาศ เนเนค ในรัฐฟลอริดา
14. มนุษย์คนแรกที่ถูกส่งขึ้น	ยูริ กาการิน นักบินอวกาศชาวรัสเซีย โดยยานอวกาศที่ชื่อ วอสต็อก 1 เมื่อวันที่ 12 เมษายน # 1961
15. มนุษย์คนแรกบนดวงจันทร์	นีล อาร์มสตรอง นักบินอวกาศชาวอเมริกัน โดยยานอพอลโล 11 เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 1969
16. มนุษย์อวกาศ บัซ อัลดริน	มนุษย์อวกาศ บัซ อัลดริน จากยานอพอลโล 11 ขณะกำลังลงมาจากยานอวกาศสู่พื้นผิวดวงจันทร์ในปี 1969
17. อัลดริน ทักทายเครื่องมือ	มนุษย์อวกาศอัลดรินกำลังติดตั้งเครื่องมือที่จะใช้ในการปฏิบัติงานสำรวจดวงจันทร์ โกลด์ ๑ ข่ายยานอวกาศ
18. มนุษย์อวกาศคนแรกที่เดินในอวกาศ	มนุษย์อวกาศคนแรกที่เดินในอวกาศ คือ เอ็ดเวิร์ด ไวท์ ทดลองเดินในอวกาศในความสูง 120 ไมล์ จากพื้นโลก
19. มนุษย์ที่ออกไปไกลจากโลกมากที่สุด	กัปตันเจมส์ โลเวลล์ (คนทางซ้าย) และเฟรดเคิร์ทไฮส์ (คนทางขวามือ) จากยานอพอลโล 13 ได้เดินทางออกไปไกลจากพื้นโลกมากที่สุด คือทั้งสองอยู่ไกลจากพื้นโลก 400,171 กิโลเมตร
20. สุนัขโลกา	สิ่งมีชีวิตรายแรกที่ยืนในสูทอวกาศ คือสุนัขชื่อโลกา เดินทางไปโดยยานอวกาศที่ชื่อสปุตนิก 2 ของรัสเซีย เมื่อวันที่ 3 พฤศจิกายน 1957 มันอยู่ได้ 7 วันแล้วตาย

หมายเลขใดก็ได้	บทบรรยาย
25. ชุดห้องอากาศ	สำหรับมนุษย์อวกาศที่ปฏิบัติงานนอกตัวยานจะใช้ชุดห้องอากาศ ที่เห็นในภาพคือมนุษย์อวกาศมีลม ๗ จีวค ขณะเดินห้องอากาศ โกลข้างศอกขวาถือ เข็มขัดนิรภัยเส้น 2 เส้นที่คล้องอยู่ด้านหน้าทรวงอกคือเส้นสัญญาณแสงที่จะสว่างขึ้นเป็นสัญญาณเตือนถ้าเกิดการลุกไหม้ขึ้น กล้องถ่ายรูปถูกรัดไว้เหนือสายคาดเอว ส่วนเครื่องตรวจสอบอยู่ได้ข้อต่อด้านซ้ายมือที่อยู่ใต้แขนของนักบินก็ถือติดอยู่กับที่ติดทางด้านหลังคือถังอากาศ
26. นักเรียนจะเดินทาง ไปอวกาศจะออกแบบชุด อวกาศอย่างไร	(คิดวิธี)

ชุดการสอน มินิเทอร์ส

เรื่อง ผู้เวลา

ตอนที่ 5

สภาพชีวิตในอวกาศ

เวลา 1 คาบ

กิจกรรมที่ 3

เขียนรายงานออกแบบชุดนักบินอวกาศ

เวลา

10 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำความรู้ สภาพชีวิตในอวกาศมาอภิปราย
2. ครูอธิบายถึงชุดนักบินอวกาศ ตามภาพในคู่มือนักเรียน
3. นักเรียนเขียนรายงาน การออกแบบชุดนักบินอวกาศ
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่องสภาพชีวิตในอวกาศในคู่มือนักเรียน

สื่อ

คู่มือนักเรียน

ชุดการสอน มินิคอร์ส

เรื่อง สื่อวาทศ

ตอนที่ 6 การสำรวจดวงจันทร์และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจดวงจันทร์ เวลา 2 คาบ

กิจกรรมที่ 1 ครูนำเสนอแผ่นโปรงใสแสดงวิวัฒนาการการสำรวจดวงจันทร์

เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. ครูเสนอแผ่นโปรงใสแสดงวิวัฒนาการการสำรวจดวงจันทร์
2. ครูอธิบายประกอบภาพจากแผ่นโปรงใส
3. นักเรียนทำการศึกษาจากแผ่นโปรงใส แล้วทำแบบฝึกหัด

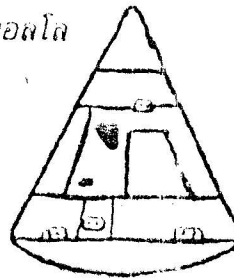
ลงในคู่มือนักเรียน

สื่อ

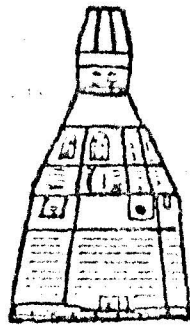
แบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

แผ่นโปรงใสแสดงวิวัฒนาการการสำรวจดวงจันทร์

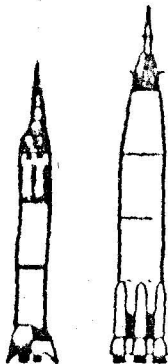
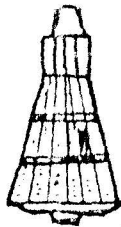
ยานอะพอลโล



ยานเจมินี



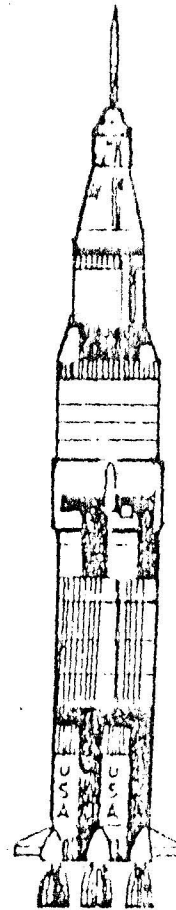
ยานเพอร์คิวเวีย



จรวดเรดสโตนและแอตลาส

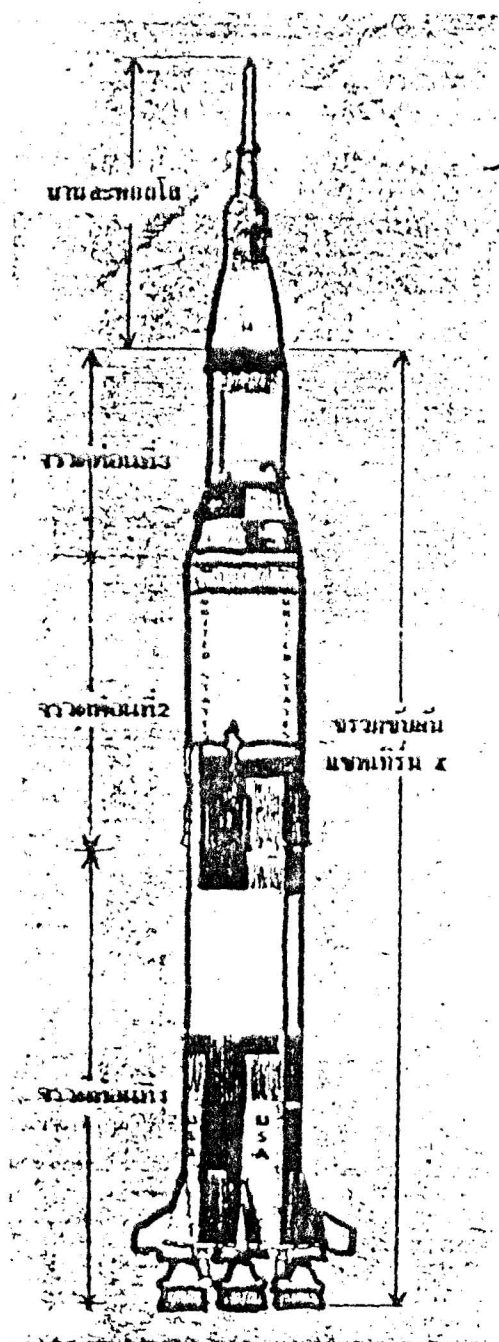


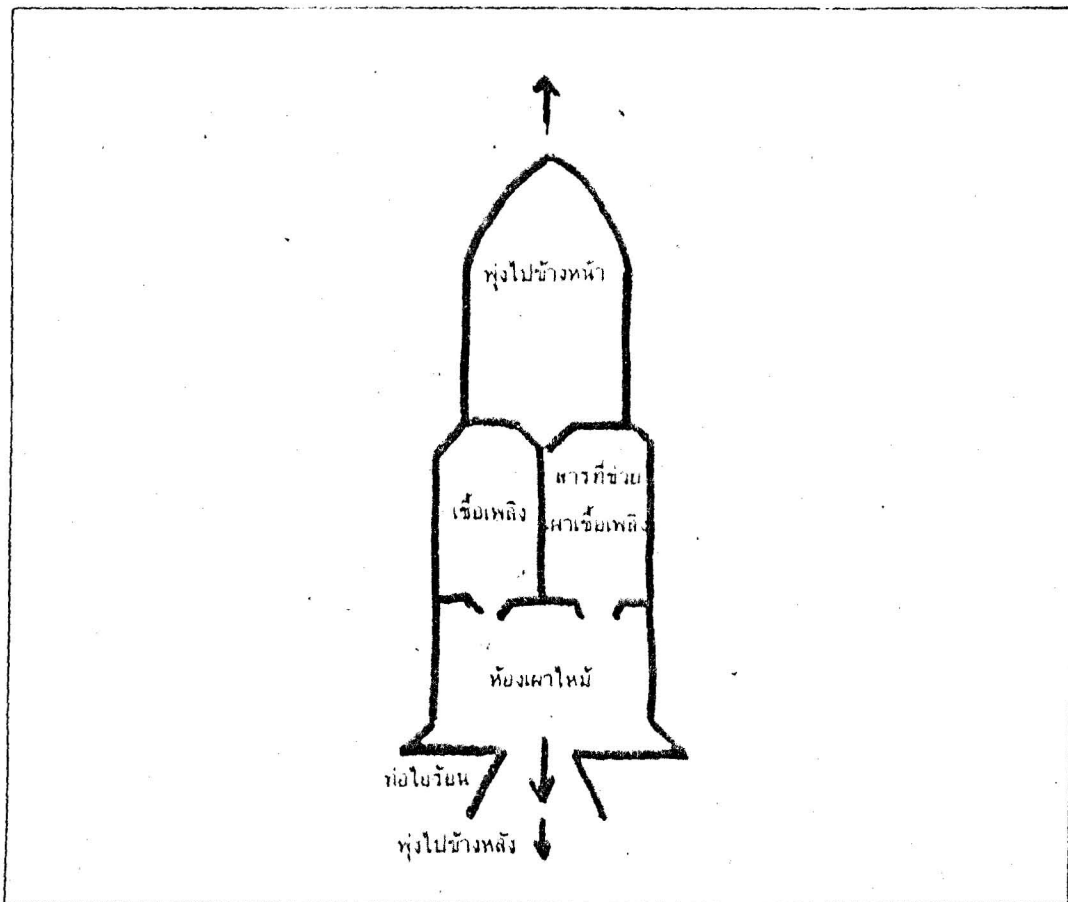
จรวดไททัน



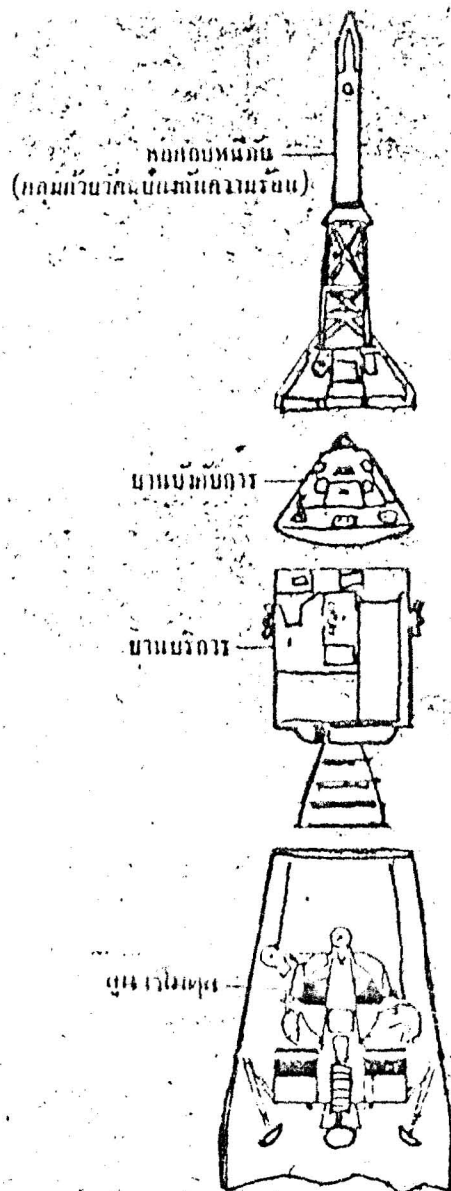
จรวดแซทเทิร์น 5

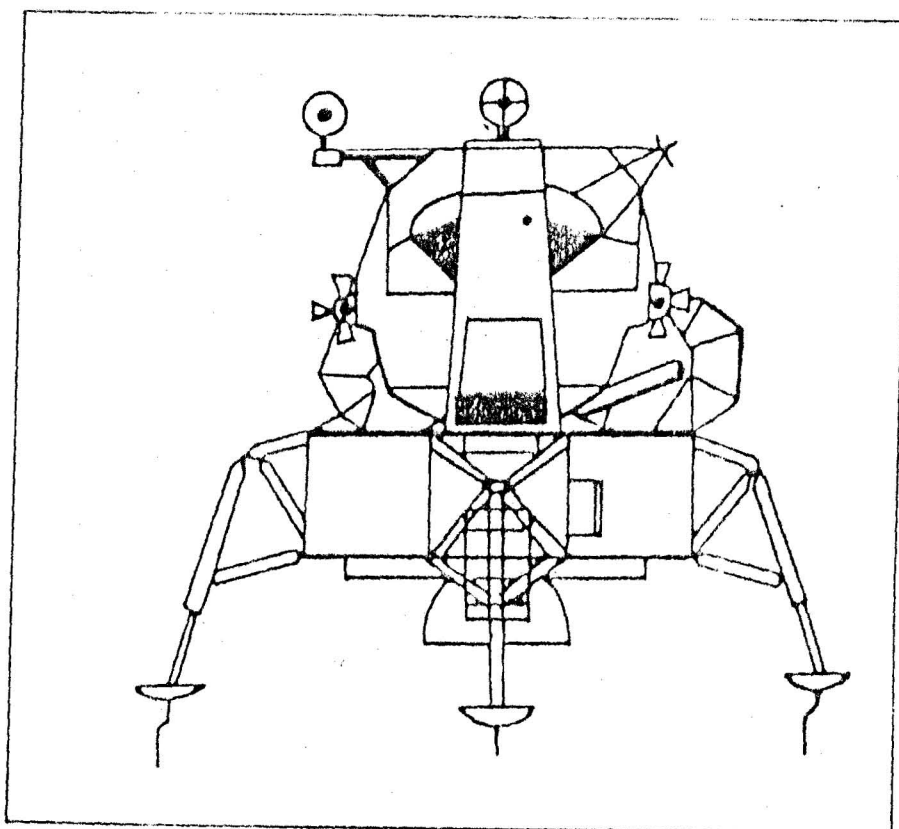
ยานอวกาศและจรวดนำส่ง



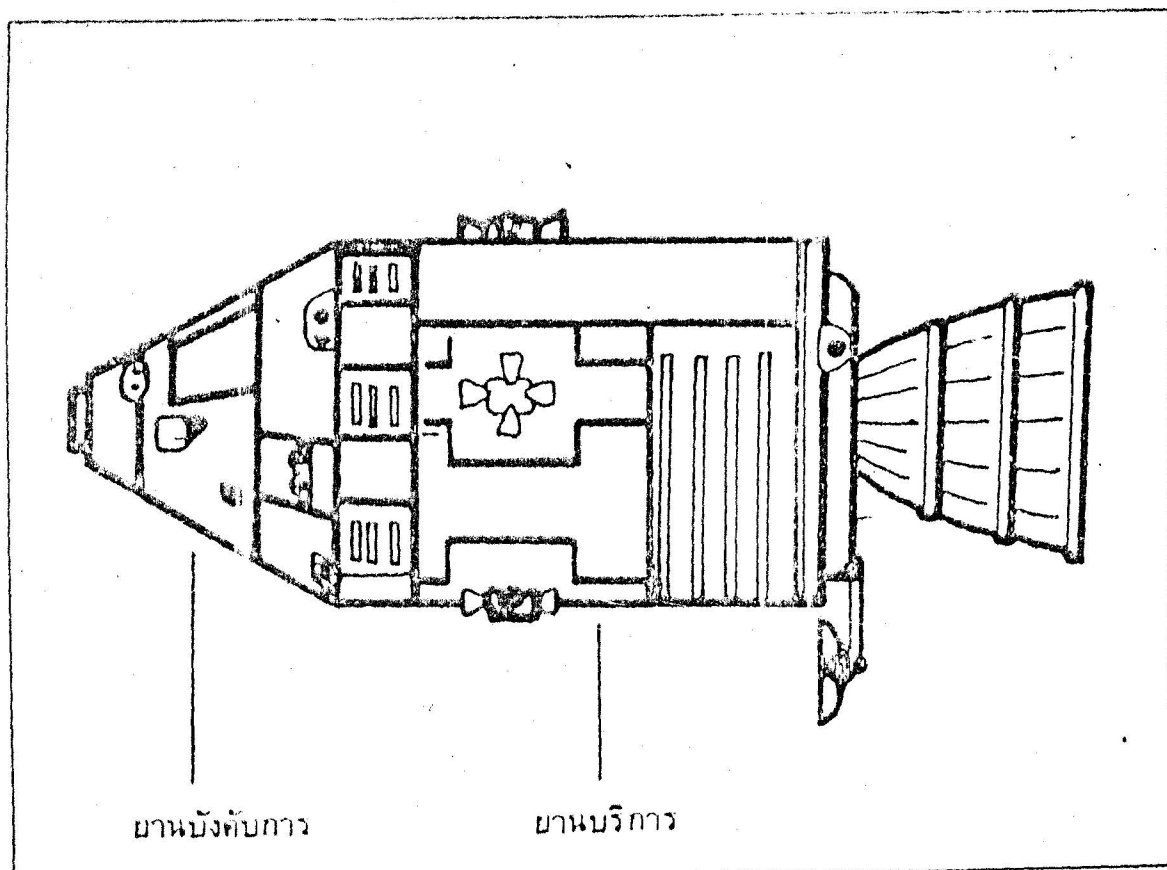


หลักการและองค์ประกอบของจรวท

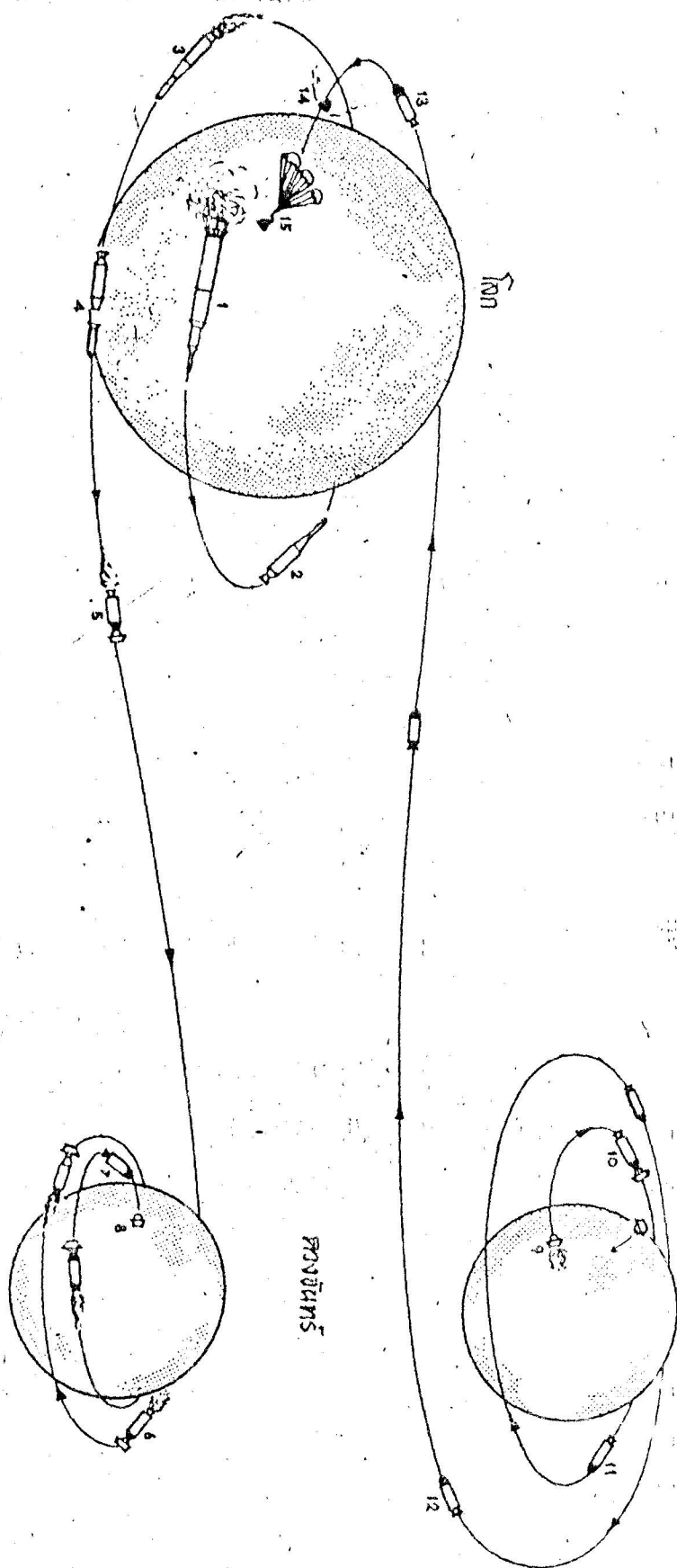




ยานลงดวงจันทร์



ยานบริการ และยานบังคับการ



ขั้นตอนที่สำคัญ 15 ขั้นตอนในการเดินทางไปและกลับจากดวงจันทร์

1. จรวดขีปนาวุธ 5 ขั้นจากหอกลาเนเวอร์ล รัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา
2. ตรวจสอบการเตรียมพร้อมของยานขณะวนรอบโลก
3. ติดจรวดท่อนที่ 3 เพื่อออกจากวงโคจรรอบโลกมุ่งไปยังดวงจันทร์
4. ปลดจรวดท่อนที่ 3 ออก
5. ติดจรวดยานบริการเพื่อปรับทิศทางไปยังดวงจันทร์
6. ยานบริการหมุนกลับติดจรวดลดความเร็วเพื่อเข้าสู่วงโคจรรอบดวงจันทร์
7. ยานบริการหมุนกลับให้ยานลงดวงจันทร์เข้าเฝ้าเพื่อเตรียมจะแยกจากกัน
8. ยานบริการบังคับการแยกจากยานลงดวงจันทร์
9. ยานลงดวงจันทร์ลงสัมผัสผิวดวงจันทร์ในขณะที่ยานบริการบังคับการโคจรไปรอบดวงจันทร์
10. ยานลงดวงจันทร์ส่วนบนเข้ากับแนวอากาศเข้ามายังยานบริการบังคับการ
11. ยานลงบนดวงจันทร์ส่วนบนถูกสลัดทิ้ง เหลือแต่ยานบริการบังคับการ
12. ยานบริการบังคับการติดจรวดเพิ่มความเร็วเพื่อออกจากวงโคจรของดวงจันทร์มุ่งสู่โลก
13. ยานบริการบังคับการมุ่งสู่โลก
14. ยานบังคับการแยกออกจากยานบริการ
15. ยานบังคับการลงสู่มหาสมุทรแอตแลนติก

ชุดการสอน วินิคอร์ส เรื่อง ผู้อวกาศ

ตอนที่ 6 การสำรวจดวงจันทร์และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ เวลา 2 คาบ

กิจกรรมที่ 2 นักเรียนเขียนรายงานเรื่องการสำรวจดวงจันทร์ในอนาคต

เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำการอภิปราย การสำรวจดวงจันทร์
2. นักเรียนเขียนรายงานการสำรวจดวงจันทร์ในอนาคต
ตามแนวความคิดของนักเรียน

สื่อ

แบบฟอร์มการเขียนรายงาน

ชุดการสอน วิกิคอร์ส เรื่อง สื่อวาท

ตอนที่ 6 การสำรวจดวงจันทร์และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ เวลา 2 คาบ

กิจกรรมที่ 3 ศึกษาจากสไลด์ เรื่องวิวัฒนาการและความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

เวลา 30 นาที

- ขั้นตอน
1. ครูเสนอสไลด์ เรื่องวิวัฒนาการและความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ
 2. นักเรียนศึกษาจากสไลด์

สื่อ สไลด์เรื่อง วิวัฒนาการและความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

บทบรรยายประกอบสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ชุด "ความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ"
(ความยาว 30 นาที สไลด์ 55 ภาพ)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
01. "ความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ" โดย ชาติชัย วิโรจน์	
02. ระบบสุริยะ	ระบบสุริยะคือกลุ่มของดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และอุกกาบาต ซึ่งถูกแรงโน้มถ่วงดึงดูดให้โคจรรอบดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นศูนย์กลางดาวเคราะห์ทั้ง 9 ดวงเรียงตามลำดับใกล้ไปจนถึงไกลจากดวงอาทิตย์คือ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูนและดาวพลูโต ดาวเคราะห์ทั้ง 9 ดวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ดาวบริวารของดาวเคราะห์ส่วนใหญ่ได้แก่วานา เซอราฟิลา พันทันยา และบริวารของดาวพฤหัสบดี 4 ดวง ดาวเสาร์ 1 ดวงและของดาวเนปจูน 1 ดวง
03. ดวงอาทิตย์	ดวงอาทิตย์จุดศูนย์กลางของจักรวาลเป็นกลุ่มก๊าซซึ่งรวมตัวกันโดยมีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากโลกประมาณ 149.6 ล้านกิโลเมตร ภาวน์ถ่ายโดยยานสกายแลป โดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ต

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
04. ดาวพฤหัสบดีและบริวาร	ดาวพฤหัสบดีและดวงจันทร์บริวาร 4 ดวงที่เห็นได้ชัดเจนเป็นภาพถ่ายมาโดยยานวอยาเจอร์ 1 ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ มีดวงจันทร์บริวาร 12 ดวง 4 ดวงที่เห็นกาลิเลโอเป็นผู้ค้นพบในปี 1610 โดยกล้องโทรทรรศน์ที่เขาสร้างเอง
05. ดาวอังคาร	ขณะที่ยานไวกิงลงจอดเพื่อเก็บตัวอย่างดินและหินนอกเหนือไปจากภารกิจในการตรวจสอบและวิเคราะห์บรรยากาศของดาวอังคาร ในปี 1965
06. ดวงจันทร์ของดาวเสาร์	ภาพที่เห็นนี้ถ่ายโดยยานวอยาเจอร์ 1 และ 2 เป็นดวงจันทร์ 8 ดวงในจำนวน 10 ดวงของดาวเสาร์ มีชื่อตั้งคือ แดวอน ดิอาน, มิทาส, ทีไทร์, และไทโตน แอลล่าง, จูปีเตส, เอนซีดาตัส, เรียร์ และฟีบี
07. เสาอากาศขนาดยักษ์	เสาอากาศขนาดยักษ์เป็นเครื่องรับสัญญาณระหว่างยานอวกาศกับสถานีอวกาศภาคพื้นดิน ยานอวกาศจะส่งสัญญาณเป็นรหัสกลับลงมา เครื่องแบบนี้เป็นแบบเดียวกับที่สถานีภาคพื้นดินใช้ติดต่อ กับยานอพอลโลที่ไปดวงจันทร์
08. มารีเนอร์ 10	ยานมารีเนอร์ 10 ถูกส่งไปยังดาวศุกร์ก่อนเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2516 แล้วอาศัยแรงดึงดูดของดาวศุกร์เพื่อเหวี่ยงยานต่อไปยังดาวพุธ ยานไปถึงวงโคจรของดาวพุธเมื่อ 29 มีนาคม 2519 โดยโคจรห่าง 694 กิโลเมตร จากนั้นยานโคจรไปรอบดวงอาทิตย์และกลับมาผ่านดาวพุธอีกครั้งในทุก ๆ 6 เดือน ในครั้งที่ 3 ที่ผ่านเข้าใกล้ดาวพุธเมื่อ 16 มีนาคม 2518 มีระยะห่างเพียง 288 กิโลเมตร ยานถ่ายภาพดาวพุธพบพื้นผิวขรุขระเต็มไปด้วย

หมายเลขโล่	บทบรรยาย
	หลุมอุกกาบาตคล้ายผิวหวงวันห์ วัตถุหนุมิพื้นผิวสูงถึง 400 องศาเซลเซียส สนามแม่เหล็กของดาวหุณีความเข้มน้อยกว่าสนามแม่เหล็กโลกราว 100 เท่า การมีสนามแม่เหล็กแสดงว่าแกนกลางดาวหุณีประกอบด้วยธาตุเหล็กร้อนระอุคล้ายโลก
09. ยานไพโอเนียร์-วินัส	ยานไพโอเนียร์-วินัส 1 ออกเดินทางจากศูนย์อวกาศเคนเนดี รัฐฟลอริดา เมื่อ 20 พฤษภาคม 2521 ไปเข้าวงโคจรรอบดาวศุกร์เมื่อ 4 พฤษภาคม 2521 นวนรอบดาวศุกร์จากซ้ายเหนือถึงขวาได้ ยานอวกาศส่งข้อมูลเกี่ยวกับอวกาศ ถ่ายภาพเมฆและทำแผนที่รุทรวงสัณฐานดาวศุกร์ โดยส่งสัญญาณเรดาร์เจาะทะลุเมฆลงไปยังพื้นผิวพบว่าดาวศุกร์มีหุบเหวยาวเป็นเส้น ๆ กิโลเมตร และพื้นที่สูงที่เทือกเขาหลายแห่ง แต่พื้นผิวดาวศุกร์ดูราบเรียบกว่าที่เคยคิดไว้
10. ยานไพโอเนียร์-วินัส 2	ยานไพโอเนียร์-วินัส 2 ถูกส่งติดตามยานไพโอเนียร์วินัส 1 ไปในวันที่ 7 สิงหาคม 2521 ไปถึงดาวศุกร์ 9 ธันวาคม 2521 แล้วปลดแยกตัวออกเป็น 5 ลำ คือ 1 ลำใหญ่ 3 ลำเล็กกับยานบรรทุก 1 ลำ ยานบรรทุกปล่อยยานลำเล็กลงสู่พื้นผิวตำแหน่งต่าง ๆ กัน โดยมียาน 2 ลำลงทางภาคกลางคืนและอีก 2 ลำลงทางภาคกลางวัน ยานอวกาศผ่านบรรยากาศหนาที่บของดาวศุกร์ลงไปตรวจพบว่ามีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงถึง 93% บรรยากาศเต็มไปด้วยไอของกำมะถันความกดดันบรรยากาศสูงเป็น 100 เท่าของบนโลกอุณหภูมิสูงราวเกือบ 500 องศาเซลเซียส และยังมีแก๊สไนโออันกับอาร์กอน ซึ่งเป็นแก๊สเฉื่อยหายากมีปริมาณสูงว่าที่ตรวจพบบนโลกถึง 300 เท่าทำให้น่าคิดว่าดาวศุกร์อาจมีองค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ จากดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ ก็เป็นไปได้

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
11. ยานไวกิง	สหรัฐอเมริกาส่งยานไวกิงไปสำรวจดาวอังคารโดยมีจุดประสงค์สำคัญคือเพื่อศึกษาว่าบนดาวอังคารมีสิ่งมีชีวิตหรือไม่ ยานไวกิงประกอบด้วยยานโคจรหรือยานลำแม่ ก้อนส่วนบนนี้แผ่รังสีแสงแคดกับยานลงพื้นดิน หรือยานลำลูกซึ่งถูกเก็บไว้ภายในโล่ชีวะคอนล่าง เมื่อยานไวกิงเข้าสู่วงโคจรรอบดาวอังคารหลายรอบและนักวิทยาศาสตร์กำหนดที่ตั้งยานลำลูกได้แล้ว ยานลำลูกจึงถูกบังคับให้แยกตัวออกจากยานลำแม่เพื่อลงจอดบนพื้นดินดาวอังคาร ส่วนยานลำแม่ยังคงโคจรอยู่รอบ ๆ เพื่อถ่ายภาพทำแผนที่ดาวอังคารจากอวกาศ ศึกษาบรรยากาศและหาพื้นที่เป็นสถานที่ถ่ายหอดูดาววิทยุรายงานข้อมูลกลับมายังโลกด้วย
12. ยานไวกิง	เมื่อยานลำลูกแยกตัวออกจากยานลำแม่ถึงลงสู่พื้นดินดาวอังคารในบริเวณที่นักวิทยาศาสตร์เลือกไว้แล้ว โล่ชีวะจะถูกปลดทิ้งไป มีร่มชูชีพชะลอความเร็วพายานถึงลงสู่พื้น อาศัยจรวดยังความเร็วขณะใกล้จะถึงพื้น ยานจึงลงจอดบนพื้นดาวอังคารอย่างนุ่มนวลปลอดภัย ยานลงพื้นดินหนัก 1,120 กิโลกรัมกว้าง 3 เมตร สูง 1 เมตร มีกล้องถ่ายภาพ 2 กล้อง ติดอยู่บนยอด ยานคล้ายตาคน แขนกลยาว 3 เมตร หาค้นหาที่ตกดินเข้าห้องทดสอบชีวภาพเพื่อวิเคราะห์หาสิ่งมีชีวิตในดินดาวอังคาร
13. ยานวอยเอเจอร์	ยานวอยเอเจอร์ 1 และ 2 ถูกส่งไปสำรวจดาวเคราะห์รอบนอกของระบบสุริยะนับจากดาวพฤหัสบดีออกไป เมื่อผ่านดาวพฤหัสบดีไปแล้วยานทั้งสองจะเดินทางไปสำรวจดาวเสาร์และต่อไปยังยูเรนัส เนปจูนและต่อจากนั้นก็เลยออกไปนอก ระบบสุริยะ ยานวอยเอเจอร์มีกล้องถ่ายภาพที่มีประสิทธิภาพสูงมาก ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับต่าง ๆ อุปกรณ์ไมโครเวฟ จานเส้าอากาศขนาดกว้าง 12 ฟุต หาค้นหาที่ส่งคลื่นวิทยุรายงานข่าวกลับมายังโลกและมีแผ่นเสียงทองแดงขนาด 12 นิ้วบันทึก

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
	ภาพและเสียงของสรรพสิ่งบนโลก เช่นกำเนิดทารก มนุษย์เผ่าพันธุ์ต่าง ๆ คนตรีและคำท้าทายเป็นภาษาต่าง ๆ 55 ภาษา รวมทั้งภาษาไทยด้วย
14. วอยเอเจอร์ 2	วอยเอเจอร์ 2 ผ่านออกจากดาวเสาร์และบริวารตั้งแต่ 25 สิงหาคม 2524 กำลังมุ่งหน้าไปดาวยูเรนัสซึ่งกำหนดถึงดาวยูเรนัส 24 มกราคม 2529 ยานจะถ่ายภาพและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับดาวยูเรนัส วงแหวน 9 ชั้น และบริวาร 5 ดวงโดยผ่านเข้าไปใกล้ดวงจันทร์มีรีแคกับแอริลดวงที่อยู่ใกล้ดาวยูเรนัส และถ่ายภาพดวงจันทร์อุมบริด ดิคาเนียนและโอเบอรอนที่อยู่ห่างออกไปจากระยะใกล้ หลังจากนั้นยานจะโคจรมุ่งไปยังดาวเนปจูน คาดว่าจะถึงประมาณวันที่ 14 สิงหาคม 2532
15. ยานสำรวจดาวหาง	ดาวหางฮัลเลย์ที่กลับมาการโคจรรอบดวงอาทิตย์ทุกประมาณ 76 ปีเคยผ่านเข้ามาให้ชาวโลกได้เห็นมากกว่า 27 ครั้งแล้ว ครั้งสุดท้ายเมื่อปี 2528 ยานอวกาศหลายลำถูกเตรียมไว้เพื่อส่งไปสำรวจดาวหางฮัลเลย์ในครั้งนั้น ขณะเมื่อยานเข้าไปใกล้ดาวหางจะศึกษาอนุภาคประจำโน้ฟ้า สมองแม่เหล็ก กล้องโทรทรรศน์ทำการถ่ายภาพดาวหางจากระยะใกล้ เครื่องมือวัดรังสีเอกซ์ แกมมา ตรวจโครงสร้างห้วงอวกาศประกอบของใจกลางหัว และศึกษาลึกลงไปเพื่อตรวจหาโลหะที่อาจมีอยู่ในแกนกลางหัวดาวหางด้วย
16. ยานเสถียรภาพ	ยานเสถียรภาพก็กำลังปฏิบัติภารกิจในอวกาศของสหรัฐที่ส่งขึ้นไปโคจรรอบโลก น้ำหนัก 85 ตันยาว 256 เมตรส่งขึ้นไปเมื่อ 14 พฤษภาคม 2516 โคจรรอบโลกวันละ 15 รอบครั้งในระยะสูง 435 กิโลเมตรจากพื้นโลก โคจรรอบโลกรวม 34,981 รอบรวมเวลาอยู่ในอวกาศ 2,249 วัน ตกสู่โลกเมื่อ 11 กรกฎาคม 2522 ในมหาสมุทรอินเดีย ย่านทวีปออสเตรเลีย

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
	เป้าหมายสำคัญของโครงการสกายแลปคือ เพื่อศึกษาสภาพไร้น้ำหนักในอวกาศ สำนวตหัตถยาการธรรมชาติของโลกจากอวกาศถ่ายภาพดวงอาทิตย์และศึกษาวิถีของดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก ทดสอบสมรรถภาพของมนุษย์ในการอยู่ในอวกาศนานๆ มีนักบิน 3 คนต่อ 1 ชุด ชุดแรกอยู่บนาน 28 วัน ชุดต่อมา 59 และ 84 วันตามลำดับ
17. ยานขนส่งอวกาศ	ยานขนส่งอวกาศที่มีลักษณะกึ่งเครื่องบินกึ่งยานอวกาศเพื่อใช้เป็นยานพาหนะสำหรับบรรทุกสิ่งของและมนุษย์ขึ้นไปปฏิบัติการในอวกาศด้วยจุดประสงค์ที่จะลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มสมรรถนะในการใช้ประโยชน์จากอวกาศทั้งในด้านการพาณิชย์ วิทยาศาสตร์และการป้องกันประเทศให้ได้ผลมากที่สุด ยานขนส่งอวกาศประกอบด้วยยานโคจรลักษณะเหมือนเครื่องบินเกาะติดไปกับแท่งค้ำเชื้อเพลิงส่วนกลางซึ่งขนานข้างด้วยจรวดเชื้อเพลิงแข็ง 2 จรวดเพื่อเสริมแรงส่งยานขึ้นสู่อวกาศ เมื่อจรวดเชื้อเพลิงแข็ง 2 ท่อนที่ขนานข้างนั้นนำยานขึ้นไปถึงระดับสูง 45 กิโลเมตรเหนือพื้นโลกแล้วก็จะถูกปลดแยกตัวออกโดยมีร่วมเชื้อเพลิงประตอกนำจรวด 2 ท่อนนั้นลงสู่พื้นมหาสมุทรและสามารถนำกลับมาใช้ได้ อีก ส่วนยานอวกาศเมื่อเข้าสู่วงโคจรรอบโลกแล้วจะแยกตัวออกจากแท่งค้ำเชื้อเพลิงส่วนกลางซึ่งแท่งค้ำนี้จะถูกเผาไหม้ไปในอวกาศ ส่วนยานขนส่งอวกาศจะโคจรรอบโลกเพื่อปฏิบัติงานต่อไป
18. ยานขนส่งอวกาศ ปล่อยดาวเทียม	ยานขนส่งอวกาศขึ้นปฏิบัติงานครั้งหนึ่ง ๆ ให้นาน 7-30 วัน โดยนำวัสดุสิ่งของที่ลูกค้าต้องการให้ขึ้นไป เช่น ดาวเทียมหรือเ็นห้องทดลองค้ำแก้วทางอวกาศขึ้นไป เพื่อให้ทดลองในทางอุตสาหกรรม เช่น การหลอมและเชื่อมโลหะ ผลิตภัณฑ์ผสม ทำวัคซีน การทดลองในอวกาศเป็นต้น และนำกล้องโทรทรรศน์อวกาศไปปล่อยให้ปฏิบัติงานอยู่ในวงโคจรรอบโลก และ

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
	เมื่อนักดาวเทียมชำรุดหรือหมดอายุการทำงาน มนุษย์อวกาศก็จะนำดาวเทียมเหล่านั้นกลับมาซ่อมแซมบนโลกหรือกระทำกันในอวกาศทันที ในภาพยนตร์ขนส่งอวกาศกำลังเปิดฉากรอบเพื่อปล่อยดาวเทียมที่บรรจุขึ้นไปในอวกาศ
19. ยานไพโอเนียร์ 10	ยานไพโอเนียร์ 10 ออกเดินทางพ้นจากเขตระบบสุริยะเมื่อ 13 มิถุนายน 2526 นับเป็นยานอวกาศลำแรกที่เป็นตัวแทนพิสูจน์ให้เห็นว่ายานสามารถเดินทางผ่านแถบดาวเคราะห์น้อยไปยังเขตนอกของระบบสุริยะได้อย่างปลอดภัยและเป็นยานอวกาศลำแรกที่เดินทางไปสำรวจดาวพฤหัสบดี ศึกษาดวงจันทร์ 4 ดวงใหญ่และจุดลงใหญ่ของดาวพฤหัสบดีอย่างใกล้ชิดเป็นครั้งแรก นักวิทยาศาสตร์สามารถติดตามยานไพโอเนียร์ 10 ได้ไปจนถึงต้นปี 2533 ซึ่งในตอนนั้นยานจะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากกว่า 9 พันล้านกิโลเมตร หลังจากนั้นจะไม่สามารถรับข้อมูลจากยานอวกาศได้อีกเลย และยานจะพุ่งหน้าเข้าไปใกล้ดาวพฤหัสบดีหรือเข้ามาชนดาวในอีกประมาณ 26,000 ปีข้างหน้า
20. ดาวเทียมมริสเท	เป็นดาวเทียมที่ใช้ในภาคสื่อสารของกองทัพเรือสหรัฐ เป็นตัวกลางเชื่อมระหว่างสถานีทางสายตากับเรือรบในทะเล ดาวเทียมนี้ยังให้เข้าในทางการค้าอีกด้วย
21. ดาวเทียมเฮลิเยส เอ	ดาวเทียมเฮลิเยส เอ เป็นดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษากันคว่ำเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ เป็นความร่วมมือระหว่างสหรัฐและเยอรมัน มันจะโคจรเข้าไปใกล้ดวงอาทิตย์อยู่ในระยะ 45 ล้านกิโลเมตร ซึ่งนับว่าเป็นระยะที่ใกล้ที่สุดกว่าวัตถุใด
22. ดาวเทียม Giotto	ดาวเทียม Giotto เป็นดาวเทียมของยุโรปที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับดาวหางโดยเฉพาะดาวหางฮัลเลย์ใน

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
	ภาพวิศวกรกำลังตรวจเช็คยานก่อนจะส่งขึ้นสู่อวกาศ จากที่วางเห็นว่ายานจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะส่งลงมายังโลก ส่วนแท่นด้านล่างก็คือแท่นยกการเสียดสีของอวกาศ
23. ดาวเทียม OSO	ดาวเทียม OSO ทำหน้าที่ศึกษาดวงอาทิตย์โดยเฉพาะ เพื่อให้ทราบถึงชั้นบรรยากาศ การระเบิดลูกจ้า จุดบนดวงอาทิตย์ การแผ่รังสีและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของดวงอาทิตย์ ว่ามีผลกระทบต่อบรรยากาศของโลกอย่างไร
24. ดาวเทียมสปุตนิก 1	ดาวเทียมสปุตนิก 1 เป็นดาวเทียมดวงแรกของโลก สหภาพโซเวียตส่งขึ้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2500 รูปทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 23 นิ้ว มีวอลลูมิเนียมห่อหุ้มอยู่ในอวกาศนานเต็ม 3 เดือนก็ตกเข้าสู่เขตบรรยากาศโลกสุดท้าย
25. ดาวเทียมเอ็กซ์พลอเรอร์ 1	ดาวเทียมเอ็กซ์พลอเรอร์ 1 เป็นดาวเทียมดวงแรกของอเมริกา ส่งขึ้นเมื่อ 31 มกราคม 2501 ค้นพบว่าโลกมีแถบรังสีแวนอัลเลน หุ้มทั่วโลกว่า 2 ชั้น อยู่ในเขตสนามแม่เหล็กโลก ทำหน้าที่ช่วยเก็บรังสีคอสมิกที่แผ่ออกมาจากลมสุริยะจากดวงอาทิตย์ไม่ให้ผ่านเข้ามาถึงโลกได้
26. ดาวเทียมนิมบัส	ดาวเทียมนิมบัสเป็นดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ให้ภาพและข้อมูลเกี่ยวกับการปกคลุมของก้อนเมฆ ปรากฏลักษณะอากาศเบื้องต้นจึงช่วยให้มนุษย์พยากรณ์อากาศได้อย่างแม่นยำ ประเทศไทยเคยรับสัญญาณข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจากดาวเทียมซึ่งหมดอายุไปแล้ว
27. ดาวเทียม GMS	ดาวเทียมสำรวจพื้นผิวและอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทย ทำการสำรวจพื้นผิวโลกและให้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา GMS - 1 ส่งขึ้นเมื่อปี 2520 ส่วน GMS - 2 ส่งขึ้นเมื่อ

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
	สิงหาคม 2524 เพื่อรายงานสภาวะอากาศ ถ่ายภาพพื้นผิวโลก ทั้งกลางวันและกลางคืน ประเทศไทยรับสัญญาณข้อมูลเกี่ยวกับ อุตุนิยมวิทยาและสำรวจแหล่งทรัพยากรภายในประเทศจากดาว เทียมชุดนี้
28. ดาวเทียมเอ็กพลอเรอร์ 42	ดาวเทียมเอ็กพลอเรอร์ 42 เป็นดาวเทียมดวงหนึ่งในชุด ดาวเทียมสังเกตการณ์ดาราศาสตร์มีชื่อเฉพาะว่า ดาวเทียมอูยูรู น้ำหนักสองโหลหรรณขนาดใหญ่นับไปโคจรรอบผู้สูงจากพื้นโลกในระดับ 640 กิโลเมตรขึ้นไป ทำหน้าที่ตรวจค้นหาแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ และรายงานว่าได้พบแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ในอวกาศมากกว่า 200 แห่งแล้ว
29. ดาวเทียมพาลาปา	ดาวเทียมพาลาปา เป็นดาวเทียมสื่อสารภายในประเทศ อินโดนีเซีย มีกำลังการทำงานครอบคลุมเขตประเทศภายในกลุ่ม อาเซียน ประเทศเพื่อนบ้านจึงได้ประโยชน์จากดาวเทียมพาลาปา รวมทั้งประเทศไทยได้เข้าช่องสัญญาณดาวเทียมนี้เพื่อใช้ในการ สื่อสารภายในประเทศด้วย
30. ดาวเทียมอินเทลแซท	ดาวเทียมอินเทลแซทเป็นดาวเทียมสื่อสารระหว่างชาติ ดำเนินการโดยสหพันธ์ดาวเทียมเพื่อการโทรคมนาคมระหว่าง ประเทศหรือเรียกว่าองค์การอินเทลแซท ในภาพคือดาวเทียม อินเทลแซท 4-เอ มีกำลังความสามารถรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์ พูดติดต่อกันได้พร้อมกัน 6,250 สัญญาณและถ่ายทอดโทรทัศน์ได้ 2 ช่องในเวลาเดียวกัน ช่วยให้การติดต่อสื่อสารถึงกันทั่วโลกได้ สะดวกรวดเร็ว ในปัจจุบันดาวเทียมอินเทลแซท 5 ถูกส่งขึ้นไป ปฏิบัติการ โดยได้รับการพัฒนาให้มีกำลังความสามารถรับ-ส่ง สัญญาณได้มากขึ้น สามารถรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์พร้อมกันถึง 12,000 สัญญาณและถ่ายทอดโทรทัศน์ได้ 12 ช่องในเวลาเดียวกัน

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
31. คาวเทียมเทลสตาร์	คาวเทียมเทลสตาร์เป็นคาวเทียมสื่อสารดวงแรกของเอกชนในสหรัฐอเมริกาทำหน้าที่สื่อสารเฉพาะภายในประเทศสหรัฐอเมริกา รัฐฮาวาย รัฐอลาสกาและเปอร์โตริโก โดยมี การควบคุมการทำงานของคาวเทียมจากสถานีภาคพื้นดินคาวเทียมดวงแรกในชุดเทลสตาร์ถูกส่งขึ้นไปเมื่อปี 2505 และส่งขึ้นไปเรื่อยมาจนมีจำนวนคาวเทียมในชุดนี้มากกว่า 30 ดวงขึ้นไป
32. คาวเทียมแลนแซท	คาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติของโลกหรือคาวเทียมแลนแซททำหน้าที่ถ่ายภาพพื้นผิวโลกอย่างละเอียด ภาพถ่ายจึงบอกให้ทราบถึงแหล่งทรัพยากร รายงานสภาพการเพาะปลูกพืชไร่ ควบคุมสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ภาวะแห้งแล้งและอุทกภัย
33. คาวเทียม ATS	คาวเทียม ATS หรือคาวเทียมเทคโนโลยีประยุกต์ทำหน้าที่เสมือนห้องทดลองในอวกาศเพื่อประเมินผลเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นใหม่ ทำหน้าที่ร่วมระหว่างคาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับคาวเทียมสื่อสาร ปรับปรุงการสื่อสารระหว่างแผนที่บนพื้นโลกผ่านการถ่ายทอดของคาวเทียม หดลองส่งรายการโทรทัศน์ศึกษา ควบคุมการจราจรทางอากาศของเครื่องบินและถ่ายภาพภูมิอากาศโลกด้วย
34. หอทดลองลอยฟ้าสกายแลป	หอทดลองลอยฟ้าสกายแลปเป็นคาวเทียมอวกาศและสิ่งประดิษฐ์ที่ใหญ่ที่สุดจากฝีมือมนุษย์ที่เคยส่งขึ้นไปโคจรรอบอวกาศ แต่มันชำรุดและถูกบังคับให้ตกลงสู่ทะเลทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย เมื่อเดือนกรกฎาคม 1979
35. สถานีอวกาศในอนาคค	สถานีอวกาศในอนาคคที่สหรัฐอเมริกาจะส่งขึ้นประจำอยู่ในห้วงอวกาศเหนือจากพื้นโลก 316 ไมล์

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
36. โครงการดาวเทียมติดอาวุธ	โครงการดาวเทียมติดอาวุธ ในกรณีที่ขีปนาวุธของฝ่ายตรงข้าม อยู่ใกล้เกินกว่ารัศมีของขีปนาวุธ ดาวเทียมที่เห็นอยู่นี้ก็จะทำหน้าที่ทำลายเป้าหมายแทนโดยแสงเลเซอร์
37. ภาพถ่ายบนดวงจันทร์	ภาพถ่ายบนดวงจันทร์แสดงให้เห็นยานอวกาศของยานแม่ อพอลโลที่ 14 ที่จอดบนดวงจันทร์ จะเห็นโลกลอยอยู่ไกลออกไป อพอลโล 14 เป็นยานที่ถูกส่งเมื่อ 31 มกราคม 1971 เพื่อติดตั้งเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ มีนักบิน 2 นาย คือ เชปอาร์คและมิคเชลล์ ทั้งสองอยู่บนดวงจันทร์นานถึง 30 ชม.
38. ภาพบนดวงจันทร์	ภาพถ่ายบนดวงจันทร์ ยานลูน่าร์โวกูลอยู่ทางขวามือ เป็นเขาที่มีชื่อว่าแอตลัส ภูเขาปรากฏอยู่เบื้องหลัง เป็นเขาที่สูงประมาณ 4,000 เมตร จากพื้นดวงจันทร์และอยู่ห่างออกไปประมาณ 5 กิโลเมตรอยู่ภายในชุดอวกาศคือ เดวิด สก็อตต์ กำลังกับยานอพอลโล 15
39. ลูน่าร์ 1	ลูน่าร์ 1 ของรัสเซียส่งขึ้นอวกาศเมื่อวันที่ 12 กันยายน 1959 ยานนี้ได้ส่งรายงานเกี่ยวกับการแผ่รังสีและสนามแม่เหล็กของดวงจันทร์มายังโลก
40. ยานลูน่าร์ 16	ยานลูน่าร์ 16 ของรัสเซียเป็นยานที่ไม่มีมนุษย์อวกาศควบคุมและถูกบังคับให้ไปลงบนดวงจันทร์อย่างปลอดภัยเมื่อวันที่ 13 กันยายน 1970
41. ยานเซอร์เวเยอร์ 1	ยานเซอร์เวเยอร์ 1 เป็นยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุมลำแรกของอเมริกาที่ถูกบังคับจากสถานีภาคพื้นดินให้ลงจอดบนดวงจันทร์เป็นผลสำเร็จเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 1966 ในภาพนี้ขณะทำการทดลองที่พื้นผิวดวงจันทร์นั้น

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
42. ยานมาริเนอร์ 6	ยานมาริเนอร์ 6 เป็นยานที่ใช้ในการสำรวจดาวอังคาร ในปี 1969 และเป็นยานที่เข้าใกล้ดาวอังคารในระยะ 2,100 ไมล์
43. ยานเจมินี 6	ยานเจมินี 6 เป็นหนึ่งในโครงการเจมินี โครงการนี้ได้ส่ง ยานอวกาศขึ้นสู่อวกาศเป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ 23 มีนาคม 1965 ยานเจมินีจะมีผู้ควบคุมยานครั้งละ 2 คน ยานเจมินีลำสุดท้าย ที่ส่งขึ้นไปโคจรรอบโลก คือลำที่ 12 เมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 1966
44. เสาอากาศของโทรทัศน์	เสาอากาศของโทรทัศน์ที่ติดตั้งอยู่บนดวงจันทร์เป็นการติดต่อ สายตรงระหว่างมนุษย์อวกาศที่ปฏิบัติการสำรวจบนดวงจันทร์และ นักวิทยาศาสตร์ที่อยู่บนสถานีภาคพื้นดิน
45. ยานอีเกิ้ล	ยานอีเกิ้ลเป็นยานลำแรกจากสี่ลำของมนุษย์ที่ลงจอดบนดวงจันทร์ เป็นลำแรกของอเมริกา ภาพนี้ถ่ายจากยานแอพอลโล 16 โดย มนุษย์อวกาศไมเคิล สมิธ ในเดือนกรกฎาคม 1969
46. ยานสไปเดอร์	ยานสไปเดอร์เป็นยานอีกลำหนึ่งที่ให้ทดสอบ ในการลง จอดบนดวงจันทร์ ภาพนี้ถ่ายจากยานแอพอลโล 16 ในปี 1969 เช่นกัน
47. แทนกลองขงยานโคโลัมเบีย	ภาพแสดงแทนกลองของยานโคโลัมเบีย ออกแบบและสร้างโดย บริษัทโครอนโค สเปร์ แอโรสเปซ ลิมิเทด มีความสูง 50 ฟุต ใช้ในการดักจับยานอวกาศหรือดาวเทียมที่เสียหายเพื่อนำกลับ มาซ่อมแซม
48. ยานแชลเลนเจอร์	ยานแชลเลนเจอร์ในการทดลองบินครั้งแรกในปี 2526 ก่อนที่จะเกิดระเบิดขึ้นกลางอากาศ ในขณะที่ทำการบิน ครั้งสุดท้ายเมื่อเดือนมกราคม 2529 อันเป็นการอวสานของยาน ลำนี้พร้อมกับผู้ควบคุมอวกาศทั้ง 7 คน

หมายเลขไฟล์	บทบรรยาย
49. จรวดของยานเจมินี 12	จรวดภายในห้องหนึ่งของยานเจมินี 12 ซึ่งถูกผูกเชือกติดกับยานแม่ ขณะถูกปล่อยลงสู่สายทั้งแคลิฟอร์เนียที่วอลกลับสู่โลก ยานเจมินี 12 ลำนถูกส่งขึ้นไปเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 1966 มีมนุษย์อวกาศควบคุม 2 คน
50. ภายในหอควบคุมการบินศูนย์อวกาศจอห์นสัน	ภายในหอควบคุมการบินในศูนย์อวกาศจอห์นสัน ในฮิวส์ตัน จอภาพแต่ละจอที่เห็นจะรายงานถึงทิศทาง และระยะทางระหว่างการเดินทางของยานอวกาศกับสถานีภาคพื้นดินโดยมีผู้เชี่ยวชาญพิเศษคอยติดตามการปฏิบัติการของมนุษย์อวกาศ นอกจากหอควบคุมการบินแล้วภายในบริเวณศูนย์อวกาศจอห์นสัน ยังมีสถานที่และห้องทดลองหลาย ๆ ห้องในสภาพไร้น้ำหนักที่สร้างขึ้นให้มีสภาพคล้ายกับดาวเคราะห์ที่มีโครงการจะไปสำรวจและเป็นศูนย์ฝึกนักบินอวกาศที่จะส่งไปปฏิบัติงานในหลาย ๆ โครงการด้วย
31. ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นาซา	ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ขององค์การนาซา ที่พาซาเดนา อเมริกา ซึ่งเตรียมสำหรับยานวอยาเจอร์ 1 ซึ่งจะทำให้การสำรวจดาวเสาร์ ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่รองจากดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์มีดวงจันทร์เป็นบริวาร 10 ดวง มีวงแหวนแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นแต่ละชั้นหนาประมาณ 10 กิโลเมตร ประกอบไปด้วยหิน และอนุภาคแข็ง
52. ภาพแสดงเหตุการณ์ขณะยานอวกาศกลับสู่โลก	ภาพแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ขณะยานอวกาศเดินทางกลับสู่โลกและเข้าสู่บรรยากาศของโลกจะเกิดการเสียดสีจนถูกไหม้ขึ้น

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
53. ร่วมชูชัยกัณฑ์ 3 ร่วม	ร่วมชูชัยกัณฑ์ 3 ร่วม วิถีน้ำที่คอยพุงให้ยานบังคับ การที่หลุดออกจากวงโคจรมาสู่บรรยากาศของโลก ร้อนลงสู่พื้นมหาสมุทรอย่างช้า ๆ และปลอกลับใน เที่ยวกลับสู่โลก
54. ภาพจินตนาการของ นักวิทยาศาสตร์	ภาพจากจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์แสดง ถึงอาณาเขตของอวกาศซึ่งเป็นไปได้ในอนาคต โดย จะใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ วงนอกที่เห็นก็คือแสง ที่จะทำหน้าที่ป้องกันรังสีคอสมิกและรังสีอื่น ๆ ที่อาจ เป็นอันตรายแก่ยานวงใน
55. ในอนาคต อวกาศเป็นอย่างไร	(คนตรี)

ชุดการสอน มินิคอร์ส

เรื่อง สุ่วภาศ

ตอนที่ 6 การสำรวจดวงจันทร์และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ เวลา 2 คาบ

กิจกรรมที่ 4 นักเรียนเขียนรายงานเรื่อง "อวกาศในอนาคต"เวลา

20 นาที

ขั้นตอน

1. กรู๊ปปิปรายจากาการศึกษาค้นคว้า เรื่อง วิวัฒนาการและความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ
2. กรู๊ปปิปรายการเขียนรายงานเรื่องอวกาศในอนาคต
3. นักเรียนฝึกการเขียนรายงานเรื่อง "อวกาศในอนาคต" ตามแนวคิดของตน แล้วนำเสนอต่อกลุ่ม

สื่อ

แบบฟอร์มการเขียนรายงาน

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง สื่อวาทศ

ตอนที่ 6 การสำรวจดวงจันทร์และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ เวลา 2 คาบ

กิจกรรมที่ 5 ทำแบบทดสอบท้ายบท

เวลา 10 นาที

ขั้นตอน

1. ครูอภิปรายสรุปจากการศึกษาเรื่อง สื่อวาทศ
2. นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบทในคู่มือนักเรียน
3. ครูอธิบาย เฉลย แบบทดสอบ

สื่อ

.....

ហាត់រូប

ชื่อเสนอแนะอาจารย์ผู้ตรวจ _____

คะแนน	
จากการประเมิน	

คำนำ

การเรียนการสอนเรื่องสู่อวกาศนี้ เป็นเนื้อหาหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์

ว.204 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรขั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ซึ่งมีรายละเอียดของเนื้อหาทั้งปรากฏในบทที่ 12 ของหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 ของ สสวท. ซึ่งความรู้เหล่านี้จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติในการศึกษา ค้นคว้าในเรื่องของการสำรวจอวกาศ นอกจากนี้ยังได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ในด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาจะทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่นักเรียนจะได้นำความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ไปปรับปรุงให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

กิจกรรมชุดนี้ประกอบไปด้วย ขั้นตอนต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ การอธิบายก่อนการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง และขั้นตอนการสังเกตผล นอกจากนั้นยังได้เสริมเนื้อหาความรู้เพิ่มเติม รวมทั้งแบบฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า กิจกรรมชุดนี้จะเป็นประโยชน์ทั้งต่อตัวผู้สอนและผู้เรียน ใ้เป็นอย่างมาก สิ่งใดที่ขาดตกบกพร่องผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำและข้อความต่อไปนี้ในขอบเขตของเนื้อหาในบทเรียน ดาวเคราะห์วงนอก ดาวเคราะห์วงใน จุดโฟกัส ความยาวโฟกัส ระยะวัตถุ ระยะกราฟ ภาพจริง ภาพเสมือน กำลังขยาย ความเร่ง แรงเสียดทาน ความเฉื่อย สภาพไร้น้ำหนัก การตกอย่างอิสระ ความเร็วโคจรรอบโลก และความเร็วหลุดพ้น
2. คำนวณหาระยะเวลาการเดินทางจากโลกไปยังดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากค่าความเร็วเฉลี่ยของยานอวกาศได้
3. หาความยาวโฟกัสของเลนส์และเขียนภาพทางเดินของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์นูน เมื่อวางวัตถุที่ระยะต่าง ๆ
4. ประกอบกล้องโทรทรรศน์อย่างง่ายโดยใช้เลนส์นูน 2 อัน และหาค่ากำลังขยายของกล้องที่ประกอบขึ้นได้
5. บอกได้ว่าน้ำหนักของวัตถุเกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก
6. ทดลองเพื่อแสดงว่าน้ำหนักของวัตถุแปรผันโดยตรงกับมวลของวัตถุ
7. สรุปจากข้อมูลได้ว่า ความเร่งของวัตถุที่ตกอย่างอิสระมีค่าคงที่
8. สรุปได้ว่า วัตถุจะขึ้นไปได้สูงเพียงใดขึ้นกับพลังงานที่วัตถุได้รับ
9. อธิบายพร้อมยกตัวอย่างเกี่ยวกับความแตกต่างของการเคลื่อนที่ด้วยแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา
10. ทดลองเพื่อแสดงว่าเมื่อเชื้อเพลิงถูกไหม้จะทำให้เกิดแรงขับเคลื่อน
11. ให้เหตุผลถึงการที่จรวดต้องมีส่วนประกอบเป็นท่อน ๆ
12. สรุปได้ว่าวัตถุตกจากที่สูงเท่ากันในแนวตั้งและแนวโค้งจะใช้เวลาในการตกเท่ากัน
13. บอกได้ว่าสภาพไร้น้ำหนักเกิดจากการตกอย่างอิสระและเกิดได้จากแรงโน้มถ่วงของโลกเพียงแรงเดียว

14. ให้เหตุผลถึงการที่นักบินอวกาศต้องสวมชุดอวกาศ
15. อธิบายหน้าที่ของยานที่ใช้เดินทางไปยังดวงจันทร์ได้
16. บอกลักษณะภาวะแวดล้อมของดวงจันทร์ ดาวศุกร์ และดาวอังคารได้
17. บอกประโยชน์ของดาวเทียม ยานอวกาศ และหอวิจัยลอยฟ้า รวมทั้งให้เหตุผลได้ว่าทำไมประเทศไทยจึงเข้าร่วมโครงการดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก
18. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้น และดำเนินการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานนั้น

บทที่ 12 เรื่องสู่อวกาศ

ปัจจุบันนี้โลกของเราให้ชื่อว่าเป็นยุคอวกาศ สืบเนื่องมาจากได้มีการเดินทางออกนอกโลก โดยการส่งดาวเทียมและยานอวกาศไปสำรวจอวกาศ มีการส่งห้องทดลองลอยฟ้าไปโคจรรอบโลก นอกจากนี้ยังส่งยานขนส่งอวกาศไปสำรวจดวงจันทร์ ดาวอังคาร ตลอดจนดาวอื่น ๆ ในห้องฟ้า การที่มนุษย์มีการศึกษาอวกาศและดวงดาวในห้องฟ้าก็เพื่อค้นหาสิ่งมีชีวิตและทรัพยากรธรรมชาติบนดวงดาวต่าง ๆ และเพื่อสวัสดิภาพของมนุษยชาติ นอกจากนี้ยังเป็นการค้นหาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติอันอาจจะเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ในโลก

1. วัตถุห้องฟ้าอะไรบ้างที่อยู่ใกล้โลก

- ดวงจันทร์ เป็นวัตถุห้องฟ้าที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด และมีความสัมพันธ์กับโลกมาก โดยเป็นบริวารของโลก เอช จี เวลส์ นักประพันธ์ชาวอังกฤษ ได้เขียนเรื่องมนุษย์คนแรกบนดวงจันทร์ในปี พ.ศ. 2443 ซึ่งกลายมาเป็นความจริงในสมัยปัจจุบัน

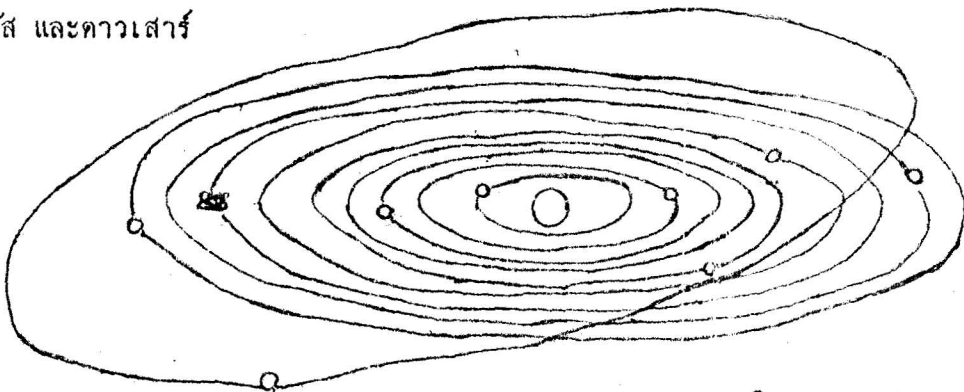
- ดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์ทั้งหมดในระบบสุริยะมีอยู่ 9 ดวง โคจรรอบดวงอาทิตย์ คือ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน และดาวพลูโต ดาวเคราะห์แต่ละดวงจะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ในการศึกษาและสังเกตดาวเคราะห์ เราใช้โลกเป็นหลักในการสังเกต ดังต่อไปนี้

ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก จัดเป็น ดาวเคราะห์วงใน

ดาวเคราะห์ที่อยู่ไกลดวงอาทิตย์มากกว่าโลก จัดเป็น ดาวเคราะห์วงนอก

- ดาวเคราะห์น้อย คือ กลุ่มดาวกลุ่มหนึ่ง ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ อยู่ระหว่างดาวอังคาร และ ดาวพฤหัสบดี มีอยู่ประมาณ 3 - 5 หมื่นดวง แต่มองไม่เห็นเนื่องจากมีขนาดเล็ก

ดาวเคราะห์ที่เรามองเห็นด้วยตาเปล่ามี 5 ดวง คือ ดาวพุธ ดาวศุกร์ ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์



รูป 1 แสดงระบบสุริยะ

ตาราง 1.1 แสดงขนาด ระยะทางและจำนวนดวงจันทร์ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

ดาวเคราะห์	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (กิโลเมตร)	ระยะทางจากดวงอาทิตย์ (กิโลเมตร)	จำนวนดวง จันทร์ (ดวง)
พุธ	4,680	57,910,000	-
ศุกร์	12,200	108,210,000	-
โลก	12,742	149,600,000	1
อังคาร	6,648	227,940,000	2
พฤหัสบดี	139,500	778,300,000	13
เสาร์	116,340	1,427,000,000	10
ยูเรนัส	47,500	2,869,000,000	5
เนปจูน	44,800	4,498,000,000	2
พลูโต	6,000	5,900,000,000	-

คำถาม

- จากข้อมูลในตาราง ดาวเคราะห์วงในได้แก่
ดาวเคราะห์วงนอก ได้แก่
.....
- ดาวเคราะห์ที่มีดวงจันทร์เป็นบริวารมากที่สุดได้แก่
- ดาวศุกร์มีความสัมพันธ์กับโลกอย่างไรบ้าง
- ถ้านักเรียนต้องการเดินทางไปยังดาวอังคาร ด้วยความเร็วเฉลี่ย 30,000 กิโลเมตร/ชั่วโมง
นักเรียนจะต้องใช้เวลาเดินทางนานเท่าใด

2. การใช้กล้องโทรทรรศน์เพื่อศึกษาวัตถุในท้องฟ้า

กล้องโทรทรรศน์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับศึกษาวัตถุในท้องฟ้า นักวิทยาศาสตร์ที่ประดิษฐ์

กล้องโทรทรรศน์ได้เป็นคนแรกคือ กาลิเลโอ นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลี เมื่อปี พ.ศ. 2152

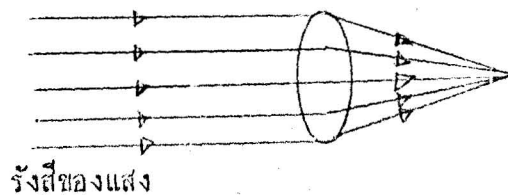
สำหรับประเทศไทย เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2411 พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว
(รัชกาลที่ 4) ทรงใช้กล้องโทรทรรศน์ในการศึกษาวัตถุในท้องฟ้า (การเกิดสุริยุปราคา) ที่ตำบล

ห้วยกล จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

เลนส์ทำให้เกิดภาพได้อย่างไร

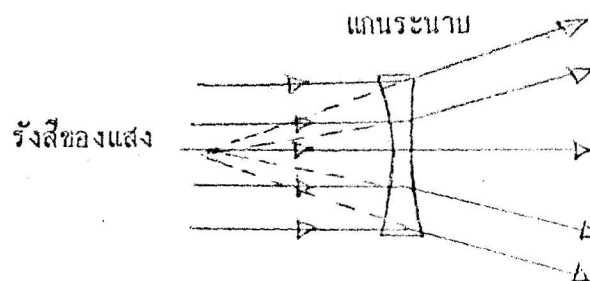
เลนส์ คือ วัตถุโปร่งใส มีผิวโค้ง 2 ข้างไม่เท่ากัน แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. เลนส์นูน คือ เลนส์ที่มีส่วนกลางมากกว่าขอบ ทำหน้าที่ในการรวมแสง ดังรูป 2



2. เลนส์เว้า คือ เลนส์ที่มีส่วนกลางบางกว่าขอบ เป็นเลนส์ที่ทำหน้าที่ในการกระจายแสง

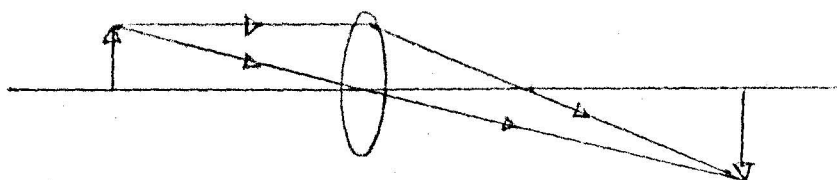
ดังรูป 3



ส่วนประกอบที่สำคัญของเลนส์

- เส้นแกนमुखสำคัญ คือ เส้นตรงที่ลากผ่านกึ่งกลางเลนส์
- จุดโฟกัส คือ จุดที่รวมของแสงบนเส้นแกนमुखสำคัญ
- จุดกึ่งกลางเลนส์ คือ จุดศูนย์กลางเลนส์ เมื่อรังสีของแสงผ่านจุดนี้จะไม่มีการหักเห
- ความยาวโฟกัส คือ ระยะจุดโฟกัสถึงจุดกึ่งกลางเลนส์

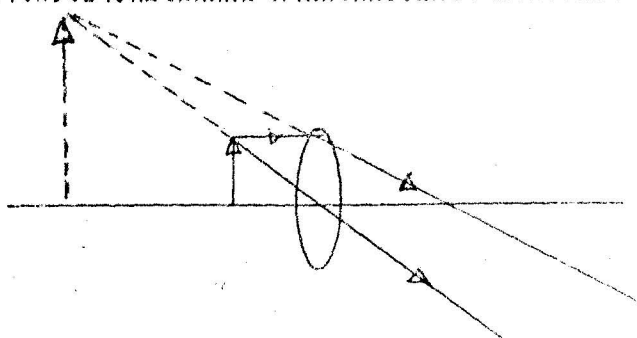
ดังแสดงในรูป 4



รูป 4 แสดงการเกิดภาพจากเลนส์นูน

การเขียนภาพวัตถุที่เกิดจากเลนส์

1. ลากเส้นตรงจากปลายสุดของวัตถุ ขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญ แล้วลากหักเหผ่านจุดโฟกัส ถ้าเป็นเลนส์เว้าให้ต่อแนวรังสีของแสงผ่านเลนส์
2. ลากเส้นตรงจากปลายสุดของวัตถุผ่านจุดศูนย์กลางของเลนส์ ไปตัดกับเส้นที่ลากในข้อ 1 จุดตัดคือตำแหน่งที่เกิดภาพ เรียกว่า ภาพจริง แต่ถ้าแนวรังสีไม่ตัดกัน ให้ต่อแนวรังสีทั้งสองออกไปในทิศทางตรงข้ามเพื่อให้ตัดกัน ภาพที่ได้เรียกว่า ภาพเสมือน ดังรูป 5



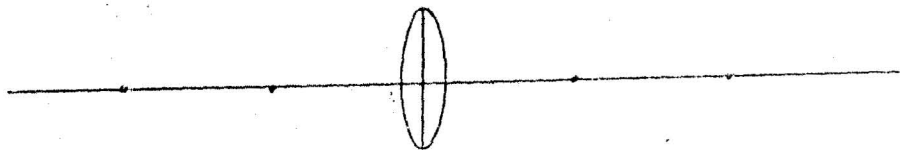
รูป 5 การเกิดภาพเสมือน

ข้อแตกต่างของเลนส์นูน กับเลนส์เว้า

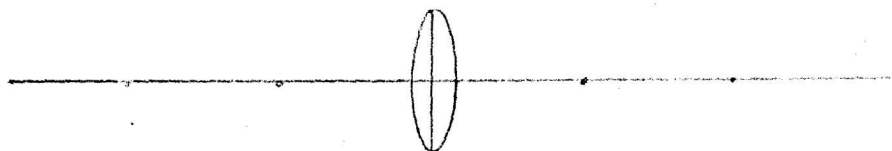
เลนส์นูน	เลนส์เว้า
1. รวมแสงเข้ามา	1. กระจายแสงออกไป
2. เกิดจุดโฟกัสจริง (ถ้าแสงไปตัดกันจริง)	2. เกิดจุดโฟกัสเสมือน (ถ้าแสงเสมือนว่าไปตัดกัน)
3. จุดโฟกัสอยู่คนละด้านกับแหล่งกำเนิดแสง	3. จุดโฟกัสอยู่ด้านเดียวกับแหล่งกำเนิดแสง

แบบฝึกหัด การเขียนภาพจากเลนส์

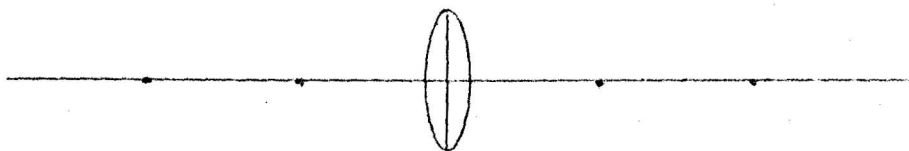
1. เมื่อวัตถุอยู่ที่ระยะอนันต์



2. เมื่อวัตถุอยู่เลยสองเท่าของความยาวโฟกัสออกไป ($2F$) แต่ไม่ถึงระยะอนันต์

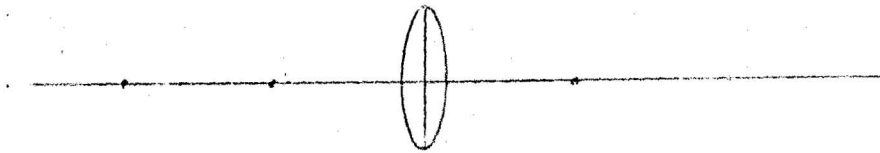


3. เมื่อวัตถุอยู่ที่ระยะ $2F$ พอดี

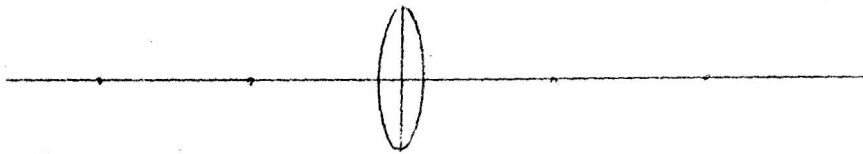


4. เมื่อวัตถุอยู่ระหว่าง

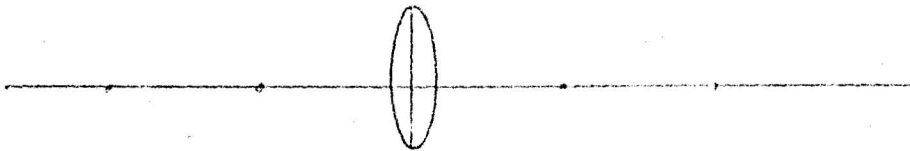
กับระยะ $2F$



5. เมื่อวัตถุอยู่ที่จุด F พอดี



6. เมื่อวัตถุอยู่ระหว่างเลนส์กับกับจุด F



เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดการเขียนภาพที่เกิดจากเลนส์ครบแล้ว ลองตอบคำถามข้อว่า ตำแหน่งใดของวัตถุที่อยู่หน้าเลนส์นูน จึงจะทำให้เกิดภาพจริงหรือภาพเสมือน ถ้ายังไม่เข้าใจ ให้ทำการทดลองดังต่อไปนี้

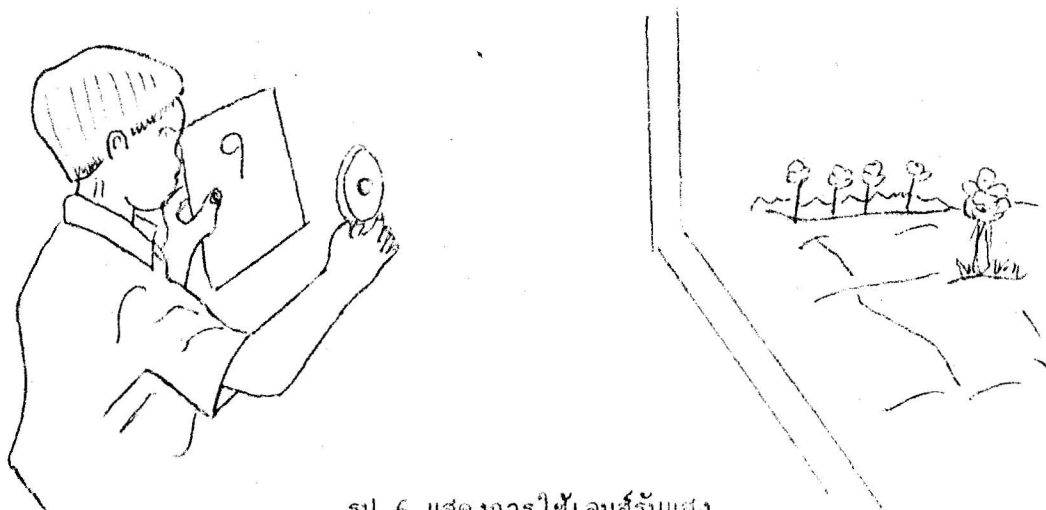
การทดลองที่ 12.1 การหาความยาวโฟกัสและภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

- จุดประสงค์
1. บอกความหมายของจุดโฟกัส ความยาวโฟกัส ภาพจริงและภาพเสมือน
 2. หาความยาวโฟกัสของเลนส์นูนด้วยวิธีรวมแสงแดดได้
 3. นำหลักการเกิดภาพจริงและภาพเสมือนไปอธิบายปรากฏการณ์บางอย่างในชีวิตประจำวัน

- อุปกรณ์
1. ชุดกล้องโทรทรรศน์
 2. แผ่นกระดาษสีขาวขนาด 10 cm $\times$ 10 cm

วิธีทำ ตอนที่ 1

1. ใช้เลนส์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร วางรับแสงแดด ให้รวมแสงเป็นจุดบนแผ่นกระดาษ วัดระยะทางจากเลนส์ถึงกระดาษ
2. ทำซ้ำข้อ 1 แต่เปลี่ยนใช้เลนส์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตรแทน



รูป 6 แสดงการใช้เลนส์รับแสง

คำถามก่อนการทดลอง

1. เพราะเหตุใดเวลาจับเลนส์จึงต้องจับที่กรอบเลนส์
2. ในการวัดระยะจากเลนส์ถึงกระดาษมีวิธีการอย่างไร
3. ในการทดลองนี้ข้อควรระวังในเรื่องใดบ้าง

ผลการทดลอง

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเลนส์ (เซนติเมตร)	ระยะห่างจากเลนส์ถึงจุดรวมแสงบนกระดาษ (เซนติเมตร)
5	
1.5	

คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อนักเรียนเอาเลนส์นูนรับแสงภาพที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร
2. จากคำตอบในข้อ 1 เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
3. เมื่อใช้เลนส์ส่องวัตถุที่อยู่ใกล้กับเลนส์ จะได้ภาพที่มีลักษณะอย่างไร
4. ภาพที่เกิดขึ้นเมื่อใช้เลนส์รับแสงนอกห้อง กับ ใช้เลนส์ส่องดูตัวหนังสือ เหมือนหรือต่างกันอย่างไร
- เพราะเหตุใด
5. นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าภาพที่เกิดขึ้นในการทดลองเป็นภาพชนิดใดบ้าง
6. นักเรียนคิดว่าในชีวิตประจำวันได้พบเห็นการเกิดภาพ ที่คล้ายกับการทดลองนี้บ้างหรือไม่ ลองยกตัวอย่างประกอบ

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ความรู้เพิ่มเติม

ในชีวิตประจำวันเรามักจะใช้เลนส์นูน มาทำแว่นขยาย เพื่อขยายวัตถุที่มีขนาดเล็กให้เห็นชัดเจนขึ้น ภาพที่เกิดเป็นภาพเสมือน มีขนาดใหญ่กว่าเดิม ส่วนภาพที่ปรากฏบนจอภาพยนตร์เป็นภาพจริง หัวกลับ เพราะสามารถเอาฉากรับภาพได้ แต่ที่เห็นปรากฏเป็นภาพหัวตั้งนั้นเพราะว่าเวลาฉายใส่ฟิล์มกลับหัวลง

การคำนวณเกี่ยวกับเลนส์

$$\text{สูตรที่ใช้} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

เมื่อ f = ความยาวโฟกัสของเลนส์ (เลนส์นูน เป็น + , เลนส์เว้าเป็น -)

u = ระยะวัตถุ เป็นบวกเสมอ

v = ระยะภาพ (ภาพจริงเป็น + , ภาพเสมือนเป็น -)

จากที่กล่าวไว้ตอนต้นแล้วว่า กล้องโทรทรรศน์เป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการศึกษาวัตถุในท้องฟ้า นักเรียนทราบหรือไม่ว่า กล้องโทรทรรศน์มีส่วนประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง และมีหลักการทำงานอย่างไร เราจะนำหลักการในเรื่องของเลนส์นูนมาใช้อธิบายได้หรือไม่ ถ้ายังไม่แน่ใจลองทำการทดลองต่อไปนี้

การทดลองที่ 12.2 หลักการสร้างกล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย

จุดประสงค์

1. บอกความหมายของคำต่อไปนี้ เลนส์วัตถุ เลนส์ตา กว้างขยาย
2. สร้างกล้องโทรทรรศน์อย่างง่ายได้
3. หากำล้างขยายของกล้องโทรทัศน์ได้

อุปกรณ์

1. ชุดกล้องโทรทรรศน์
2. แผ่นกระดาษขาวขนาด 10 cm $\times$ 10 cm
3. เทียนไขยาว 5 เซนติเมตร
4. ไม้ขีดไฟ

วิธีทำ ตอนที่ 1

1. ถืออุปกรณ์ชุดกล้องโทรทรรศน์ไว้ในมือ เลื่อนเลนส์อันที่มีความยาวโฟกัสสั้น (ก) มาใกล้ตาส่องดูวัตถุภายนอกหน้าต่าง แล้วเลื่อนเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาว (ข) ไปมาจนเห็นภาพชัดเจน วัดระยะระหว่างเลนส์ทั้งสอง
2. ทำซ้ำข้อ 1 แต่เปลี่ยนให้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาว (ข) อยู่ใกล้ตาบ้าง สังเกตภาพที่เกิดขึ้น วัดระยะระหว่างเลนส์ทั้งสอง
3. วางกล้องโทรทรรศน์บนโต๊ะ จัดให้เลนส์ทั้งสองอยู่ห่างกัน 20 เซนติเมตร
4. จุดเทียนไขยาว 5 เซนติเมตร ตั้งในแนวเดียวกับเลนส์ทั้งสอง วางห่างจากเลนส์ (ข) 5 เซนติเมตร มองภาพเทียนไขผ่านเลนส์ (ก) เลื่อนเลนส์ (ข) ไปมาจนเห็นภาพชัดเจน วัดระยะระหว่างเลนส์ทั้งสอง
5. นำกระดาษขาวแผ่นหนึ่งสอดเข้าไปในกรอบซึ่งอยู่ระหว่างเลนส์ทั้งสอง เลื่อนกรอบไปมาจนเห็นภาพปรากฏชัดเจนบนกระดาษ สังเกตภาพ วัดระยะระหว่างเลนส์ถึงกระดาษ (เลนส์ ก)



รูป 7 แสดงการใช้กล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย

วิธีทำ ตอนที่ 2

1. ใช้ขอลูกขีดเส้นบนกระดาษดำเป็นเส้นขนานห่างกันเส้นละ 3 เซนติเมตร 5 เส้น
2. ยืนห่างจากกระดาษดำประมาณ 5 เมตร ตาข้างซ้ายมองดูขอลูกที่ขีดด้วยตาเปล่า
ตาข้างขวามองผ่านกล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย
3. ให้นับดูว่าภาพของเส้นขอลูกที่มองเห็นจากกล้องมีขนาดเท่ากับกี่ช่องเมื่อมองด้วยตาเปล่า

คำถามก่อนการทดลอง

1. เหตุใดในการทดลองตอนที่ 2 จึงต้องมองผ่านกล้องโทรทรรศน์โดยใช้เลนส์อื่นที่มีความยาวโฟกัสสั้นอยู่ใกล้ตา
2. นักเรียนจะนำเอาหลักการของเลนส์ขนานมาใช้ในการทดลองนี้ได้อย่างไร
.....

ผลการทดลอง ตอนที่ 1

สิ่งที่จะส่องดู	ขนาดของเลนส์ที่อยู่ใกล้ตา	ลักษณะการเกิดภาพ	ระยะห่างของเลนส์
1. วัตถุนอกหน้าต่าง	ความยาวโฟกัสสั้น ความยาวโฟกัสยาว		
2. เทียนไข	ความยาวโฟกัสสั้น		

ผลการทดลอง ตอนที่ 2

คำถามหลังการทดลอง

1. เลนส์ที่ใช้ทั้งสองอันต่างกันอย่างไร
2. เมื่อใช้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้นใกล้ตา ภาพที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร ขนาดต่างกันเมื่อมองดูด้วยตาเปล่าหรือไม่
3. ถ้าจะมองวัตถุนอกหน้าต่างให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ควรใช้เลนส์ชนิดใดไว้ใกล้ตา
4. เมื่อมองดูเทียนไข ภาพที่เกิดขึ้นบนกระดาษจะเป็นภาพชนิดใด และมีขนาดเป็นอย่างไร
5. เพราะเหตุใด ขนาดของภาพในข้อ 4 จึงเป็นเช่นนั้น
6. นักเรียนจะสรุปหลักการของกล้องโทรทรรศน์ได้อย่างไร
7. จากการทดลองตอนที่ 2 ขนาดของช่องที่มองด้วยตาเปล่ากับมองด้วยกล้องโทรทรรศน์ต่างกันหรือไม่อย่างไร
8. นักเรียนจะสรุปได้หรือไม่ว่า กล้องโทรทรรศน์จะช่วยให้เห็นวัตถุได้ใหญ่กว่าเมื่อมองด้วยตาเปล่าประมาณกี่เท่า

สรุปผลการทดลอง

ความรู้เพิ่มเติม

- กำลังขยาย คือ ความสามารถของเลนส์ที่ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ หาได้คือ

$$- \text{กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์} = \frac{f_o}{f_e}$$

เมื่อ f_o = ความยาวโฟกัสของเลนส์วัตถุ

f_e = ความยาวโฟกัสของเลนส์ตา

- กำลังขยายของเลนส์ทั่ว ๆ ไป

$$m = \frac{I}{O} = \frac{V}{u} = \frac{f}{u-f}$$

เมื่อ m = กำลังขยายของเลนส์

I = ขนาดของภาพ

O = ขนาดของวัตถุ

V = ระยะภาพ

u = ระยะวัตถุ

f = ความยาวโฟกัส

- ในการหาความยาวของลำกล้องของกล้องโทรทรรศน์ หาได้ดังนี้

$$\text{ความยาวกล้อง} = f_o + f_e$$

ตัวอย่าง เลนส์นูนอันหนึ่ง เมื่อวางวัตถุห่างจากเลนส์ 20 เซนติเมตร จะเกิดภาพจริงหลังเลนส์ 30 เซนติเมตร จงหาความยาวโฟกัสของเลนส์นี้

วิธีทำ

จากสูตร

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$u = 20 \text{ เซนติเมตร}$$

$$v = 30 \text{ เซนติเมตร}$$

แทนค่า

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30}$$

$$= \frac{3+2}{60} = \frac{5}{60} = \frac{1}{12}$$

$$f = 12 \text{ เซนติเมตร}$$

ตัวอย่าง กล้องโทรทรรศน์อันหนึ่งมีเลนส์ที่ปลายกล้องด้านละอัน มีความยาวโฟกัส 120 เซนติเมตร และ 5 เซนติเมตร ตามลำดับอยากทราบว่ากำลังขยายของกล้องนี้มีค่าเท่าไร

วิธีทำ สูตร กำลังขยายของกล้อง $= \frac{f_o}{f_e}$

เมื่อ $f_o = 120$ เซนติเมตร

$f_e = 5$ เซนติเมตร

แทนค่า $= \frac{120}{5} = 24$ เท่า

การระวังรักษาเลนส์ เครื่องใช้ที่มีเลนส์ เช่น กล้องถ่ายรูป ต้องระวังไม่ให้มีความชื้นและไม่เอามือลูบผิวหน้าเลนส์ การทำความสะอาดให้ใช้กระดาษเช็ดเลนส์หรือผ้าชุบน้ำหมาดๆ

กล้องโทรทรรศน์วิทยุ นักวิศวกรชาวอเมริกันชื่อ คาร์ล เจนส์กี เป็นผู้ประดิษฐ์และค้นพบในปี พ.ศ. 2474 ส่วนประกอบที่สำคัญคือ สายอากาศที่เป็นรูปหอยาโข่สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุที่มาจากระยะไกลได้ดีโดยใช้คลื่นวิทยุที่สายอากาศเครื่องรับ แล้วส่งต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อแปลความหมายและส่งไปยังเครื่องบันทึก

สเปกโตรมิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์สเปกตรัมของแสงสีต่าง ๆ เช่น แสงสีจากดวงอาทิตย์ เพื่อหาส่วนประกอบทางเคมี

โลหะคู่ควบเทอร์โมคัปเปิล ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของดวงดาวต่าง ๆ

โฟโตมิเตอร์ เป็นเครื่องวัดความสว่างของดวงดาว

โครโนกราฟ เป็นเครื่องกำหนดเวลาทำหน้าที่เป็นนาฬิกาจับเวลา อาศัยการสั่นสะเทือนของผลึก เช่น ผลึกของแร่ควอตซ์

ทรานซิท เป็นเครื่องวัดมุม เพื่อหาค่าแฉกดาวต่าง ๆ

แบบฝึกหัด

1. ด้านนักเรียนต้องการหาความยาวโฟกัสของเลนส์จะหาโดยวิธีใด.....
2. นักเรียนคนหนึ่งใช้เลนส์นูน 2 อัน มาซ้อนกัน โดยที่อันแรกเมื่อนำไปรวมแสงอาทิตย์ จุลรวมแสงห่างเลนส์ 10 เซนติเมตร อันที่สองเมื่อนำไปรวมแสงอาทิตย์ได้จุลรวมแสงห่างเลนส์

- 15 เซนติเมตร เมื่อนำมาซ้อนกันแล้ว จุรวมแสงจะอยู่ห่างเลนส์เพียง 6.3 เซนติเมตร
 อยากทราบว่า - เลนส์อันแรกมีความยาวโฟกัสเท่าใด
 - เลนส์อันที่ 2 มีความยาวโฟกัสเท่าใด.....
 - การเอาเลนส์มาซ้อนกันจะทำให้ความยาวโฟกัสเปลี่ยนแปลงอย่างไร

3. ถ้าต้องการจะให้เห็นบริเวณที่มองด้วยกล้องกว้างขึ้นต้องทำอย่างไร

.....

3. ปัญหาในการเดินทางออกนอกโลก

สาเหตุที่ดาวเคราะห์ต่างก็โคจรรอบดวงอาทิตย์ เป็นเพราะว่า ดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ต่างก็มีแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน แต่มวลของดวงอาทิตย์มากกว่าจึงดึงดูดดาวเคราะห์ให้โคจรรอบดวงอาทิตย์ได้ ดวงจันทร์โคจรรอบโลกได้ เนื่องจากโลกมีมวลมากกว่า วัตถุต่าง ๆ ที่ตกลงมาสู่พื้นโลกเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

การทดลองที่ 12.3 แรงโน้มถ่วงของโลก

จุดประสงค์

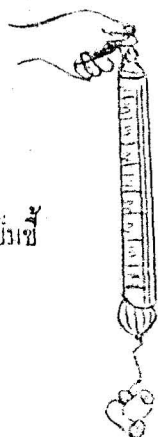
1. บอกได้ว่าน้ำหนักวัตถุเกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก
2. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างมวลและน้ำหนักได้ว่า เมื่อมวลเพิ่มขึ้นน้ำหนักจะมากขึ้น
3. เขียนกราฟและแปลความหมายจากกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของมวลและน้ำหนัก
4. สรุปได้ว่าแรงโน้มถ่วงของโลกที่มีต่อมวลสารของวัตถุใด ๆ ที่ระดับความสูงต่าง ๆ จากผิวโลก จะเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางจากวัตถุนั้นถึงจุดศูนย์กลางของโลก

อุปกรณ์

1. ถ่านไฟฉาย
2. ด้ายหลอด
3. กาขึงสปริง

วิธีทำ

1. สังเกตเข็มตาขึงสปริง เมื่อยังไม่ได้แขวนสิ่งใด บันทึกตำแหน่งเข็มชี้ไว้
2. ใช้มือดึงตรงขอแขวนของตาขึงเพียงเบา ๆ สังเกตว่าเข็มขี้อยู่ที่เดิมหรือไม่
3. นำถ่านไฟฉาย 1 ก้อน ผูกด้วยเชือกเข้ากับตาขึง สังเกตและบันทึกตำแหน่งเข็มชี้
4. ทดลองซ้ำเช่นเดิม แต่เพิ่มถ่านไฟฉายครั้งละ 1 ก้อน จนครบ 4 ก้อน



5. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนก้อนถ่ายไฟฉาย และตำแหน่งเข็มชี้ที่อ่านได้จากตาชั่งสปริง โดยให้จำนวนก้อนถ่ายไฟฉายอยู่บนแกนนอน และตำแหน่งเข็มชี้อยู่บนแกนยืน

คำถามก่อนการทดลอง

1. ถ้านักเรียนต้องการจะทราบว่าตาชั่งสปริงใช้งานได้หรือไม่ จะมีวิธีการทดสอบอย่างไร

.....

2. การที่สิ่งของ ที่โยนขึ้นไปตกลงสู่เบื้องล่างเสมอ เป็นเพราะเหตุใด

.....

ผลการทดลอง

ครั้งที่	จำนวนถ่ายไฟฉาย (ก้อน)	มาตราส่วนเข็มชี้ (นิวตัน)
1		
2		
3		
4		

ตารางกราฟ

คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลองถ้าใช้ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน กับ 2 ก้อน ตำแหน่งของเข็มชี้เหมือนกันหรือไม่
อย่างไร
2. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนถ่านไฟฉายกับตำแหน่งเข็มชี้อธิบายได้อย่างไร
.....
3. ถ้าเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉายเป็น 6 ก้อน ตำแหน่งของเข็มชี้จะเป็นเท่าใด
4. จากคำตอบข้อ 3 นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่าแรงดึงดูดที่ทำให้เข็มชี้เปลี่ยนตำแหน่งก็คือ
.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ความรู้เพิ่มเติม

- แรงโน้มถ่วงของโลก คือ แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อมวลสารของวัตถุ เพื่อให้วัตถุเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก แรงโน้มถ่วงของโลกจะมีค่ามาก ถ้าอยู่ใกล้จุดศูนย์กลางของโลก
 - มวล คือ ปริมาณเนื้อสารที่มีอยู่ในก้อนวัตถุ มีค่าคงที่เสมอ มวลหน่วยเป็น กิโลกรัม
 - น้ำหนัก คือ แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุ น้ำหนักของวัตถุจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ
 - ปริมาณมวลสารของวัตถุ และ ระยะทางระหว่างวัตถุนั้นถึงจุดศูนย์กลางของโลก
- ในชีวิตประจำวันเราใช้หน่วยของน้ำหนักเป็น กิโลกรัม เช่น
- ไม้ท่อนหนึ่งหนัก 10 กิโลกรัม หมายความว่า น้ำหนักของไม้มีค่าเท่ากับน้ำหนักของมวล 10 กิโลกรัม แต่เนื่องจากน้ำหนักเป็นแรงโน้มถ่วงที่โลกกระทำต่อมวลวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน แต่น้ำหนักของมวล 1 กิโลกรัม เท่ากับ 9.8 นิวตัน นั่นก็คือ ไม้ชิ้นหนัก $10 \div 9.8$ นิวตัน

ตาราง 1.2 แสดงค่าแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อมวลสารที่ระดับต่าง ๆ

ระยะทางจากศูนย์กลางของโลก (จำนวนเท่าของรัศมี)	ค่าแรงโน้มถ่วงของโลก (จำนวนเท่าของแรงที่พื้นผิวโลก)
1	1
2	$\frac{1}{4}$
3	$\frac{1}{9}$
4	$\frac{1}{16}$
5	$\frac{1}{25}$
6	$\frac{1}{36}$
7	$\frac{1}{49}$
8	$\frac{1}{64}$
9	$\frac{1}{81}$
10	$\frac{1}{100}$

☆ รัศมีของโลกเท่ากับ 6,370 กิโลเมตร

- ความเร็วของวัตถุใด ๆ หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปใน 1 หน่วยเวลา มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$$

- ความเร่ง หมายถึง ความเร็วของวัตถุที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที² ถ้าวัตถุนั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่สม่ำเสมอในแนวเส้นตรงวัตถุนี้จะไม่มีความเร่ง

$$\text{ความเร่ง} = \frac{\text{ความเร็ว}}{\text{เวลา}}$$

- การตกอย่างอิสระ หมายถึง การตกของวัตถุโดยไม่มีแรงอื่นมากระทำ นอกจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่านั้น

ตาราง 1.3 แสดงความเร็วของวัตถุตกอย่างอิสระ

วินาทีที่	ความเร็วของวัตถุ (เมตร/วินาที)	ความเร่ง (เมตร/วินาที ²)
1	9.8	
2	16.9	
3	29.4	
4	39.2	
5	49.0	

คำถาม

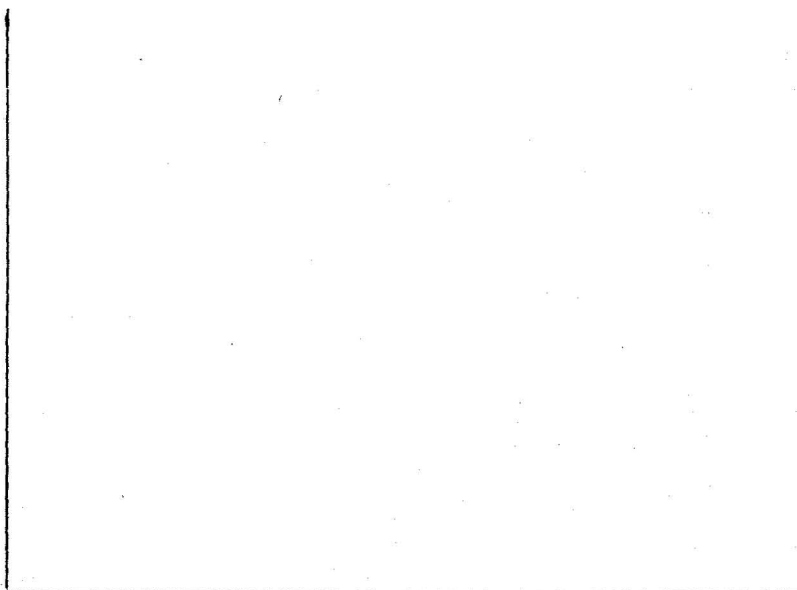
1. ความเร่งที่นักเรียนคิดได้ในตารางมีค่าต่างกันหรือไม่ อย่างไร

2. ให้เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับความเร็วของวัตถุในขณะตกอย่างอิสระ

โดยให้เวลาอยู่บนแกนอน ความเร็วอยู่บนแกน

ความเร็ว

(m / s)



เวลา (s)

3. ลักษณะเส้นกราฟที่ได้เป็นอย่างไร ถ้าต่อเส้นกราฟให้ออกไปจะมีลักษณะอย่างไร

.....

4. จากกราฟที่ได้ นักเรียนจะอธิบายได้ว่าอย่างไร

.....

.....

5. นักเรียนพอจะอธิบายให้หรือยังว่า เพราะเหตุใดวัตถุทั้งหลายถึงไม่หลุดลอยออกไปนอกโลก

.....

6. ถ้านักเรียนต้องให้วัตถุต่าง ๆ ลอยออกไปนอกโลกจะทำอย่างไร

.....

.....

พลังงานกับการเคลื่อนที่

การทดลองที่ 12.4 พลังงานจลน์กับการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตั้ง

จุดประสงค์ 1. บอกได้ว่า พลังงานศักย์จากการยืดของสายยาง เปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์

ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้

2. สรุปได้ว่าระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นไปในแนวตั้งจะมากขึ้นหรือน้อยขึ้น ขึ้นอยู่กับ

พลังงานที่ได้รับ

อุปกรณ์

1. เครื่องยิงวัตถุ

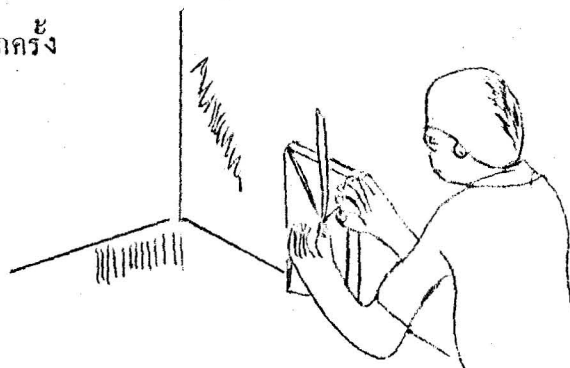
2. ไ้บรทัดขนาด 60 เซนติเมตร

วิธีทำ

1. ทาบเครื่องยิงวัตถุกับฝาห้องเรียน ดังรูป ให้ปลายไม้ไ้อยู่ที่ขีดศูนย์ของระยะความสูงที่จะวัด

2. กดแท่งไม้ยาว 30 เซนติเมตร กับสายยางเครื่องยิงวัตถุ ให้สายยางยืดออกถึงขีด 5 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้สายยางคืนไม่ขึ้นไปในแนวตั้ง วัดระยะที่ไม่ขึ้นไปสูงสุด

3. ทำซ้ำเดิม โดยให้สายยางยืดถึง 7, 9, 11 เซนติเมตร ตามลำดับ บันทึกระยะที่ไม่ขึ้นไปสูงสุดไว้ทุกครั้ง



รูป 8 แสดงการจัดสายยางและไม้ในการยิงวัตถุ

คำถามก่อนการทดลอง

1. นักเรียนจะวัดระยะสูงสุดที่ไม้พุ่งขึ้นไปได้อย่างไร
2. ถ้านักเรียนวางเครื่องยิงวัตถุไว้กลางห้องเรียนจะได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ผลการทดลอง

ตำแหน่งสายยางยัดออก (เซนติเมตร)	5	7	9	11
ระยะทางที่ไม้พุ่งไปสูงสุด (เซนติเมตร)				

คำถามหลังการทดลอง

1. ขณะที่ยัดสายยางออกและอยู่นิ่ง ๆ มีพลังงานอะไรเกิดขึ้น
2. พลังงานที่อยู่ในแท่งไม้ที่กำลังเคลื่อนที่เรียกว่า
3. เมื่อแท่งไม้พุ่งไปอยู่ตำแหน่งสูงสุด พลังงานมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
4. ถ้าต้องการให้แท่งไม้พุ่งไปในตำแหน่งที่สูงมาก ๆ ต้องทำอย่างไร เพราะเหตุใด
5. เมื่อแท่งไม้พุ่งไปสูงสุดแล้ว ทิศทางการเคลื่อนที่ของไม้จะเป็นอย่างไรต่อไป เพราะเหตุใด

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

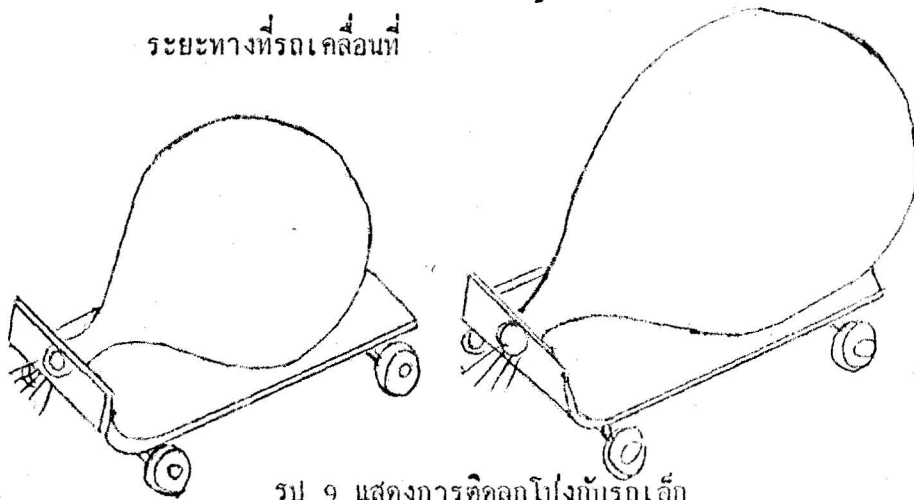
นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ในการส่งจรวดออกไปนอกโลกนั้น จะต้องทำอย่างไรจึงจะทำให้จรวดเคลื่อนที่ต่อไปได้เรื่อย ๆ เราลองมาศึกษาหลักการทำงานของจรวดดูซิว่าเป็นอย่างไร

การทดลองที่ 12.5 แรงปฏิกิริยากับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

- จุดประสงค์
1. บอกความหมายของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา
 2. สรุปได้ว่า ขณะที่แรงกิริยาจะมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นในทิศทางตรงกันข้าม และแรงปฏิกิริยาทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้
 3. นำเอาความรู้เรื่องแรงปฏิกิริยามาอธิบายหลักการเคลื่อนที่ของวัตถุ

- อุปกรณ์
1. รถพลาสติก
 2. ลูกโป่งกลมเบอร์ 3

- วิธีทำ
1. เป่าลูกโป่งให้โตเต็มที่แล้วบีบปากไว้ไม่ให้ลมออกมา นำไปติดกับรถเล็กที่วางอยู่บนพื้น
 2. ปลดมือให้ลมออกจากลูกโป่ง สังเกตทิศทางและระยะทางที่รถเคลื่อนที่
 3. ทำการทดลองซ้ำเช่นเดิม แต่เป่าลูกโป่งให้เล็กกว่าเดิม เปรียบเทียบทิศทาง และระยะทางที่รถเคลื่อนที่



รูป 9 แสดงการติดลูกโป่งกับรถเล็ก

คำถาม ก่อนการทดลอง

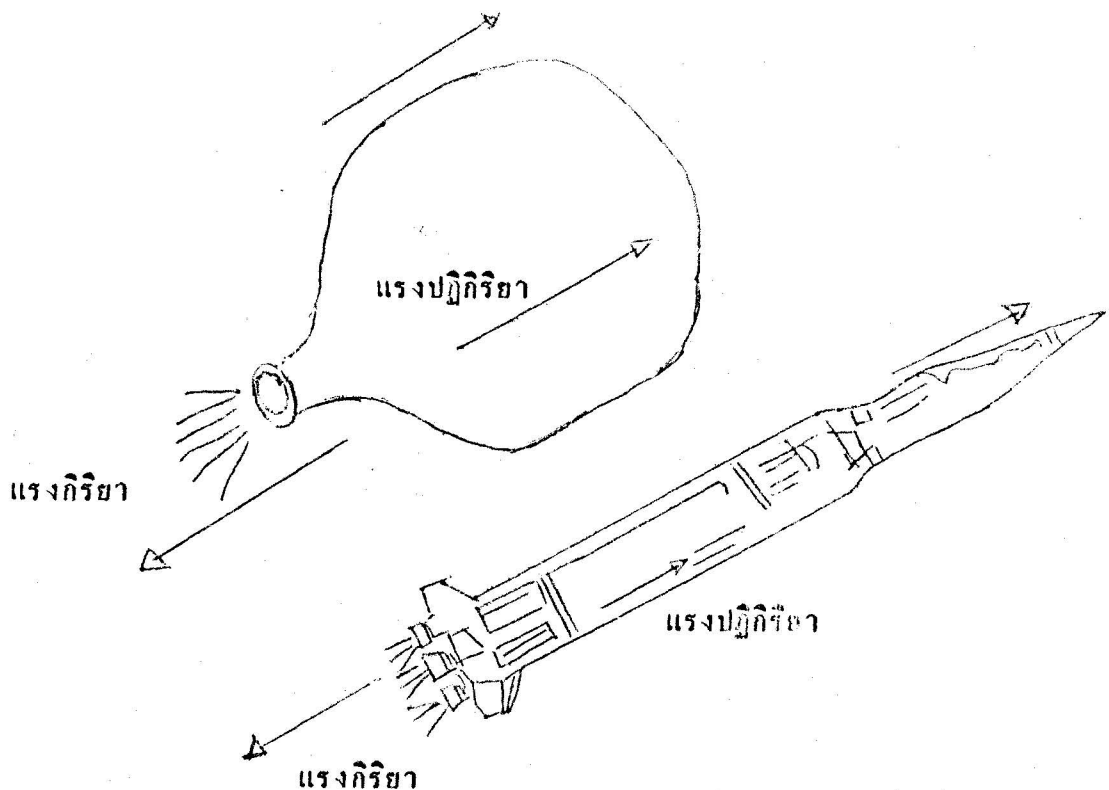
1. เพราะเหตุใดจึงต้องเป่าให้ขนาดของลูกโป่งต่างกัน
2. การทดลองนี้ต้องสังเกตอะไรบ้าง

ความรู้เพิ่มเติม

การเคลื่อนที่ของวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ 2 ลักษณะ คือ

1. เคลื่อนที่ด้วยแรงโดยตรง ซึ่งเราเรียกว่า แรงกิริยา เช่น ลูกธนู ลูกกระสุน ก้อนหินที่ถูกขว้าง หลังงานขับเคลื่อนในการเคลื่อนที่ของจรวด แรงลมที่พุ่งออกมาจากลูกโป่ง
2. เคลื่อนที่ด้วยแรงปฏิกิริยา หมายถึงแรงที่วัตถุกระทำให้ตอบแรงกิริยา การเคลื่อนที่ในลักษณะนี้จะมีแรงขับเคลื่อนไปทางด้านหลัง คั้นให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทางด้านหน้า เช่น การเคลื่อนที่ของจรวด เครื่องบินไอพ่น เรือยนต์ เรือหางยาว

ข้อสังเกต : นักเรียนมักจะเข้าใจผิดเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของจรวดหรือเครื่องบินไอพ่น ว่าต้องพุ่งไอบิดันอากาศ ถ้าไม่มีอากาศจะไม่มี การเคลื่อนที่ ซึ่งความจริงแล้วจรวดเคลื่อนที่ได้ด้วยแรงปฏิกิริยา ไม่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมภายนอก



รูป 10 แสดงแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาในการเคลื่อนที่ของลูกโป่ง และจรวด

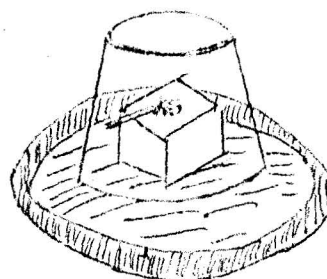
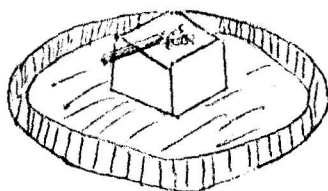
การขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิง

การทดลองที่ 12.6 การลุกไหม้ของหัวไม้ขีดไฟ

- จุดประสงค์
1. บอกได้ว่า เมื่อหัวไม้ขีดไฟลุกไหม้จะมีแรงดันเกิดขึ้น ดันให้ถ้วยลอยขึ้น
 2. นำหลักการนี้ไปใช้อธิบายเกี่ยวกับแรงดันในการขับเคลื่อนจรวดโดยใช้เชื้อเพลิง

- อุปกรณ์
1. ฝากล่องพลาสติกกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร
 2. ดินน้ำมันขนาด 2 เซนติเมตร $\times$ 2 เซนติเมตร $\times$ 2 เซนติเมตร
 3. แผ่นอลูมิเนียม 2 เซนติเมตร $\times$ 2 เซนติเมตร
 4. ไม้ขีดไฟ
 5. ถ้วยพลาสติกขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร

- วิธีทำ
1. ปั้นดินน้ำมันเป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 2 เซนติเมตร $\times$ 2 เซนติเมตร $\times$ 2 เซนติเมตร นำแผ่นอลูมิเนียมมาปิดด้านหนึ่งของดินน้ำมัน แล้วนำไปวางบนฝาพลาสติกกลม ให้ด้านที่ปิดแผ่นอลูมิเนียมอยู่ด้านบน
 2. ใช้มีดขีดหัวไม้ขีดไฟ 5 หัว ใส่แผ่นกระดาษ แล้วเทลงบนแผ่นอลูมิเนียม เช็กหัวไม้ขีดไฟให้มารวมกันที่แผ่นอลูมิเนียม บริเวณขอบ
 3. เหยือก้านไม้ขีดไฟให้ลูกเป็นเปลวจนเกือบถึงปลาย แล้วเอาแผ่นไม้ทับให้ได้ทรงถ่วง สี่ด้าน วางทรงถ่วงสี่ด้านไว้บนกองหัวไม้ขีดไฟและให้ปลายอีกด้านหนึ่งพันดินน้ำมัน ออกมา 1 เซนติเมตร
 4. รินน้ำใส่ฝาพลาสติกนี้ให้สูง 1 เซนติเมตร
 5. จุดไม้ขีดจนปลายทรงถ่วงที่ขอบลูกบาศก์ให้ติดไฟ เมื่อติดไฟแล้ว ให้เอาถ้วยพลาสติกครอบ ดังรูป



รูป 11 แสดงการเผาไหม้ของหัวไม้ขีดไฟในครอบด้วยพลาสติก

คำถามก่อนการทดลอง

1. ถ้าในการทดลองนี้ไม่ได้ใส่ น้ำที่ฟองกลิ้งพลาสติก นักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะเป็นอย่างไร
.....
2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ได้อย่างไร
.....
3. มีข้อควรระวังอะไรบ้างในการทดลอง.....
.....

ผลการทดลอง

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลอง ถ้าใส่หัวไม้ขีดไฟมากกว่า 5 ก้าน ผลจะเป็นอย่างไร
.....
2. เพราะเหตุใดจึงต้องเผากันไม้ขีดไฟให้เป็นถ่าน
3. ถ้าการทดลองนี้ไม่มีอากาศ จะได้ผลเช่นใด เพราะเหตุใด
4. หลักการ^{นี้}นักเรียนจะนำไปใช้ประโยชน์ใดได้บ้าง

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ความรู้เพิ่มเติม

เชื้อเพลิงจรวดมี 2 ชนิด คือ เชื้อเพลิงแข็งและเชื้อเพลิงเหลว สารที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวได้แก่ ไฮโดรเจนเหลว เอธิลแอลกอฮอล์ ไฮโดรซีน อัมโมเนียเหลว ไคเมทริล -

ไฮโดรซีน ไคบอเรน เพนตะบอเรน สารที่ช่วยในการลุกไหม้คือออกซิเจนเหลว ฟลูออรีน ไนโตรเจนเตตระออกไซด์ กรดไนตริก ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และสารประกอบของฟลูออรีน

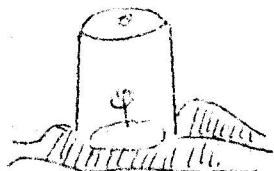
เชื้อเพลิงแข็งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ เชื้อเพลิงแข็งฐานกู่ ได้แก่ ไนโตรเซลลูโลส ผสมกับไนโตรกลีเซอริน ซึ่งมีองค์ประกอบที่จะลุกไหม้ได้เอง ไม่ต้องการช่วยลุกไหม้

เชื้อเพลิงอีกกลุ่มหนึ่ง คือ เชื้อเพลิงแข็งฐานรวม ได้แก่ ยางแอลฟัลด์ พลาสติกชนิดต่าง ๆ ส่วนมาเชื้อเพลิงชนิดนี้จะผสมผงละเอียดของโลหะเบอริลเลียม หรืออลูมิเนียม เพื่อเพิ่มอุณหภูมิ และเพิ่มแรงขับเคลื่อน นอกจากนั้นยังมีสารช่วยลุกไหม้ ได้แก่ อัมโมเนียมไนเตรด เป็นต้น

บันทึกข้อความ

แบบฝึกหัด

1. ถ้าในโลกนี้ปราศจากแรงโน้มถ่วง เมื่อโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศผลจะเป็นอย่างไร
 - ก. วัตถุจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยความเร็วคงที่
 - ข. วัตถุจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยความเร็วคงที่และไม่มีวันตกลงสู่พื้นโลก
 - ค. วัตถุจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าระยะหนึ่งแล้วจึงตกมาสู่พื้นโลก
 - ง. วัตถุจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยความเร็วที่ลดลงและไปตามแนวแรงที่ชี้ข้างวัตถุ
2. ดาวพฤหัสบดีมีมวลมากกว่าโลก ถ้าเราไปชั่งน้ำหนักบนดาวพฤหัสบดี จะให้ผลอย่างไร
 - ก. น้ำหนักมากกว่าบนโลก
 - ข. น้ำหนักน้อยกว่าบนโลก
 - ค. น้ำหนักเท่ากับบนโลก
 - ง. สรุปไม่ได้ ข้อมูลไม่เพียงพอ
3. ข้อความใดไม่ถูกต้อง
 - ก. พลังงานจลน์ของวัตถุที่จุดสูงสุดจะมีค่าเป็นศูนย์
 - ข. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นพลังงานศักย์ยิ่งเพิ่มมากขึ้น
 - ค. พลังงานที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่คือพลังงานศักย์
 - ง. ขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่พลังงานศักย์แปรผกผันเป็นพลังงานจลน์
4. เมื่อเชื้อเพลิงเกิดการลุกไหม้ที่จำกัด แล้วก่อให้เกิดแรงดันขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากอะไร
 - ก. ภายขยายตัวของเชื้อเพลิง
 - ข. การระเบิดของเชื้อเพลิง
 - ค. การกระจายโมเลกุลของก๊าซ
 - ง. การหดตัวและขยายตัวของเชื้อเพลิงอย่างรวดเร็ว
5. ในการทดลองนำเคลเซียมคาร์ไบด์มา 1 ก้อน แล้วนำกระป๋องนมเจาะรูเล็กด้านหนึ่ง อีกด้านเปิดหมด มาครอบไว้ในบริเวณดินเหลวเหนียว จากนั้นกดกระป๋องให้จมดินพอประมาณ แล้วนำน้ำหยดใส่ลงทางรู รอสักครู่แล้วจุดไฟที่รู ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
 - ก. กระป๋องนมจะขยับตัวเล็กน้อย
 - ข. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น
 - ค. กระป๋องนมจะลอยสูงขึ้นในอากาศ
 - ง. กระป๋องนมจะเกิดการระเบิดและแตกกระจายออก



6. การทดลองในข้อ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสิ่งใด

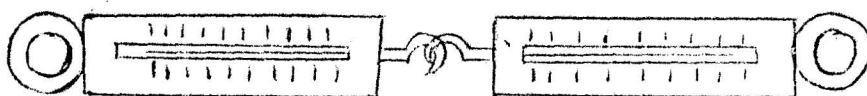
ก. แรงดึงดูดของดินเหนียว

ข. การดูดน้ำของแคลเซียมคาร์ไบด์

ค. แรงระเบิดของเชื้อเพลิง

ง. ปฏิกริยาเคมีระหว่างแคลเซียมคาร์ไบด์กับน้ำ

7. จากรูป เมื่อใช้ขอตาชั่งสปริง 2 อันเกี่ยวกัน แล้วออกแรงดึงตาชั่งทั้งสองข้าง จะได้ผลการทดลองอย่างไร



ก. เข็มตาชั่งจะต้องบอกค่าเท่ากันทั้งสองอันไม่ว่าจะดึงอย่างไร

ข. ถ้ามือขวาดึงตาชั่งอันขวาแรงหน่อย เข็มตาชั่งอันขวาจะบอกค่ามากกว่า

ค. เข็มตาชั่งจะบอกค่าไม่เท่ากันก็ได้ ถ้ามือสองข้างดึงตาชั่งแรงไม่เท่ากัน

ง. ถ้าตาชั่งอยู่ในแนวตั้ง อันบนจะบอกค่ามากกว่า

8. จากผลการทดลองในข้อ 7 นักเรียนใช้หลักการข้อใดอธิบาย

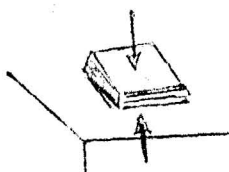
ก. มวลและน้ำหนักไม่ใช่สิ่งเดียวกัน

ข. แรงกิริยาเท่ากับแรงปฏิกิริยา

ค. งานเท่ากับแรงคูณระยะทาง

ง. น้ำหนักคือแรงดึงดูดของโลก

9. รูปใดไม่ใช่คู่ของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา



ก. หนังสือกดโต๊ะ โต๊ะดันหนังสือ

ข. มือดันฝา ฝาดันมือ

ค. น้ำหนักลูกตุ้มดึงลง แรงดึงในเชือกแขวนลูกตุ้มดึงขึ้น

ง. เชือกผูกแขวนลูกตุ้มกับเพดานดึงลง เพดานดึงขึ้น

10. ในการจุดบั้งไฟให้เคลื่อนที่ขึ้นไปบนท้องฟ้า เมื่อบั้งไฟขึ้นไปถึงจุดสูงสุดบนท้องฟ้า การเปลี่ยนแปลงขณะนั้นจะเป็นอย่างไร
- ความเร็วของบั้งไฟที่จุดสูงสุดมีค่ามากที่สุด
 - ที่จุดสูงสุดค่าแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อบั้งไฟเป็นศูนย์
 - ที่จุดสูงสุดความเร็วของบั้งไฟมีค่าเป็นศูนย์
 - ที่จุดสูงสุดแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยามีค่าเท่ากัน

4. หลักการส่งยานอวกาศ

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า การเคลื่อนที่ของจรวดนั้นอาศัยหลักของแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ในขณะที่เชื้อเพลิงลุกไหม้ ในขณะที่เชื้อเพลิงลุกไหม้จะมีก๊าซเกิดขึ้นและพุ่งออกมาทำให้เกิดแรงกิริยา จรวดจะเคลื่อนที่ไปด้วยแรงขับเคลื่อนของเชื้อเพลิงในทิศทางตรงข้าม

4.1 ยานอวกาศ

นักวิจัยจรวดบั้งไฟที่ใช้ในงานเทศกาลประจำทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะใช้หลักการเดียวกันกับการเคลื่อนที่ของจรวด บั้งไฟเป็นวัตถุชนิดหนึ่งที่ทำด้วยกระดาษไม้ไผ่ ภายในบรรจุสารที่ให้พลังงานขับเคลื่อนที่จะทำให้บั้งไฟเคลื่อนที่ด้วยแรงปฏิกิริยาสู่อวกาศได้ สารที่บรรจุคือ ดินปืน ซึ่งผสมด้วย ถ่าน กำมะถัน และโปตัสเซียมไนเตรด (ดินปะสิ่ว)

จรวดแชตเทอร์น เป็นจรวดที่ใช้สำหรับขนส่งยานอวกาศ ประกอบด้วยจรวด 3 ท่อน ได้แก่

- จรวดท่อนที่ 1 เป็นจรวดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีพลังงานมากที่สุด มีน้ำหนัก

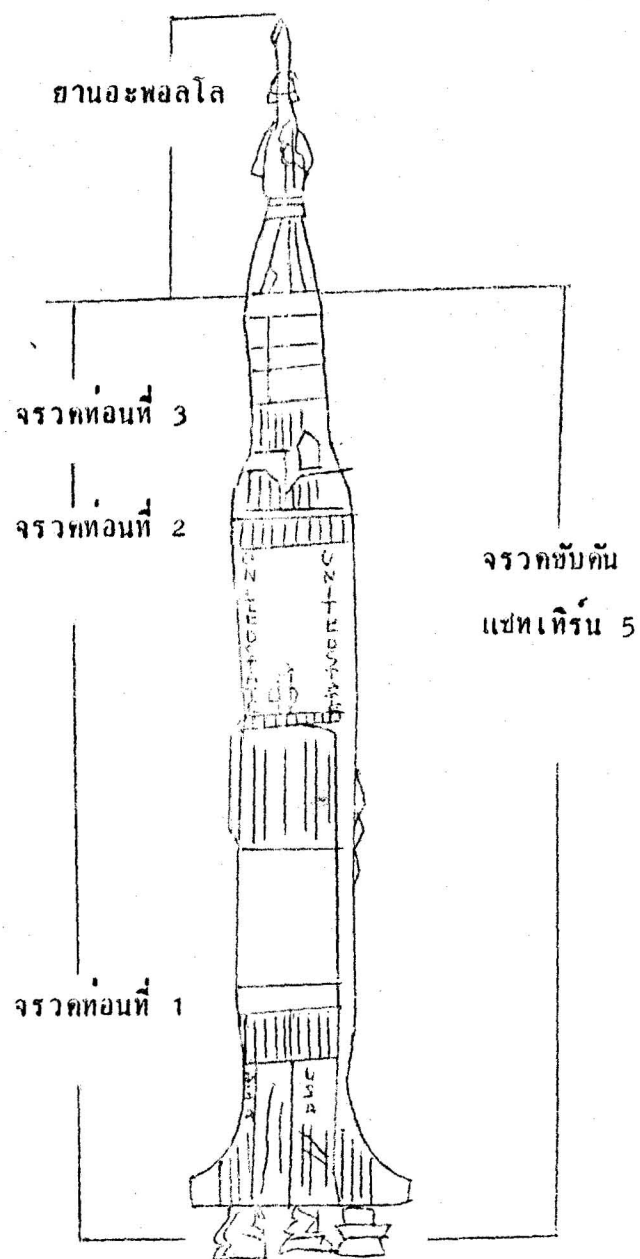
2.25 ล้านกิโลกรัม ประกอบด้วยเครื่องยนต์ F 1 5 เครื่องมีแรงขับเคลื่อน 34,000,000 กิโลกรัม ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันก๊าด $R_p - 1$ และสารช่วยลุกไหม้คือออกซิเจนเหลว

- จรวดท่อนที่ 2 มีน้ำหนัก 480,000 กิโลกรัม ประกอบด้วยเครื่องยนต์ J -2 5 เครื่อง ใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนเหลว และใช้ออกซิเจนเหลวเป็นตัวเผาไหม้

- จรวดท่อนที่ 3 มีน้ำหนัก 12,000 กิโลกรัม ใช้เครื่องยนต์ J-2 1 เครื่อง ใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนเหลว และใช้ออกซิเจนเหลวเป็นตัวเผาไหม้



รูป 12 แสดงภาพโล่งไฟ



รูป 13 จรวดแปทเทิร์น

คำถาม

1. จากหลักการของบั้งไฟ ถ้าแรงกิริยาของบั้งไฟหมด แรงปฏิกิริยาจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
2. จากข้อ 1 จะเกิดอะไรขึ้นกับกระบอกไม้ไผ่.....
3. เพราะเหตุใดจรวดก้อนที่ 1 จึงมีขนาดใหญ่ที่สุด.....
.....
4. เพราะเหตุใดเมื่อเชื้อเพลิงเผาไหม้หมดแล้วจึงต้องมีการสลัดจรวดทิ้ง.....
.....
5. นักเรียนคิดว่ามวลมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของจรวดหรือไม่ อย่างไร.....
.....
6. จากข้อ 5 ถ้าจะทดสอบคำถาม นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร.....
.....
.....

4.2 การเคลื่อนที่ในอวกาศ

การทดลองที่ 12.7 การเคลื่อนที่และความเสียคทาน

- จุดประสงค์
1. บอกความหมายของแรงเสียคทาน ความเฉื่อย และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
 2. สรุปได้ว่า แรงเสียคทานมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ
 3. บอกได้ว่า วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงหรือหยุดนิ่ง ถ้าไม่มีแรงมากระทำ การเคลื่อนที่ดังกล่าวจะเปลี่ยนทิศทางเมื่อมีแรงที่ไม่ได้อยู่ในทิศทางเดิมมากระทำต่อวัตถุนั้น

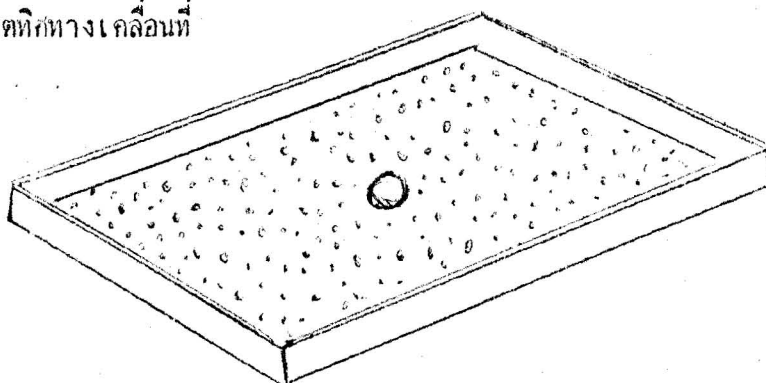
อุปกรณ์

- ถาดไร้แรงเสียคทาน

- วิธีทำ
1. วางไม้กลมในกระบะที่อยู่บนโต๊ะ แล้วผลักให้เคลื่อนที่จากขอบกระบะด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง สังเกตว่าออกแรงมากน้อยเพียงใด
 2. โรยเม็ดพลาสติกลงในกระบะ ผลักไม้กลมให้เคลื่อนที่ไปบนเม็ดพลาสติกในระยะทาง

เท่าเดิม สังเกตทิศทางการเคลื่อนที่ และ เปรียบเทียบกับข้อ 1

3. ผลักไม้กลมอีกครั้ง แต่พอไม้กลมเคลื่อนที่ถึงกลางกระบะให้ออกแรงผลักไม้กลมเบา ๆ
สังเกตทิศทางการเคลื่อนที่



รูป 14 แสดงกระบะไม้และไม้กลมบนเบ้าพลาสติก

คำถามก่อนการทดลอง

1. ถ้าไม่ใช่เบ้าพลาสติก นักเรียนคิดว่าจะใช้วัตถุใดแทนได้บ้าง.....
2. ให้นักเรียนลองตั้งสมมติฐานการทดลอง จะได้ว่าอย่างไร.....
.....
3. นักเรียนคิดว่าพื้นราบที่มีลักษณะผิวต่างกันจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุหรือไม่ อย่างไร
.....
.....

บันทึกผลการทดลอง

สถานการณ์	ผลที่เกิดขึ้น
1. ผลักก้อนไม้กลมในกระบะที่ไม่มีเบ้าพลาสติก	
2. ผลักก้อนไม้กลมในกระบะที่มีเบ้าพลาสติก	
3. ขณะไม้กำลังเคลื่อนที่ถึงกลางกระบะ ออกแรงผลักไม้กลมเบา ๆ อีกครั้ง	

คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลอง การเคลื่อนที่ของไม้กลมบนพื้นกับบนเวกพลาสติก ต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
จึงเป็นเช่นนั้น.....
.....
2. ถ้าออกแรงผลักไม้กลมที่กำลังเคลื่อนที่อยู่ จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของไม้กลมอย่างไร
.....
3. ถ้านักเรียนทดลองเข็นลังไม้ไปตามพื้นเรียบกับบนพื้นขรุขระการเคลื่อนที่ของลังไม้จะต่างกันหรือไม่ อย่างไร
4. จากคำตอบข้อ 3. นักเรียนจะสรุปได้หรือไม่ว่าการเคลื่อนที่ครั้งใหม่ที่มีแรงเสียดทานเกิดขึ้น
น้อย.....
5. นักเรียนคิดว่าแรงเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใดบ้าง
.....
.....

สรุปผลการทดลอง

.....

การเคลื่อนที่ของวัตถุ

แรงเสียดทานหมายถึง แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ซึ่งพยายามต้านทานการเคลื่อนที่
ในทิศทางตรงข้าม

- แรงเสียดทานระหว่างพื้นรองเท้ากับถนนที่แห้งและถนนที่เปียกต่างกันอย่างไร

.....

- ขณะที่จรวดกำลังเคลื่อนที่อยู่ในอวกาศมีแรงเสียดทานหรือไม่ เพราะเหตุใด
.....
- นอกจากแรงเสียดทานจะมีผลต่อการเคลื่อนที่แล้ว ยังทำให้เกิดพลังงานใดได้อีก
.....
- นักเรียนคิดว่าเมื่อจรวดเคลื่อนที่ผ่านอากาศ เราจะมีวิธีป้องกันอย่างไร ที่จะไม่ให้
จรวดเกิดการลุกไหม้.....
-
- ในขณะที่ผู้บัญชาการยานหยุดยั้งชั่วขณะหนึ่ง จักรยานสองล้อจะยังเคลื่อนที่ต่อระยะหนึ่งแล้ว
จึงหยุด เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น.....
-

ความรู้เพิ่มเติม

การลดแรงเสียดทานทำได้ ดังนี้

ลดแรงเสียดทานภายนอก โดยการออกแบบรูปร่างของยานพาหนะให้เพรียวลม เช่น
รถแข่ง

ค่าของแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. ชนิดและลักษณะของพื้นผิวสัมผัส เช่น ผิวหยาบมีแรงเสียดทานมาก
2. น้ำหนักที่กด เช่น ถ้าน้ำหนักมากจะเป็นผลให้มีแรงเสียดทานมากด้วย

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

เซอร์ไอแซค นิวตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้สรุปกฎการเคลื่อนที่ไว้ 3 ข้อ
ที่นิยมเรียกว่า กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มีใจความดังนี้

กฎข้อที่ 1 วัตถุจะคงอยู่ในสภาพนิ่ง หรือสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ
ในแนวเส้นตรงตลอดไป นอกจากจะมีแรงภายนอกมากระทำ

กฎข้อที่ 1 นี้บางครั้งเรียกว่า กฎของความเฉื่อย อธิบายได้ว่าเมื่อวัตถุใด

เมื่ออยู่ในสภาพหนึ่ง ก็จะคงสภาพนั้นอยู่อย่างเดิมตลอดไป เว้นไว้เสียแต่ว่าจะมีแรงมากระทำต่อวัตถุนั้น ซึ่งทำให้วัตถุเปลี่ยนจากสภาพอยู่หนึ่ง ถ้าวัตถุใดมีการเคลื่อนที่ไปในแนวทิศนั้นด้วยความเร็วคงที่ตลอดไป จนกว่าจะมีแรงอื่นมากระทำต่อวัตถุนั้น ทำให้ความเร็วเปลี่ยนแปลงไป

กฎข้อที่ 2 ความเร่งของวัตถุจะแปรโดยตรงและมีทิศทางเดียวกันกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ และจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

กฎข้อที่ 2 นี้อธิบายได้ว่า เมื่อแรงกระทำกับวัตถุมีค่ามาก ความเร่งก็มีค่ามากด้วย และถ้ามวลของวัตถุมีค่ามาก ความเร่งก็จะน้อยลง

ถ้า F แทนแรงกระทำ a แทนความเร่ง m แทนมวลของวัตถุ

จะได้ $a = \frac{F}{m}$

$$a = \frac{1}{m}$$

$$F = km$$

กฎข้อที่ 3 เมื่อมีแรงกิริยาจะมีแรงปฏิกิริยาซึ่งมีขนาดเท่ากัน และทิศทางตรงกันข้ามเสมอ

กฎข้อที่ 3 อธิบายได้ว่าแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจะเกิดเป็นคู่กันเสมอ เกิดขึ้นพร้อมกัน มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้าม

เช่น - วางหนังสือบนโต๊ะหนังสือจะอยู่ในสภาพนิ่งได้ เนื่องจากแรงกิริยาที่หนังสือกระทำต่อโต๊ะ มีขนาดเท่ากับแรงปฏิกิริยาที่โต๊ะกระทำต่อหนังสือ แต่มีทิศตรงกันข้าม

- ถ้าเราผลักโต๊ะ จะรู้สึกว่าถูกดันกลับด้วยแรงต้านตอบ ยิ่งออกแรงดันมากขึ้น ก็มีแรงต้านตอบมากขึ้นด้วย แรงที่มือดันโต๊ะเป็นแรงกิริยา ที่โต๊ะต้านตอบเป็นแรงปฏิกิริยา

- เวลาขึ้นบนพื้น เเท้าของเราดันพื้นเป็นแรงกิริยา ขณะเดียวกันก็จะมีแรงต้านตอบที่ฝ่าเท้าของเราเป็นแรงปฏิกิริยา

- แม่เหล็กดูดเหล็กกล้า ขณะเดียวกันเหล็กก็จะดึงแม่เหล็กด้วยแรงเท่ากันด้วย แม่เหล็กดูดเหล็กเป็นแรงกิริยา และเหล็กดูดแม่เหล็กตอบเป็นแรงปฏิกิริยา ซึ่งกรณีนี้แสดงว่าการเกิดแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาวัตถุอาจจะไม่สัมผัสก็ได้

- โลกดึงดูดดวงจันทร์ด้วยแรงกิริยา และดวงจันทร์ก็ดึงดูดโลกด้วยแรงปฏิกิริยา

หลักการส่งจรวดไปโคจรรอบโลก

จากที่นักเรียนได้ศึกษาจากฏของนิวตัน คงพออธิบายได้แล้วว่า จรวดที่ส่งขึ้นไปโคจรรอบโลก เมื่อเชื้อเพลิงในท่อนต่าง ๆ เผาไหม้หมดไป จรวดส่วนที่เหลือทำไมถึงโคจรอยู่ได้เช่นเดิม ทั้งนี้เนื่องมาจากจรวดพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่ไว้ หรือพูดง่าย ๆ ว่าจรวดมีความเฉื่อยนั่นเอง ถ้าต้องการให้จรวดเปลี่ยนทิศทาง ก็ต้องมีแรงอื่นมากระทำและแรงนั้นต้องไม่อยู่ในทิศเดียวกับที่จรวดกำลังเคลื่อนที่ นักเรียนทราบหรือไม่ว่าแรงนั้นคือแรงอะไร

ในเรื่องความเร็วของวัตถุ นักเรียนได้ทราบมาแล้วว่า ความเร็วของวัตถุ ก็คือระยะทางที่วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไปได้ในระยะเวลาหนึ่ง ถ้านำวัตถุสองชิ้นที่มีขนาดเท่ากัน เคลื่อนที่พร้อมกัน อันหนึ่งเคลื่อนที่ไปในแนวราบ อีกอันหนึ่งเคลื่อนที่ไปในแนวตั้ง นักเรียนคิดว่าชิ้นไหนจะตกถึงพื้นก่อน แล้วให้ลองทำการทดลองต่อไปนี้เพื่อตรวจคำตอบที่นักเรียนคิดไว้

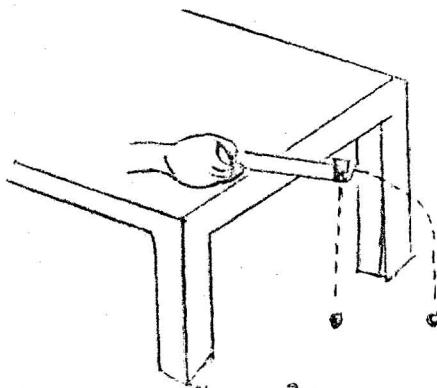
การทดลอง 12.8 การตกของวัตถุ

- จุดประสงค์
1. บอกความหมายของความเร็วโคจรรอบโลก ความเร็วหลุดพ้น
 2. บอกได้ว่าวัตถุตกในแนวตั้งและแนวราบจากที่สูงเท่ากันจะถึงพื้นพร้อมกัน
 3. บอกได้ว่า การยิงวัตถุในแนวราบ วัตถุจะตกสู่พื้นในแนวโค้งเสมอ ระยะตกของวัตถุจะแปรโดยตรงกับแรงที่ใช้ยิงวัตถุ

- อุปกรณ์
1. เครื่องมือแสดงการตกของวัตถุ
 2. เครื่องยิงวัตถุ
 3. ไบรเรตต์ 60 เซนติเมตร

วิธีทำ ตอน 1.

1. วางเครื่องมือแสดงการตกของวัตถุไว้มุมโต๊ะ ให้ปลายด้านที่วางวัตถุยื่นพ้นขอบโต๊ะออกมา
2. นำลูกกลมพลาสติกสองลูกวางในช่องของเครื่องมือช่องละลูก
3. ดึงปลายไม้ ให้ลูกกลมพลาสติกกระเด็นตกไป ฟังเสียงและสังเกตการตกของลูกกลมทั้งสองว่าถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่
4. ทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ในระดับความสูงต่างกัน



รูป 15 แสดงการตกของวัตถุ 2 หักทาง

คำถามก่อนการทดลอง

1. การทดลองนี้ถ้าจะให้ผลลัพธ์นักเรียนจะต้องควบคุมในเรื่องใดบ้าง.....
.....
2. ถ้าไม่มีลูกพลาสติกกลมนักเรียนคิดว่าจะใช้อุปกรณ์ชนิดใดแทนได้.....
3. ในการทดลองจะใช้สายตาสังเกตการตกของวัตถุได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
.....

ผลการทดลอง

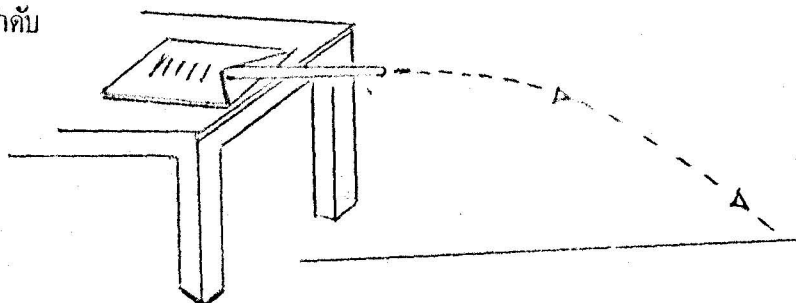
.....
.....
.....

คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลองนักเรียนสังเกตเห็นอะไรได้บ้าง.....
2. นักเรียนอธิบายได้หรือไม่ว่าเพราะเหตุใดลูกกลมสองลูกถึงตกถึงพื้นพร้อมกัน.....
.....
3. ทิศทางการตกของลูกกลมสองลูกเหมือนหรือต่างกันอย่างไร นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด
.....
.....

วิธีทำตอนที่ 2

1. นำเครื่องยิงวัตถุมาวางที่ขอบโต๊ะ
2. ใช้แท่งไม้กดสายยางยึคออกถึงตำแหน่ง 7 เซนติเมตร ปลดสายยางยั้งไม้ออกไป สังเกตแนวการเคลื่อนที่ของแท่งไม้และวัฏระยะที่ไม้ตกห่างจากโต๊ะ บันทึกผล
3. ทำซ้ำเดิม แต่เปลี่ยนระยะเป็น 9 เซนติเมตร 11 เซนติเมตร และ 13 เซนติเมตร ตามลำดับ



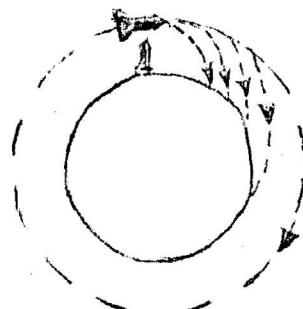
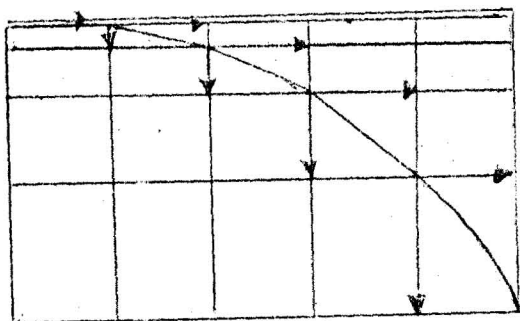
รูป 16 แสดงการยิงวัตถุ

คำถามก่อนการทดลอง

1. เพราะเหตุใดจึงต้องใช้ยางเพียงเส้นเดียว.....
.....
2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานการทดลองได้อย่างไร.....
.....
3. การทดลองนี้ข้อควรระวังอะไรบ้าง
.....

ผลการทดลอง

ยิงครั้งที่	1	2	3	4
ยึคสายยางถึงตำแหน่ง (เซนติเมตร)	7	9	11	13
ระยะไกลสุดที่ไม้ตกห่างจากโต๊ะ (เซนติเมตร)				



การยิงจรวดด้วยความเร็วต่าง ๆ

การตกของวัตถุพอสรปได้ดังนี้

1. วัตถุที่ตกในแนวตั้ง และแนวราบจากที่สูงเท่ากัน จะใช้เวลาในการตกเท่ากันเสมอ
2. วัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวราบและอยู่สูงจากพื้น จะตกลงสู่พื้นในแนวเส้นโค้ง และระยะตกของวัตถุจะแปรผันโดยตรงกับแรงที่กระทำกับวัตถุเสมอ

เซอร์ไอแซค นิวตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้สังเกตเห็นการตกของวัตถุในแนววิถึโค้งเมื่อ พ.ศ. 2243 โดยเขาคิดว่าน้ำสามารถทำให้ถูกเป็นเกลื่อนที่จากจุดตั้งต้นถึงด้วยความเร็วสูงมาก ลูกปืนจะไม่ตกถึงพื้นและจะเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ โลกได้

นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองในเรื่องนี้ และพบว่า ถ้าเพิ่มความเร็วดตามแนวราบให้มากขึ้นจนถึงความเร็วหนึ่ง วัตถุจะไม่ตกลงสู่พื้นโลก แต่จะเคลื่อนที่เป็นแนววิถีโค้งรอบโลก เราเรียกความเร็วนี้ว่า ความเร็วโคจรรอบโลก

ความเร็วโคจรรอบโลกจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสูงจากพื้นโลก ดังตารางต่อไปนี้
ตาราง 1.4 ความเร็วโคจรรอบโลกที่ระยะความสูงต่าง ๆ จากพื้นโลก

ความสูงจากพื้นโลก (กิโลเมตร)	ความเร็วโคจรรอบโลก (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
160	28,800
800	26.675
1,000	24,919
42,016	10,994

- ด้านนักเรียนต้องการที่จะให้จรวดโคจรรอบโลกเป็นวิถีโค้ง โดยไม่ต้องลงมา จะทำอย่างไร

.....

- เพราะเหตุใดในที่สูง ๆ ความเร็วโคจรรอบโลกจึงมีค่าน้อยลง

.....

- รัศมีของโลกมีค่า 6,730 กิโลเมตร ที่ความสูง 160 กิโลเมตร ถ้าให้จรวดโคจรรอบโลก 1 รอบ จะใช้เวลานานเท่าใด

วิธีทำ

.....

.....

.....

- ถ้าจะส่งจรวดไปยังดวงจันทร์ จะต้องทำอย่างไร จรวดจึงจะโคจรรอบนอกวงโคจรของโลกได้.....

.....

- ถ้าจรวดมีความเร็วมากกว่าความเร็วรอบโลก ผลจะเป็นอย่างไร

.....

.....

ความเร็วหลุดพ้น คือ ความเร็วที่ทำให้วัตถุเบนออกนอกวงโคจรรอบโลก ซึ่งเป็น

ความเร็วที่ทำให้ยานอวกาศเดินทางไปยังดวงดาวอื่น ๆ ได้

ความรู้เพิ่มเติม

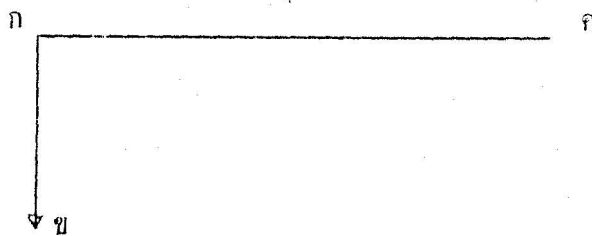
เมื่อวัตถุไปตามแนวราบ ทิศทางการตกของวัตถุจะเป็นแนวโค้ง ซึ่งเราสามารถจะหาได้ ในทำนองเดียวกันกับสี่เหลี่ยมคางหมูแนบแน่น ในการอิงวัตถุนั้นจะมีความเร็ว 2 ชนิด คือ ความเร็วที่ยิงออกไปซึ่งเป็นความเร็วตามแนวราบ และความเร็วตามแนวตั้ง ซึ่งเกิดเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดให้ตกลงมา ฉะนั้นในการหาทิศทางการตก จึงหาได้จากการรวมความเร็วซึ่งทำได้ดังนี้

1. เขียนเวกเตอร์ของความเร็วแต่ละชนิด

เวกเตอร์ของความเร็ว อาจเขียนแทนได้ด้วยเส้นตรงซึ่งแสดงทั้งขนาดและทิศทางของความเร็ว และเวกเตอร์ของความเร็วนี้จะทำให้ทราบว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าใด และเคลื่อนที่ในทิศทางใด เช่น ถ้าให้ความยาว 1 เซนติเมตร แทนความเร็ว 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง เส้นตรง กข เป็นเวกเตอร์ความเร็ว 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง และมีทิศทางจาก ก ไป ข เส้นตรง กง เป็นเวกเตอร์ความเร็ว 70 กิโลเมตร/ชั่วโมง มีทิศทางจาก ง ไป ค



ถ้าหากจะแสดงเวกเตอร์ความเร็วที่ตั้งฉากกัน ก็เขียนเส้นตรง 2 เส้นตั้งฉากกันตามขนาดมาตราส่วน ซึ่งแสดงความเร็วและใส่ลูกศรแสดงทิศทาง ดังกล่าว



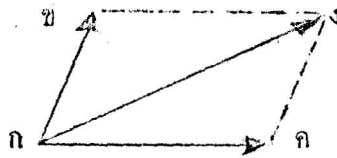
2. การรวมความเร็ว

ถ้าวัตถุได้รับแรงกระทำ 2 แรง ซึ่งจะทำให้วัตถุนั้นมีความเร็ว 2 ทิศทาง เราจะหาทิศความเร็วลัพธ์ ซึ่งเป็นทิศแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังต่อไปนี้

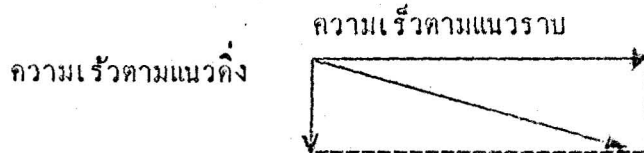
ก. ถ้าความเร็ว 2 ความเร็วอยู่ในแนวเดียวกันและทิศทางเดียวกัน ความเร็วลัพธ์จะหาได้จากผลบวกของความเร็วทั้งสอง และ ทิศทางก็เหมือนกับความเร็วนั้น

แต่ถ้าหากความเร็วทั้งสองมีทิศทางตรงข้าม ขนาดความเร็วลัพธ์ก็คือผลต่างของความเร็วทั้งสอง และทิศทางจะอยู่ในทิศที่มีความเร็วมากกว่า

ข. ถ้าความเร็วทั้งสองนั้น กระทำต่อกันเป็นมุม ความเร็วลัพธ์จะหาได้จากการเขียนรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของความเร็ว โดยให้ด้านของสี่เหลี่ยมด้านขนาน 2 ด้าน แทนเวกเตอร์ของความเร็วทั้งสอง ความเร็วลัพธ์จะอยู่ในทิศทางของเส้นทะแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

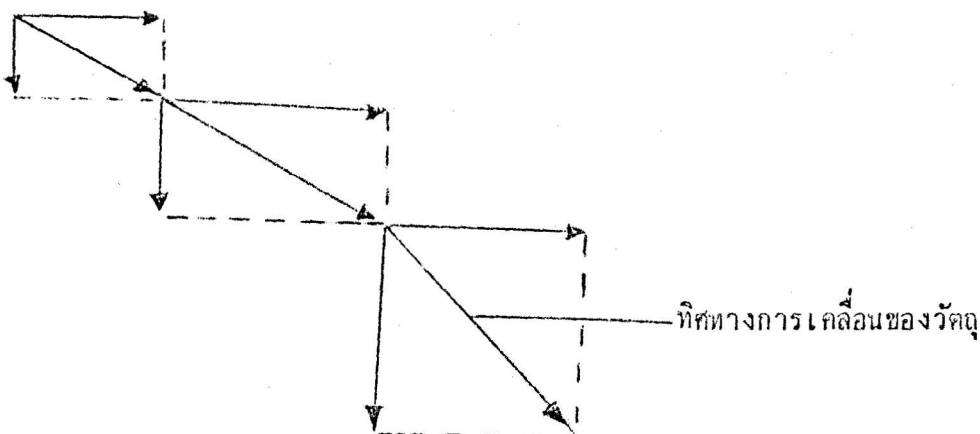


ถ้า ก เป็นวัตถุได้รับแรงกระทำ 2 แรง ซึ่งจะทำให้วัตถุนั้นมีความเร็วขนาด 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามแนว ก ข และ ก ค แสดงเวกเตอร์ตามลำดับ เมื่อสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน ก ข ง ค เส้นทะแยงมุม ก ง จะแทนทั้งขนาดและทิศทางของความเร็วลัพธ์ของวัตถุที่เคลื่อนที่ไปจริง ๆ

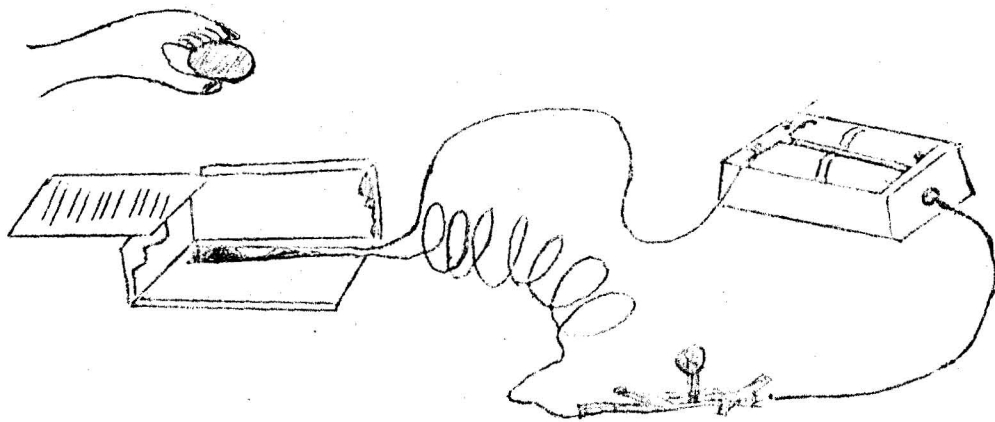


จากการทดลอง เรื่องการตกของวัตถุ ความเร็วตามแนวตั้งเกิดขึ้นเนื่องจากวัตถุถูกแรงโน้มถ่วงดึงดูดให้มีการเคลื่อนที่ ส่วนความเร็วแนวราบนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากความเร็วของการยิงวัตถุในแนวราบ ถ้าเขียนเวกเตอร์ของความเร็ว 2 ทิศทาง และสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของความเร็วแล้ว ก็จะได้ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุตามแนวเส้นทะแยงมุมของสี่เหลี่ยมด้านขนานนั้น

ถ้าเราเขียนเวกเตอร์ความเร็วในเวลากำหนด เช่น ในช่วงละ 1 วินาที 3 ช่วงด้วยกัน โดยที่ความเร็วแนวราบคงที่ ส่วนความเร็วแนวตั้งเพิ่มขึ้นก็จะได้ทิศทางความเร็วลัพธ์ต่อกัน 8 ช่วง ดังรูป



- วิธีทำ
1. วางเครื่องมือชุดสภาพไร้ไฟฟ้าไว้บนโต๊ะ เปิดฝากล่องแล้ววางดินน้ำมัน 1 ก้อนทับแผ่นโลหะตอนกลาง สังเกตความสว่างของหลอด ด้วยกดินน้ำมันขึ้น สังเกตความสว่างของหลอดไฟ
 2. วางดินน้ำมันทับแผ่นโลหะเช่นเดิม ปิดฝากล่อง แล้วยกกล่องขึ้นตรง ๆ และให้สูงจากพื้นประมาณ 2 เมตร
 3. ปลอยให้กล่องเครื่องมือตกลงสู่พื้น สังเกตความสว่างของหลอดไฟระหว่างกล่องตกลงมา



รูป 17 การทดลองแสดงการเกิดสภาพไร้ไฟฟ้า

คำถามก่อนการทดลอง

1. เพราะเหตุใดจึงต้องปลอยกล่องให้ตกลงมาตรง ๆ
2. เราจะสังเกตได้อย่างไรว่าเกิดสภาพไร้ไฟฟ้า
3. ถ้านักเรียนเอาเชือกหรือสายไฟผูกโยงกล่องไม่ว่าจะเป็นการตกอย่างอิสระได้หรือไม่
.....
.....

ผลการทดลอง

ขณะที่ทำการสังเกต	ลักษณะความสว่างของหลอดไฟ
1. ก่อนวางดินน้ำมันลงในกล่อง	
2. เมื่อวางดินน้ำมันทับบนแผ่นโลหะในกล่อง	
3. ขณะกล่องตกลงสู่พื้น	
4. เมื่อกล่องตกถึงพื้นแล้ว	

คำถามหลังการทดลอง

1. แผ่นโลหะในกล่องทำหน้าที่อะไร
2. เมื่อวางดินน้ำมันทับแผ่นโลหะ กับเมื่อยกดินน้ำมันขึ้น ความสว่างของหลอดไฟต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด.....
.....
3. นักเรียนคนหนึ่งตั้งสมมติฐานการทดลองว่า สภาไฟรั้น้ำหนักจะเกิดขึ้นเมื่อวัตถุมีการตกอย่างอิสระ นักเรียนเห็นด้วยกับสมมติฐานหรือไม่ เพราะเหตุใด.....
.....
4. จากการทดลองนี้ นักเรียนจะนำผลการทดลองไปอธิบายถึงเรื่องสภาไฟรั้น้ำหนักบนรถจักรยานได้อย่างไร

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

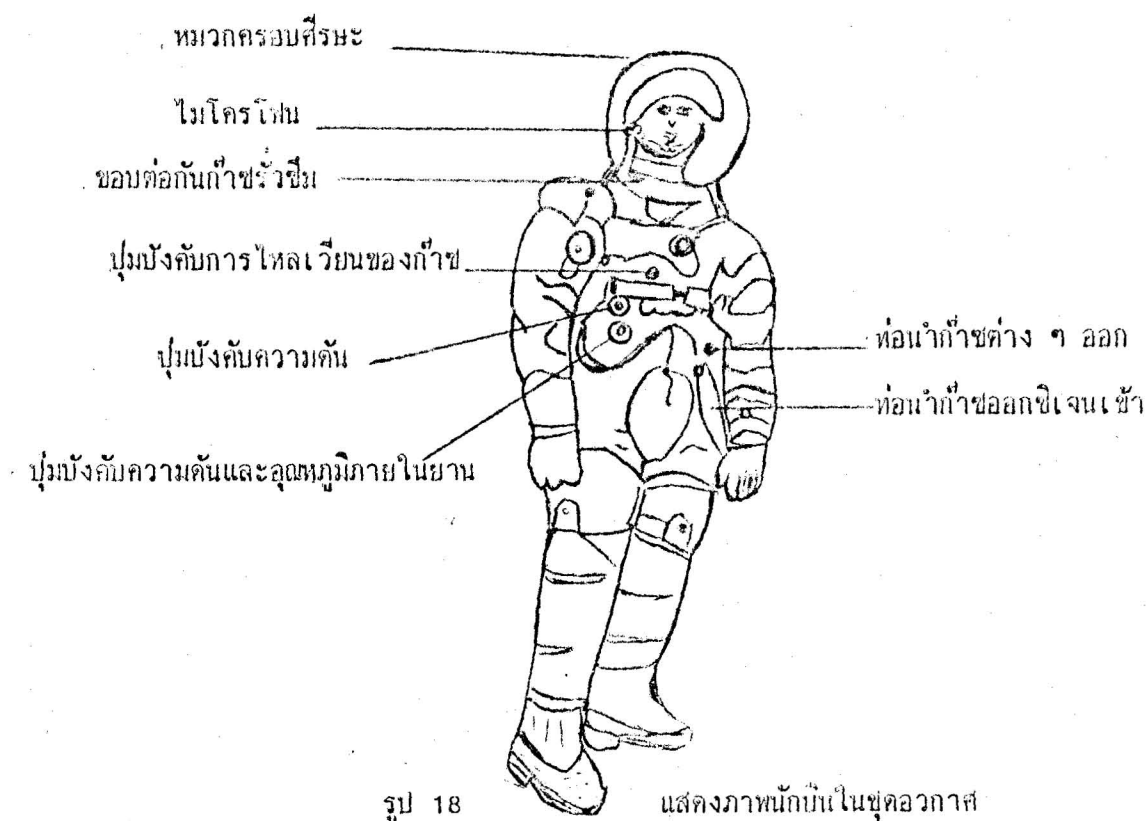
.....

.....

.....

ความดันและอุณหภูมิ

1. เพราะเหตุใดนักบินอวกาศจึงต้องสวมชุดอวกาศ.....
.....
2. ที่ระดับความสูงมาก ๆ ความดันบรรยากาศมีมากหรือน้อยเพราะเหตุใด.....
.....
3. เพราะเหตุใดยานอวกาศที่โคจรอยู่ในชั้นบรรยากาศที่เบาบางมาก จึงได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เต็มที่.....
.....



รูป 18

แสดงภาพนักบินในชุดอวกาศ

ภาวะแวดล้อมทั่วไป

1. เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงผลิตอาหารสำเร็จรูปในภาชนะที่ทำด้วยพลาสติกคล้ายยาเส้น.....
.....
2. นักวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาเกี่ยวกับน้ำที่ใช้ประโยชน์แล้ว และน้ำที่ร่างกายขับถ่ายออกมาของนักบินอวกาศอย่างไร.....
.....
3. เพราะเหตุใดนักบินอวกาศจึงต้องนำถังออกซิเจนเหลวติดตัวไว้เสมอเมื่อออกมานอกยาน.....
.....

4. นักเรียนทราบหรือไม่ว่า การที่ยานอวกาศต้องเผชิญกับอันตรายรังสีต่าง ๆ และพลังงานแสงอาทิตย์ นักวิทยาศาสตร์มีวิธีป้องกันอย่างไร.....

ความรู้เพิ่มเติม

แรงโน้มถ่วงของโลก ขณะที่จรวดแซตเทิร์น 5 ทะยานขึ้นสู่ท้องฟ้าขึ้น จรวดมีความเร่งเป็น 4-5 เท่าของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก นักบินอวกาศจะถูกกดลงกับพื้นด้วยแรงเพิ่มขึ้น 4 ถึง 5 เท่าของน้ำหนักตัว ด้วยเหตุนี้นักบินอวกาศจึงยืนไม่ได้ต้องอยู่ในที่นั่งแบบพิเศษ ลักษณะนอนหันหน้าสู่ทิศทางที่จรวดขึ้นไป การที่ต้องอยู่ในลักษณะนอนก็เพื่อเจ็lynน้ำหนักกดให้พื้นที่รองรับมากขึ้นจะได้ลดอันตรายลง ทั้งนี้ นักบินอวกาศจะต้องได้รับการฝึกเพื่อให้ทนต่อภาวะการเพิ่มแรงโน้มถ่วงเช่นนี้เป็นอย่างดี

การดำรงชีวิตในอวกาศ มนุษย์จะมีชีวิตอยู่ได้ในการภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม ในขณะที่อยู่บนพื้นโลกมีความดัน 1 บรรยากาศ ถ้าความดันลดลงมาก ๆ เช่น ในอวกาศจะเกิดอันตรายได้จากการปฏิบัติงานในยานอวกาศ มนุษย์สามารถอยู่ได้ในสภาพความดัน $\frac{1}{3}$ บรรยากาศ

6. การสำรวจดวงจันทร์

การเดินทางไปยังดวงจันทร์

1. ในการเดินทางสู่อวกาศจรวดมีบทบาทที่สำคัญอย่างไร.....
2. จรวดก่อนที่สามมีความสำคัญอย่างไร.....
3. เพราะเหตุใดจึงให้ยานบังคับการอยู่ตอนบนสุด.....
4. ทำไมมนุษย์อวกาศจึงไม่อยู่ในยานลูนาโมดูล ตั้งแต่เมื่อเริ่มขึ้นจากโลก แต่กลับอยู่ในยานยังกับการ.....
5. เพราะเหตุใดจึงใช้ยานลูนาโมดูลลงสู่ดวงจันทร์.....

6. ถ้าไม่จุจรวด แต่ใช้ร่มชูชีพพญงให้ยานลูน่าร์โมดูลลงสู่ดวงจันทร์แทน จะทำได้หรือไม่
 เพราะเหตุใด.....

.....

7. ยานบริการใช้รอกการเกี่ยวกับเรื่องใด.....

.....

การกลับคืนสู่โลก

1. การที่จรวดนำยานอวกาศกลับคืนมายังโลก ทำได้อย่างไร

.....

2. ความเร็วของยานอวกาศขณะที่กลับสู่โลกมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร.....

.....

เพราะเหตุใด.....

3. เพราะเหตุใดขณะที่ยานอวกาศพุ่งสู่บรรยากาศของโลก จึงมีพลังงานความร้อนเกิดขึ้น

.....

4. นักบินอวกาศใช้ร่มชูชีพพญงยานบังคับการลงสู่พื้นโลกที่ระดับใด.....

.....

ดวงจันทร์เหมือนหรือแตกต่างกับโลกอย่างไร

1. บนดวงจันทร์ไม่มีบรรยากาศห่อหุ้ม ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้เกิดปรากฏการณ์ใดที่ต่างไปจากโลก

.....

2. เพราะเหตุใดในตอนกลางคืนจึงไม่พบเกล็ดน้ำค้างและหิมะ บนดวงจันทร์.....

.....

3. ดินบนดวงจันทร์มีลักษณะที่เหมือนหรือต่างจากดินบนโลกอย่างไร.....

.....

.....

.....

.....

7. ความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

การสำรวจดาวเคราะห์

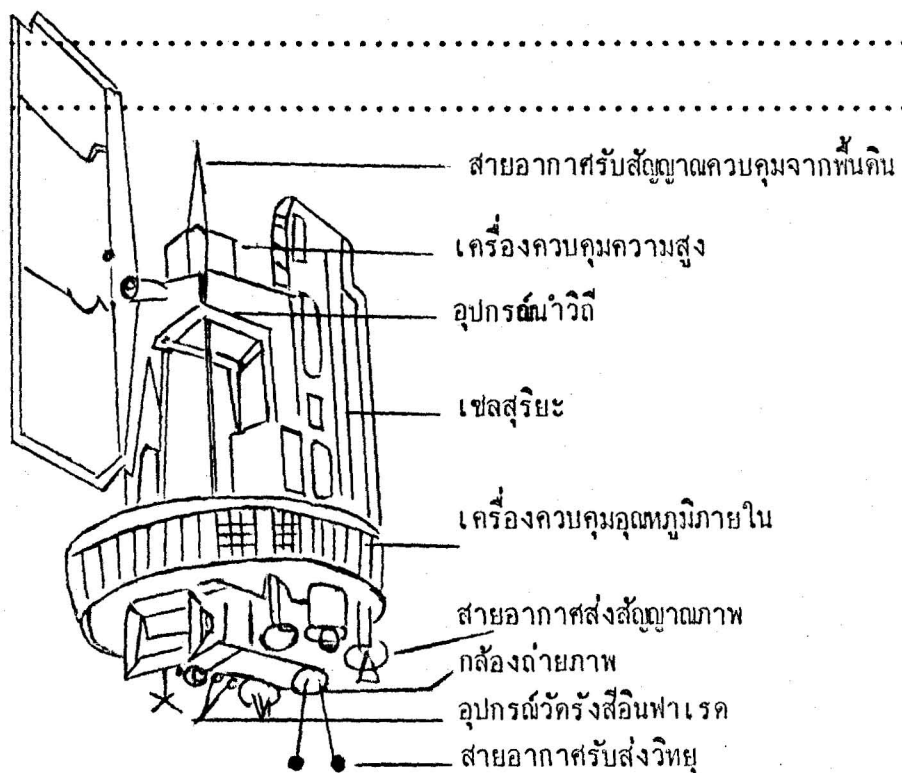
1. เพราะเหตุใดดาวศุกร์จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าโลก ทั้ง ๆ ที่มีบรรยากาศมีความหนาแน่นมากกว่า
.....
2. บรรยากาศของดาวศุกร์เป็นอย่างไร เป็นไปได้หรือไม่ที่จะมีสิ่งมีชีวิต เพราะเหตุใด
.....
.....
3. เพราะเหตุใดอุณหภูมิของดาวอังคารในเวลากลางวันและกลางคืนจึงต่างกันมาก.....
.....
4. นักเรียนคิดว่าบนดาวอังคารน่าจะมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
.....
5. ถ้าดวงอาทิตย์ดับ นักเรียนคิดว่า ดาวอังคารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร.....
.....
.....

อุปกรณ์ที่ใช้สำรวจอวกาศ

1. ดาวเทียมสื่อสารทำหน้าที่อะไรบ้าง
.....
2. ในการสำรวจโลกที่ระดับสูง ๆ นักวิทยาศาสตร์ใช้อะไรในการสำรวจ.....
3. เพราะเหตุใดจึงไม่ส่งมนุษย์อวกาศขึ้นไปกับยานไวคิงที่ไปสำรวจดาวอังคาร.....
.....
4. นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่ายานอวกาศได้สำรวจข้อมูลอะไรบ้างจากดาวเคราะห์ต่าง ๆ
.....
.....
5. หอวิจัยลอยฟ้ามีประโยชน์อะไร.....
.....
.....
.....

ประเทศไทยกับดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก

1. เพราะเหตุใดจึงใช้ดาวเทียมเป็นอุปกรณ์ในการสำรวจทรัพยากรของธรรมชาติ.....
.....
2. อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการสำรวจโลกบนดาวเทียมมีอะไรบ้าง.....
.....
3. ข้อมูลที่ได้รับจากดาวเทียมมีประโยชน์ต่อกิจกรรมด้านใดบ้าง.....
.....
.....
4. ภาพถ่ายจากดาวเทียมช่วยทางด้านธรณีวิทยาให้ทราบถึงอะไร.....
.....
5. ผลที่ไทยได้เข้าร่วมในโครงการสำรวจทรัพยากรโลกคืออะไร.....
.....
.....
.....
.....



รูป 19 ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ลูกเสือกลุ่มหนึ่งไปตั้งค่ายพักแรมในป่า และได้ใช้แว่นขยายอันหนึ่งนำมารวมแสงอาทิตย์ เพื่อจะก่อไฟ จุลรวมแสงอยู่ห่างจากแว่น 10 เซนติเมตร จงหาว่าแว่นขยายนั้นมีความยาวโฟกัสเท่าใด

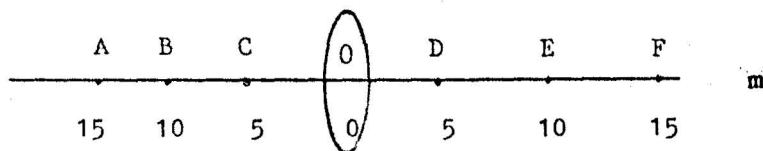
ก. 2 เซนติเมตร ข. 5 เซนติเมตร ค. 10 เซนติเมตร ง. 50 เซนติเมตร

2. การสร้างกล้องส่องทางไกลทำไมต้องใช้ปริซึมช่วยในการสะท้อนแสง

ก. เพราะปริซึมแยกสีของแสงได้ทั้ง 7 สี ข. เพื่อช่วยให้มองเห็นเป็นภาพจริง

ค. เพราะปริซึมสามารถรวมสีของแสงได้ ง. เพื่อช่วยลดขนาดความยาวของกล้องให้สั้นลง

3. เลนส์นูนอันหนึ่งมีความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร ระยะวัตถุตอนไหนบ้างที่จะเกิดภาพเสมือน



ก. จาก A ถึง F ข. จาก B ถึง E ค. จาก A ถึง C ง. จาก D ถึง A

4. ข้อใดถูกหลักการของกล้องโทรทัศน์

ก. เลนส์อันเดียวก็ทำกล้องโทรทัศน์ได้ ข. เลนส์เว้าทำหน้าที่เป็นเลนส์วัตถุได้

ค. เลนส์ตาต้องมีความยาวโฟกัสยาวกว่าเลนส์วัตถุ

ง. เลนส์วัตถุต้องมีความยาวโฟกัสยาวกว่าเลนส์ตา

5. ดาวข้างสปริงอันหนึ่งเมื่อแขวนมวลขนาดต่าง ๆ กัน เข้มดาวข้างขึ้นบอกค่าแรงดึงดูดดาวข้างต่อไปนี้

มวลที่แขวน (กิโลกรัม)	แรง (นิวตัน)
1	9.8
2	19.6
3	29.4
4	39.2

จะสรุปผลจากตารางได้ว่าอย่างไร

ก. แรงที่ดึงดูดดาวข้างสปริงมีค่าไม่คงที่

ข. แรงดึงดูดของโลกแปรโดยตรงกับมวล

ค. ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกแปรตามมวล

ง. ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกแปรตามความสูง

6. ความเร็วของวัตถุที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาหนึ่งเรียกว่าอะไร
 ก. อัตราเร็ว ข. อัตราเร่ง ค. ความเร็ว ง. ความเร่ง
7. วินัยสร้างกล้องโทรทรรศน์โดยใช้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัส 40 เซนติเมตร เป็นเลนส์ตา
 วินัยควรใช้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสเท่าใดเป็นเลนส์วัตถุ ถ้าต้องการให้กล้องนั้นมีกำลังขยาย 50 เท่า
 ก. 40 เซนติเมตร ข. 60 เซนติเมตร ค. 100 เซนติเมตร ง. 20 เซนติเมตร
8. ถ้าเอาเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาว ไว้ใกล้ตาผลจะเป็นอย่างไร
 ก. เห็นภาพหัวตั้ง ข. เห็นภาพหัวกลับ
 ค. เห็นภาพมีขนาดเล็กลง ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ค
9. กล้องส่องทางไกลสามารถลดความยาวของกล้องได้โดยวิธีใด
 ก. ใช้หลักการช่วยในการรวมแสง ข. ใช้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้นทั้งคู่
 ค. ใช้เลนส์นูนประกบกัน 2 อัน ง. ใช้ปริซึมหรือกระจกช่วยสะท้อนแสง
10. ถ้าโลกมีลักษณะป่องออกตรงกลางความเร่งที่ผิวโลกจะเป็นอย่างไร
 ก. เท่ากันทุกแห่ง ข. ที่เส้นศูนย์สูตรจะมีค่ามากที่สุด
 ค. ที่ขั้วโลกเหนือจะมีค่ามากที่สุด ง. ที่ขั้วโลกใต้จะมีค่าน้อยที่สุด
11. ข้อใดเป็นการตกอย่างอิสระ
 ก. ลูกมะพร้าวหล่นจากต้น ข. ก้อนหินหล่นจากหน้าผา ค. ก้อนหินถูกปาขึ้นไปแล้วตกลงมา ง. ถูกทุกข้อ
12. จรวดเดินทางไปดวงจันทร์ได้ต้องอาศัยความเร็วประเภทใด
 ก. ความเร็วในแนวตั้ง ข. ความเร็วหลุดพ้น ค. ความเร็วในแนวราบ ง. ความเร็วโคจรรอบโลก
- ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 13 - 15
- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. ลิฟต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ | 2. ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง |
| 3. ลิฟต์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง | 4. ลิฟต์ขาด |
13. ขณะที่นักเรียนอยู่ในลิฟต์น้ำหนักตัวจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อใด
 ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4
14. น้ำหนักตัวจะน้อยลงเมื่อใด
 ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4
15. นักเรียนจะอยู่ในสภาพไร้น้ำหนักเมื่อใด
 ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4

26. ข้อใดถูกต้อง

- ก. ความเร็วหลุดพ้นเป็นความเร็วอิสระ
- ข. ความเร็วหลุดพ้นสูงการโคจรจะเร็วขึ้น
- ค. ความเร็วหลุดพ้นแก้ความเร็วที่ชนะแรงโน้มถ่วง
- ง. ความเร็วหลุดพ้นจะต้องน้อยกว่าความเร็วโคจรรอบโลก

27. โครงการสำรวจดวงจันทร์ของสหรัฐอเมริกามีชื่อว่าอะไร

- ก. มาร์ิเนอร์ ข. อพอลโล ค. เวมินี ง. สกายแลป

28. ยานอวกาศส่วนใดที่นำนักบินอวกาศกลับสู่โลก

- ก. ลูนาร์โมดูล ข. ยานบริการ ค. ยานบังคับการ ง. หอคอยหนึ่ภัย

29. ยานอวกาศส่วนใดที่บรรจุเชื้อเพลิงถังเก็บออกซิเจน

- ก. หอคอยหนึ่ภัย ข. ยานบังคับการ ค. ยานบริการ ง. ลูนาร์โมดูล

30. เพราะเหตุใดจึงต้องมีการกลับลำยานบังคับการมาต่อกับลูนาร์โมดูลก่อนที่จะเดินทางมุ่งสู่ดวงจันทร์

- ก. เพื่อตรวจสอบสภาพภายนอก ข. เพื่อให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ตรงกลางพอดี
- ค. เพื่อฝึกซ้อมการเชื่อมต่อยาน ง. เพื่อให้นักบินเข้าไปในลูนาร์โมดูลได้

31. จากการสำรวจดวงจันทร์พบว่าอุณหภูมิบนดวงจันทร์ต่างกันมากเพราะเหตุใด

- ก. ไม่มีออกซิเจน ข. ไม่มีความดัน
- ค. ไม่มีแสงสว่าง ง. ไม่มีบรรยากาศ

32. เซลสุริยะที่ติดตั้งไปกับดาวเทียมทำหน้าที่อะไร

- ก. ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในดาวเทียม ข. ปรับอุณหภูมิของดาวเทียม
- ค. รับส่งสัญญาณภาพ ง. รับส่งคลื่นวิทยุ

34. โลหะที่หลอมในอวกาศมีลักษณะเด่นทางด้านใด

- ก. ความแข็งแรง ข. การนำไฟฟ้า ค. การนำความร้อน ง. ไม่เป็นสนิม

35. ดาวเทียมที่โคจรพร้อมกับการหมุนของโลกคือ

- ก. แอ็คโค ข. รีเลย์ ค. ไทรอส ง. ซินคอม

36. สภาพไร้น้ำหนักเกิดขึ้นบริเวณใด

ก. ในทุก ๆ สถานที่

ข. ในอวกาศเท่านั้น

ค. บนดวงจันทร์และดาวอังคาร

ง. บนดวงจันทร์เท่านั้น

37. ดาวเทียม 2 ดวง โคจรรอบโลกในระดับความสูงไม่เท่ากัน ดวงที่ 1 โคจรในความสูง 200 กิโลเมตร ส่วนดาวเทียมดวงที่ 2 โคจรในความสูง 1,500 กิโลเมตร ดาวเทียมดวงไหนที่มีความเร็วสูงกว่า เพราะเหตุใด

ก. ดวงที่ 1 เร็วกว่า เพราะน้ำหนักมากกว่า ข. ดวงที่ 1 เร็วกว่า เพราะอยู่ใกล้โลกมากกว่า

ค. ดวงที่ 2 เร็วกว่า เพราะโคจรในระดับสูง ง. ดวงที่ 2 เร็วกว่า เพราะน้ำหนักน้อยกว่า

38. สาเหตุสำคัญที่แรงดึงดูดของดวงจันทร์ น้อยกว่าแรงดึงดูดของโลกเนื่องจากอะไร

ก. รัศมีของดวงจันทร์น้อยกว่าโลก

ข. น้ำหนักของดวงจันทร์น้อยกว่าน้ำหนักของโลก

ค. บรรยากาศของดวงจันทร์น้อยกว่าโลก

ง. มวลของดวงจันทร์น้อยกว่ามวลของโลก

39. วัตถุที่ตกลงมาอย่างอิสระความเร่งจะเป็นอย่างไร

ก. ไม่มีความเร่ง ข. ความเร่งจะลดลง ค. ความเร่งจะเพิ่มขึ้น ง. ความเร่งจะคงที่เสมอ

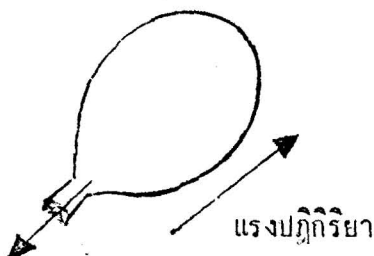
40. วัตถุที่ตกอย่างอิสระในแนวตั้งและแนวโค้งจากที่สูงเท่ากัน จะใช้เวลาในการตกถึงพื้นเป็นอย่างไร

ก. ใช้เวลาเท่ากัน ข. ใช้เวลาไม่เท่ากัน ค. แนวโค้งใช้เวลามากกว่า

ง. แนวโค้งใช้เวลามากกว่า

ตอบคำถามข้อต่อไปนี้อย่างสมบูรณ์

1. จากรูป การเคลื่อนที่ของลูกโป่ง ผิดหลักการหรือไม่ อย่างไร



แรงกิริยา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าพื้นผิวดวงจันทร์มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร.....
.....
.....
3. วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม ถ้าไม่มีแรงมากระทำ ก็จะเคลื่อนที่เป็นวงกลมตลอดไป
จากข้อความนี้ เป็นไปตามกฎนิวตันหรือไม่ จงอธิบาย.....
.....
.....
4. เพราะเหตุใด ดาวเทียมที่ส่งขึ้นไปเป็นพื้นดวงในอวกาศ จึงไม่ชนกัน.....
.....
5. การนำยานลูน่าร์โมดูลลงดวงจันทร์ใช้บังคับด้วยวิทยุส่งไปจากโลก แต่การบังคับยานไวคิง
ลงสู่ดาวอังคาร บังคับด้วยวิทยุจากโลกไม่ได้ ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานว่าเป็นเพราะเหตุใด
.....
.....
6. เพราะเหตุใดนักบินอวกาศจึงไม่นำยานลูน่าร์โมดูลกลับมายังโลก.....
.....
7. ถ้ามีคนคิดว่าการส่งนักบินอวกาศและยานอวกาศไปดวงจันทร์เป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้ นักเรียน
จะอธิบายแก้ไขความคิดที่ไม่ถูกต้องนั้นได้อย่างไร.....
.....
.....
.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ (ว.204) เรื่องสภาวะ
 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 เวลา 60 นาที คะแนนเต็ม 60 คะแนน

คำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบชุดนี้มี 15 หน้า จำนวน 60 ข้อ นักเรียนต้องทำทุกข้อ
2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย
 ลงในข้อที่ถูกต้องในกระดาษคำตอบ ถ้าต้องการเปลี่ยนข้อใหม่ให้ทำ ×
 เครื่องหมาย ✕ ลงในข้อที่ไม่ต้องการ ดังตัวอย่าง

(0) ระบบสุริยะมีดาวเคราะห์กี่ดวง

1) 6 2) 7 3) 8 4) 9 5) 10

ตอบ 1) ☐ 2) ☒ 3) ☐ 4) ☐ 5) ☐

ถ้าไม่ต้องการให้ทำเครื่องหมายดังนี้

1) ☐ 2) ☒ 3) ☐ 4) ☒ 5) ☐

3. ห้ามขีดเขียนข้อความใด ๆ หรือทำเครื่องหมายลงในข้อสอบชุดนี้

4. เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนส่งกระดาษคำตอบ พร้อมข้อสอบ กับ

กรรมการผู้คุมสอบ

1. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- 1 ดาวเคราะห์ทุกดวงในระบบสุริยะจักรวาล มีดวงจันทร์เป็นบริวาร
- 2 กลุ่มดาวเคราะห์น้อยอยู่ระหว่าง ดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี
- 3 ดาวเคราะห์วงนอกและวงในอาศัยดวงอาทิตย์เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง
- 4 ในระบบสุริยะจักรวาลจัดเรียงลำดับดาวเคราะห์ตามขนาดของดวงดาว
- 5 ดาวพฤหัสบดีกับดาวเสาร์มีขนาดเท่ากัน แต่ดาวพฤหัสบดีอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่า

คำชี้แจง จาตารางใช้ตอบคำถามข้อ 2 - 3

ดาวเคราะห์	ระยะทางเฉลี่ย จากดวงอาทิตย์ 10^6 Km)	ช่วงเวลาหมุน รอบตัวเอง (ชั่วโมง)	ช่วงเวลาหมุน รอบดวงอาทิตย์ (วัน)
A	58	59	88
B	108	$25 \frac{1}{2}$	225
C	149.5	24	365
D	228	$24 \frac{1}{2}$	687

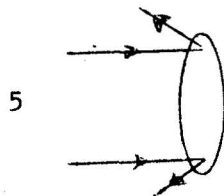
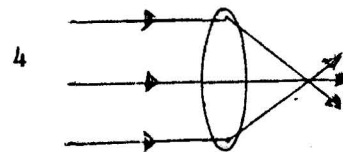
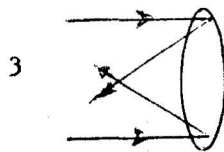
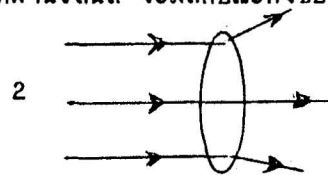
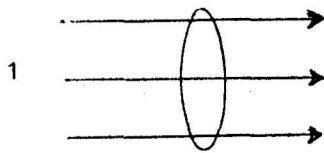
2. ดาวเคราะห์ดวงใดจัดเป็นดาวเคราะห์วงนอก

- 1 A
- 2 B
- 3 C
- 4 D
- 5 A , B

3. จากตารางแสดงช่วงเวลาในการหมุนรอบดวงอาทิตย์ของดาว
เหตุผลใดสนับสนุนข้อมูลในตาราง ได้ดีที่สุด
 - 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่างกัน
 - 2 ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ต่างกัน
 - 3 ช่วงเวลาการหมุนรอบตัวเองแตกต่างกัน
 - 4 วิถีวงโคจรของดาวบางดวงเป็นวงกลมและดาวบางดวงเป็นวงรี
 - 5 ทิศทางในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของดาวแต่ละดวงไม่เท่ากัน
4. นักบินอวกาศนำยาไปลงบนดาวดวงหนึ่งในระบบสุริยะจักรวาล แล้วตั้งหลอดดาว
สังเกตการณ์ระบบสุริยะจักรวาล พบว่า มีดาวเคราะห์วงใน 3 ดวง ที่เหลือคือ
ดาวเคราะห์วงนอก นักบินอวกาศผู้นั้นตั้งหลอดสังเกตการณ์บนดาวดวงใด
 - 1 ดาวพุธ 2 ดาวศุกร์ 3 ดาวอังคาร 4 ดาวพฤหัสบดี 5 ดาวเสาร์
5. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับดาวเคราะห์วงนอก และดาวเคราะห์วงใน
 - 1 ดาวเคราะห์วงนอกมีขนาดใหญ่กว่าดาวเคราะห์วงในเสมอ
 - 2 ดาวเคราะห์วงในมีอัตราการหมุนรอบตัวเองเร็วกว่าดาวเคราะห์วงนอก
 - 3 ดาวเคราะห์วงในมีอัตราการหมุนรอบตัวเองช้ากว่าดาวเคราะห์วงนอก
 - 4 ดาวเคราะห์วงนอก คือดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากโลกออกไปมาก ๆ
 - 5 ถ้าเอาโลกเป็นเกณฑ์ ดาวเคราะห์วงในจะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก
6. ระยะทางระหว่างโลกและดาวอังคารห่างกัน 15×10^6 กิโลเมตร ถ้าใช้จรวด
มีความเร็ว 3×10^4 Km/h จะใช้เวลาเดินทางนานเท่าไร

1 2×10^2 ชั่วโมง	2 3×10^5 ชั่วโมง
3 3×10^6 ชั่วโมง	4 5×10^2 ชั่วโมง
5 5×10^4 ชั่วโมง	

7. เมื่อใช้เลนส์นูนรับแสงจากดวงอาทิตย์ แสงที่ผ่านเลนส์ จะมีลักษณะดังข้อใด



8. แว่นขยายอันหนึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร เมื่อให้แสงผ่าน ปรากฏว่า
จุดรวมแสงห่างจากเลนส์ 2 เซนติเมตร แว่นขยายนี้มีควมยาวโฟกัสเท่าใด

1. $1\frac{1}{2}$ cm 2. 2 cm 3. 3 cm 4. 5 cm 5. 6 cm

9. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. นัยตาคนเรามีเลนส์ตาเป็นเลนส์นูน

ข. กล้องโทรทรรศน์ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 อัน เลนส์ตามีความยาวโฟกัส
น้อยกว่าเลนส์วัตถุ

ค. กล้องจุลทรรศน์ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 อัน เลนส์ตามีความยาวโฟกัส
ยาวกว่าเลนส์วัตถุ

ข้อความใดถูกต้อง

1 ก และ ข

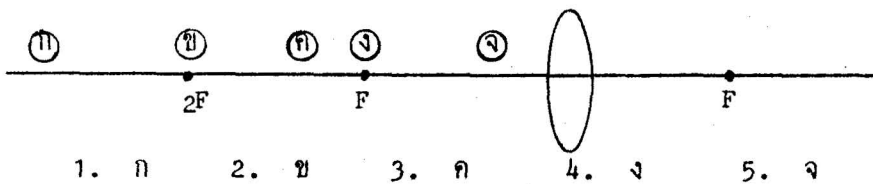
2 ก และ ค

3 ข และ ค

4 ก ข และ ค

5 ไม่มีข้อความใดกล่าวถูก

10. จากภาพ วางวัตถุไว้ ณ. ตำแหน่งใด ภาพที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับวัตถุพอดี



คำชี้แจง จากข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 11 - 12

นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยใช้แว่นขยายจุดไม้ขีดไฟ ได้ข้อมูลดังตาราง

ระยะทางของเลนส์กับไม้ขีดไฟ	เวลา (วินาที)
5.0	3
5.1	2
5.2	3
5.3	4
5.5	5

11. ความยาวโฟกัสของเลนส์ที่ใช้ทำแว่นขยาย ควรเป็นเท่าใด

1. 5.0 cm 2. 5.1 cm 3. 5.2 cm 4. 5.3 cm 5. 5.4 cm

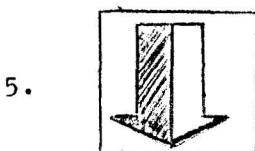
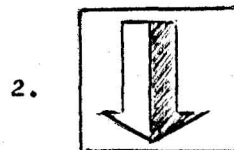
12. แว่นขยายที่ใช้ในการทดลองดังกล่าว ถ้าต้องการมองวัตถุแล้วทำให้เกิดภาพที่จากรับได้ และขนาดใหญ่ที่สุด ควรจะวางแว่นขยายห่างจากวัตถุที่มองเป็นระยะเท่าใด

1. 4.5 cm 2. 5.0 cm 3. 5.1 cm 4. 5.2 cm 5. 5.5 cm

13.



ถ้าวางภาพนี้ห่างจากเลนส์นูน ซึ่งมีความยาวโฟกัส 5 เป็นระยะทาง 10 เมื่อเอารับภาพจะเกิดภาพอย่างไร



14. มีเลนส์นูน 2 อัน มีความยาวโฟกัส 12 และ 36 ตามลำดับ

เมื่อนำมาสร้างกล้องโทรทรรศน์ จะได้กล้องโทรทรรศน์ที่มีกำลังขยายเท่าไร

1. $\frac{1}{3}$ เท่า 2. 3 เท่า 3. 9 เท่า 4. 48 เท่า 5. 432 เท่า

คำชี้แจง จากข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 15 - 16

เลนส์นูนความยาวโฟกัส 5 วางวัตถุห่างจากเลนส์ 10

15. จะเกิดภาพชนิดใด และห่างจากเลนส์เท่าไร

1. ภาพจริง ห่างจากเลนส์ 2 cm 2. ภาพเสมือน ห่างจากเลนส์ 2 cm
3. ภาพจริง ห่างจากเลนส์ 10 cm 4. ภาพเสมือน ห่างจากเลนส์ 10 cm
5. ภาพจริง ห่างจากเลนส์ 15 cm

16. เลนส์มีกำลังขยายเท่าไร

1. $\frac{1}{2}$ เท่า 2. 1 เท่า 3. 2 เท่า 4. 15 เท่า 5. 50 เท่า

17. ในการสร้างกล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย ใช้เลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัสต่างกัน 2 อัน มาต่อกัน ปรากฏว่าได้ภาพหัวกลับ ถ้านักเรียนต้องการจะทำให้เกิดภาพหัวตั้ง นักเรียนจะมีวิธีการทำอย่างไร

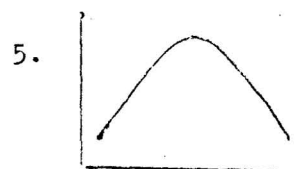
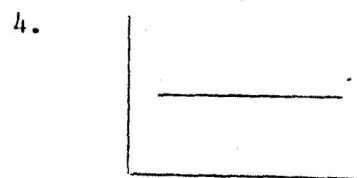
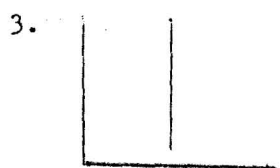
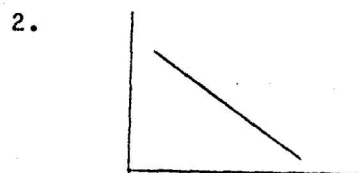
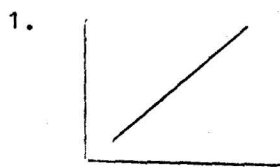
1. ใช้เลนส์นูนความยาวโฟกัสยาวเป็นเลนส์ตา
2. ใช้เลนส์นูนความยาวโฟกัสสั้นเป็นเลนส์ตา
3. เลื่อนระยะระหว่างเลนส์ทั้งสองให้ใกล้กันมากขึ้น
4. เลื่อนระยะระหว่างเลนส์ทั้งสองให้ไกลกันมากขึ้น
5. นำเลนส์นูนมาใส่เพิ่มขึ้นอีก 1 อัน

คำชี้แจง จากข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 18 - 20

ในการทดลองซึ่งแท่งเหล็กที่มีขนาดเท่า ๆ กัน ด้วยตาซึ่งสปริงได้ผลดังตาราง

ครั้งที่	จำนวนถ่วงไฟฉาย (ก้อน)	มาตราส่วนเข็มชี้ (N)
1	1	0.4
2	2	0.8
3	3	1.2
4	4	1.6
5	5	2.0

18. จากการทดลองที่ได้ เมื่อนำมาเขียนกราฟ โดยจำนวนแท่งเหล็กเป็นแกนนอน และมาตราส่วนเข็มชี้เป็นแกนตั้งจะได้กราฟตามรูปใด



19. ถ้าเพิ่มแท่งเหล็กเป็น 8 ก้อน เข็มของเครื่องชั่งสปริงจะชี้ไปที่เลขใด

1. 2.0 N 2. 2.4 N 3. 2.6 N 4. 2.8 N 5. 3.2 N

20. จากผลการทดลอง สรุปได้ตามข้อใด

1. มวลของวัตถุมีค่าคงที่
2. แรงดึงดูดของสปริงมีค่าคงที่
3. แรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุคงที่
4. แรงดึงดูดของโลกแปรผันตรงตามมวลของวัตถุ
5. แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุบนพื้นโลก ณ.ตำแหน่งต่าง ๆ มีค่าต่างกัน

21. ข้อใดกล่าวถูกต้อง เกี่ยวกับน้ำหนักและมวลของวัตถุ

1. เมื่อวัตถุมีมวลมาก น้ำหนักย่อมมากด้วย
2. เมื่อวัตถุมีมวลมากขึ้น น้ำหนักจะคงที่
3. เมื่อน้ำหนักเพิ่มขึ้นแสดงว่ามีมวลคงที่
4. น้ำหนักของวัตถุแปรผกผันกับมวลของวัตถุ
5. น้ำหนักของวัตถุจะมีค่าเท่ากับมวลของวัตถุเสมอ

22. นักบินอวกาศคนหนึ่งหนัก นิวตัน เมื่ออยู่บนโลก เมื่อไปอยู่บนดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง ซึ่งมีรัศมีเป็น 2 เท่าของโลก แต่มีมวลเท่ากับโลก เข็มของเครื่องซึ่งจะขึ้นน้ำหนักเลขใด

1. $\frac{1}{2} a$ นิวตัน

2. a นิวตัน

3. $2 a$ นิวตัน

4. $3 a$ นิวตัน

5. a^2 นิวตัน

กำชี้แจง จากข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 23 - 26

บนดาวเคราะห์ดวงหนึ่งวัดความเร็วของภาคตกอย่างอิสระของวัตถุที่เวลาต่าง ๆ กัน ได้ผลดังนี้

วินาทีที่	ความเร็ว (m/s)
3	4.5
4	6.0
5	7.5
6	9.0
7	10.5

23. การตกอย่างอิสระของวัตถุ บนดาวเคราะห์ดวงนี้มีความเร่งเท่าไร

1. 1.5 m/s^2

2. 2.0 m/s^2

3. 2.5 m/s^2

4. 3.0 m/s^2

5. 6.0 m/s^2

24. ความเร็วในวินาทีที่ 1 ควรจะมีเท่าไร

1. 0.5

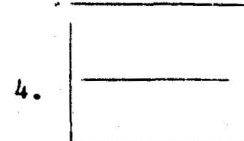
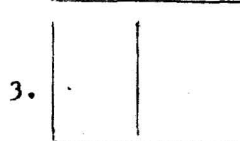
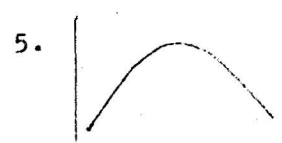
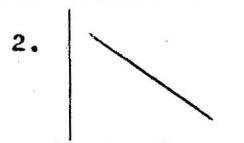
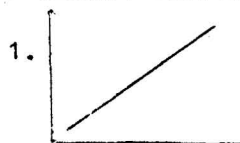
2. 1.0

3. 1.5

4. 2.0

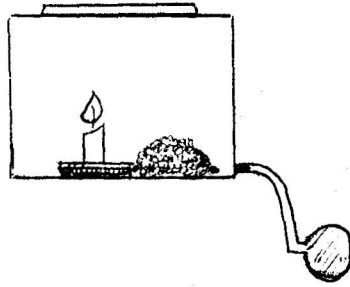
5. 3.0

25. จากข้อมูลการทดลอง ถ้าวามมาเขียนกราฟ โดยกำหนดให้ความเร่งของการตกเป็นแกนตั้ง และเวลาในการตกเป็นแกนนอน กราฟที่ได้จะมีลักษณะดังข้อใด



26. จากข้อมูลการทดลอง การสรุปผลเกี่ยวกับดาวเคราะห์ดวงนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง
1. มีมวลเท่ากับโลก
 2. มีมวลเล็กกว่าโลก
 3. มีมวลใหญ่กว่าโลก
 4. อยู่ไกลดวงอาทิตย์มากกว่าโลก
 5. อยู่ไกลดวงอาทิตย์มากกว่าโลก
27. ลักษณะใดที่จัดได้ว่า เป็นการตกอย่างอิสระ
1. นักเรียนลงจากลิฟ
 2. นักเรียนขึ้นลิฟ
 3. วาลอยในอากาศ
 4. นักบินโคจรรอบซูชีพ
 5. คนกระโดดจากตึก 15 ชั้นเพื่อฆ่าตัวตาย
28. นักเรียน 2 คนยิงหนังสติ๊กที่มีขนาดเท่ากัน ด้วยลูกหินที่มีขนาดเท่ากัน ยึดออกยาวเท่า ๆ กัน แต่ปรากฏว่าลูกหินเคลื่อนที่ได้ไกลไม่เท่ากัน จากผลที่เกิดขึ้น นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร
1. การสังเกตเกิดการผิดพลาด
 2. ลูกหินแต่ละลูกมีแรงภายนอกมากกระทำไม่เท่ากัน
 3. หนังสติ๊กทั้งสองเส้น มีพลังงานศักย์ไม่เท่ากัน
 4. นักเรียนทั้งสองคนมีความสามารถในการยิงไม่เท่ากัน
 5. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
29. ยานพาหนะคู่ใดที่เคลื่อนที่โดยอาศัยแรงปฏิกิริยา
1. รถยนต์ เรือยนต์
 2. เครื่องบินไอพ่น เรือหางยาว
 3. รถยนต์ รถไฟ
 4. เรือยนต์ เครื่องร่อน
 5. เครื่องบินใบพัด รถไฟ
30. นำตาชั่งสปริง 2 อันมาเกี่ยวกับแล้วออกแรงดึง ปรากฏว่าเข็มตาชั่งสปริงชี้เลขเดียวกัน เหตุผลใดสนับสนุนผลที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุด
1. แรงกิริยาเท่ากับแรงปฏิกิริยา
 2. มวลและน้ำหนักไม่ใช่สิ่งเดียวกัน
 3. มือทั้งสองข้างออกแรงพร้อม ๆ กัน
 4. ตาชั่งสปริง 2 อันลักษณะเหมือนกันทุกประการ
 5. สปริงในตาชั่งสปริงมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเท่ากัน

31.



จากการทดลองของนักเรียนคนหนึ่ง เมื่อบีบลูกยาง แล้วปรากฏว่าฝากระป๋องระเบิดออก จึงทำการทดลองซ้ำอีกครั้งหนึ่ง แต่ปรากฏว่าเกิดการระเบิดดังกว่าเดิม เหตุผลใดสนับสนุนสิ่งที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุด

1. เชื้อเพลิงในครั้งแรกมีความชื้น
2. ลมที่เข้าในกระป๋องมากกว่าเดิม
3. เชื้อเพลิงในครั้งแรกมากเกินไป
4. อากาศในกระป๋องเหลือน้อยลง
5. เชื้อเพลิงลุกไหม้มากกว่าเดิม

32. "การกำจัดปัญหาเรื่องมวลในการขนส่งยานอวกาศ ได้ทำจรวดเป็นท่อน ๆ เพื่อเพื่อสลัดทิ้งเมื่อเชื้อเพลิงหมดแล้ว" จากคำกล่าวนี้สรุปได้ว่า

1. จรวดแต่ละท่อนต้องมีขนาดเท่า ๆ กัน
2. จรวดท่อนแรกสลัดออกแสดงว่ามีมวลมากที่สุด
3. การสร้างจรวดต้องสร้างให้มีลักษณะเพรียวลม
4. แรงดึงดูดของโลกกระทำต่อมวลของวัตถุมีค่าคงที่เสมอ
5. แรงดึงดูดของโลกกระทำต่อมวลของวัตถุมีค่าคงที่เสมอ

33. เชื้อเพลิงใดใช้ในจรวดที่ส่งไปอวกาศ

1. ดินประสิว + กำมะถัน
2. ไนโตรเจนเหลว
3. ออกซิเจนแข็ง
4. ไฮโดรเจนเหลว
5. ธาตุแก๊สมันตาฟรังส์

34. นักเรียนคนหนึ่งนั่งรถประจำทางไปต่างจังหวัด ได้ทิ้งถุงพลาสติกลงมาจากหน้าต่าง สังเกตเห็นว่าถุงพลาสติกเคลื่อนที่ตามรถมาสักพักหนึ่งแล้วหยุดนิ่ง เราจะอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร

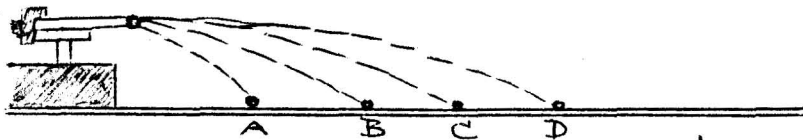
1. ถุงพลาสติกเบามากจึงเคลื่อนที่ตามรถได้
2. ถุงพลาสติกมีความเร็วในการเคลื่อนที่เท่ารถจึงเคลื่อนที่ได้
3. ถุงพลาสติกมีความเฉื่อยและหยุดนิ่งลงได้เพราะมีแรงเสียดทานกับอากาศ
4. ความจริงถุงพลาสติกไม่เคลื่อนที่แต่รถเคลื่อนที่จึงมองว่าถุงพลาสติกเคลื่อนที่
5. ในขณะที่ถุงพลาสติกตกลงมามีแรงลมจากแรงที่รถวิ่ง ทำให้ถุงพลาสติกเคลื่อนที่ได้

35. จรวดมีความเร็ว 2.5×10^4 Km/h เดินทางจากโลกไปดวงจันทร์ใช้ระยะเวลาเท่าไร ถ้าดวงจันทร์อยู่ห่างจากโลก เป็นระยะทาง 4×10^5 Km

1. 8 ชม. 2. 16 ชม. 3. 24 ชม. 4. 32 ชม. 5. 48 ชม.

คำชี้แจง จากข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 36 - 37

การยิงปืนใหญ่ของทหารไทยไปฝั่งลาว ตก ณ.ตำแหน่งต่าง ๆ ดังภาพ



36. การตกของกระสุนปืน ณ.ตำแหน่งใด ใช้เวลาในการตกมากที่สุดและน้อยที่สุด

1. A น้อยสุด B มากสุด 2. A น้อยสุด C มากสุด
3. A น้อยสุด D มากสุด 4. D น้อยสุด A มากสุด
5. เท่ากันทุกตำแหน่ง

37. จากข้อมูลข้อใดสรุปถูกต้อง

1. การยิงแต่ละครั้งมีความแรงเท่ากัน
2. ในจุด D แรงดึงดูดของโลกกระทำไ้มาก
3. จุด A B C D มีความเร็วในการต่ำเท่ากัน
4. จุด A ตกด้วยความเร็วน้อยสุด จุด D ตกด้วยความเร็วมากที่สุด
5. จุด A และจุด D มีความเร็วตามแนวราบและแนวตั้งเท่ากัน

38. ก้อนหิน A มวล 1 Kg ก้อนหิน B มวล 2 Kg ก้อนหิน C มวล 3 Kg

ปล่อยให้ตกลงมาจากที่สูงเท่า ๆ กัน ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามข้อใด

1. ก้อน A ถึงพื้นก่อนก้อน B และ C
2. ก้อน C ถึงพื้นก่อนก้อน A และ B
3. ก้อน A B C ตกถึงพื้นพร้อมกัน
4. ก้อน B ถึงพื้นก่อนก้อน A และถึงพื้นหลัง C
5. ก้อน A กับ B ตกถึงพื้นพร้อมกัน แต่ก้อน C ตกภายหลัง

42. การโคจรของยานอวกาศรอบดาวดวงหนึ่งในระยะต่าง ๆ กัน วัดความเร็ว
ได้ดังตาราง

ระยะ	ความเร็วโคจรรอบดาวเคราะห์ (Km/h)
A	1.0×10^4
B	2.0×10^4
C	2.6×10^4
D	2.4×10^4
E	1.8×10^4

ระยะใดโคจรรอบดาวเคราะห์ได้ใกล้ที่สุด

1. A 2. B 3. C 4. D 5. E
43. นักบินอวกาศมีมวล 60 kg เมื่อขึ้นบนโลก แต่เมื่อไปลงยังดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง
มีมวลน้อยกว่าโลก 4 เท่า นักบินอวกาศผู้นั้นจะมีมวลเท่าไร
1. 0 Kg 2. 15 Kg 3. 30 Kg 4. 60 Kg 5. 240 Kg
44. ชายคนหนึ่งอยู่ในลิฟ ขณะที่กำลังลงจากลิฟปรากฏว่าลิฟขาดลงมา สภาพไร้น้ำหนัก
จะปรากฏตามข้อใด
1. น้ำหนักลิฟเป็นศูนย์ แต่คนไม่เป็นศูนย์
2. น้ำหนักคนเป็นศูนย์ แต่ลิฟไม่เป็นศูนย์
3. น้ำหนักคนและน้ำหนักลิฟไม่เป็นศูนย์
4. น้ำหนักคน และน้ำหนักลิฟเป็นศูนย์
5. น้ำหนักคนและน้ำหนักลิฟมีค่ามากที่สุด
45. จรวดจะหลุดจากวิถีวงโคจรรอบโลกได้เมื่อใด
1. ได้รับแรงดึงดูดจากดาวดวงอื่นมากพอ
2. ใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้หมดแล้ว
3. มีความเร็วเท่ากับความเร็วโคจรรอบโลก
4. มีความเร็วมากกว่าความเร็วโคจรรอบโลก
5. มีความเร็วน้อยกว่าความเร็วโคจรรอบโลก

46. อะไรจะเกิดขึ้น ถ้าจรวดโคจรด้วยความเร็วน้อยกว่าความเร็วโคจรรอบโลกที่ระยะนั้น
1. จรวดจะหมุนกลับลำ
 2. จรวดจะเกิดการลุกไหม้
 3. จรวดจะตกลงสู่พื้นโลก
 4. จรวดไม่มีการเคลื่อนที่
 5. จรวดจะโคจรรอบดวงอาทิตย์
47. ข้อใดต่อไปนี้เป็น การแก้ปัญหาสภาพไร้น้ำหนัก
1. สวมชุดนักบินอวกาศ
 2. เตรียมถังออกซิเจนติดตัวเสมอ
 3. ใช้วัตถุที่ทนความร้อนสูงทำยานอวกาศ
 4. มีหอคอยหนัวยึดติดอยู่กับส่วนบนของยานอวกาศ
 5. ผลิตอาหารสำเร็จรูปบรรจุในภาชนะเป็นหลอด
48. ในขณะยานอวกาศโคจรรอบโลก ปัญหาในข้อใดไม่ประสบกับนักบินอวกาศ
1. ความดันโลหิตสูง
 2. อัตราการหายใจเร็วขึ้น
 3. ตัวลอยขึ้นจากเก้าอี้
 4. กล้ามเนื้อออกแรงน้อยลง
 5. ถูกกดลงกับพื้นด้วยแรงมากขึ้น
49. เหตุผลในข้อใดสนับสนุนคำกล่าวที่ว่า " เมื่อสูงขึ้นไปจากพื้นดินมากขึ้น ความกดดันบรรยากาศจะลดลง "
1. อากาศหนาแน่นมากในที่สูง
 2. ในที่สูงอุณหภูมิของอากาศจะสูงขึ้น
 3. อากาศมีจำนวนมากในที่สูง
 4. ในที่สูงมาก ๆ อากาศจะเจือจางลง
 5. ในที่สูงมาก ๆ อากาศจะมีแรงกดดันไม่คงที่
50. รถยนต์สี่ล้อ ที่ผู้นั่งในรถจะรู้สึกร้อนน้อยที่สุด
1. คำ
 2. น้ำเงิน
 3. น้ำตาล
 4. เทาอ่อน
 5. เขียวแก่
51. ข้อใดกล่าวผิดจากความเป็นจริง
1. เมื่อสูงขึ้นมาก ๆ แรงโน้มถ่วงของโลกยิ่งมาก
 2. เมื่อสูงมาก ๆ อากาศจะมีความหนาแน่นน้อยลง
 3. เมื่อสูงมาก ๆ แรงโน้มถ่วงของโลกจะน้อยลง
 4. อากาศที่มีความหนาแน่นมากจะมีความกดดันอากาศมาก
 5. ขณะที่วัตถุตกอย่างอิสระจะมีแรงโน้มถ่วงของโลกมากกระทำ

52. บนดวงจันทร์ในเวลากลางวัน อากาศหนาวเย็นมาก แต่เพราะเหตุใด จึงไม่มีหิมะตกบนดวงจันทร์

1. อุณหภูมิไม่เป็นพหุจะเกิดหิมะได้
2. อุณหภูมิของดวงจันทร์ไม่คงที่เสมอไป
3. บนดวงจันทร์มีไอน้ำ เป็นปริมาณน้อยเกินไป
4. บนดวงจันทร์ขาดก๊าซบางชนิดจึงไม่ช่วยให้เกิดหิมะ
5. บนดวงจันทร์ไม่มีไอน้ำเป็นองค์ประกอบจึงไม่เกิดหิมะ

53. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวผิดจากความเป็นจริง

1. บนดวงจันทร์ไม่มีหินแปรเพราะไม่มีไอน้ำ ความดันไม่คงที่
2. หินบะซอลต์บนดวงจันทร์มีลักษณะเหมือนหินบะซอลต์บนโลก
3. หินตะกอนบนดวงจันทร์มีลักษณะการเกิดเหมือนหินตะกอนบนโลกมาก
4. บนดวงจันทร์ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพมากกว่าทางเคมี
5. บนดวงจันทร์ไม่มีบรรยากาศห่อหุ้มเลยทำให้การเปลี่ยนแปลงทางเคมีไม่เกิดขึ้น

54. นักเรียนคนหนึ่งใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดูพบดาวดวงหนึ่งมีสีแดงมาก ดาวดวงนั้นควรจะเป็นดาวอะไร และสีแดงนั้นเกิดจากผลของสิ่งใด

1. อังคาร - มีเหล็กออกไซด์มาก
2. พฤหัส - บรรยากาศหนาแน่นมาก
3. เสาร์ - เกิดการลุกไหม้ของวงแหวน
4. พุธ - อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากบางส่วนลุกไหม้
5. ศุกร์ - เกิดการสลายตัวของธาตุกัมมันตภาพรังสี

55. สภาพแวดล้อมของดาวศุกร์และดาวอังคารเหมือนกันมากที่สุดในข้อใด

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. สนามแม่เหล็ก | 2. ไม่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ |
| 3. ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ | 4. ส่วนประกอบของบรรยากาศ |
| 5. อุณหภูมิของบรรยากาศ | |

56. ยานอวกาศและดาวเทียมมีส่วนใดที่แตกต่างกันมากที่สุด
1. ประโยชน์
 2. วัสดุที่ผลิต
 3. หลักการเคลื่อนที่
 4. ความเร็วโคจรรอบโลก
 5. การเผชิญกับสภาพไร้น้ำหนัก
57. ในขณะที่ยานอวกาศจะลงบนดวงจันทร์ต้องลดความเร็วโดยการจรวดเพื่อลดความเร็ว เพราะเหตุใดจึงไม่ใช่ร่วมชูชีพเช่นเดียวกับการลงสู่พื้นโลก
1. เพราะบนดวงจันทร์ไม่มีบรรยากาศ
 2. ดวงจันทร์มีแรงดึงดูดน้อยกว่าโลกมาก
 3. การใช้จรวดให้ผลดีกว่าใช้ร่วมชูชีพ
 4. ร่วมชูชีพทำให้การถ่ายภาพต่าง ๆ ไม่สะดวก
 5. สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในการจัดเตรียมอุปกรณ์น้อยกว่าร่วมชูชีพ
58. จรวดลำหนึ่งถูกส่งขึ้นไปจากผิวโลก แล้วไปโคจรรอบโลก เมื่อเพิ่มความเร็วมากขึ้น จรวดลำนี้สามารถพุ่งออกนอกโลกได้หรือไม่
1. ได้ เพราะโคจรหลาย ๆ รอบทำให้เกิดแรงเหวี่ยง
 2. ได้ เพราะจรวดสามารถบังคับทิศทางเคลื่อนที่ได้
 3. ได้ เพราะจรวดเพิ่มความเร็วมาก ๆ จะชนะแรงโน้มถ่วงของโลก
 4. ไม่ได้ เพราะเชื้อเพลิงไม่เพียงพอ
 5. ไม่ได้ เพราะจรวดจะชนะแรงโน้มถ่วงของโลกไม่ได้
59. ขั้วดาวเทียมที่เราได้ชมกันอยู่ทุกวันนี้ เป็นผลมาจากดาวเทียมดวงใด
1. ซินคอม
 2. รีเลย์
 3. นิทาส
 4. ไทรอส
 5. เอ็คโค
60. ในการสำรวจดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง ต้องส่งยานอวกาศออกไปสำรวจหลายลำเพื่อเหตุผลใด
1. เพื่อให้ได้ข้อมูลละเอียด
 2. เพื่อทดสอบสมรรถภาพของยานอวกาศ
 3. เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น
 4. เพื่อทดสอบสมรรถภาพของนักบินอวกาศ
 5. เพื่อให้ นักบินอวกาศคุ้นเคยกับเส้นทาง

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ เพศ อายุ

โรงเรียน อำเภอ/เขต.....

จังหวัด

ผลการตรวจให้คะแนน

องค์ประกอบ	คะแนนที่ได้		
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
ความคล่องในการคิด			
ความคิดยืดหยุ่น			
รวม			

หมายเหตุ ขอความกรุณาอาจารย์ผู้ควบคุมการสอบช่วยอธิบายคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ
กับนักเรียนก่อนทำแบบทดสอบด้วย

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีจำนวน 3 ข้อ นักเรียนต้องทำทั้ง 3 ข้อ
2. ในการตอบคำถามแต่ละข้อ ให้นักเรียนใช้เวลาในการตอบแบบทดสอบข้อละ 10 นาที
3. ในการตอบแบบทดสอบแต่ละข้อ ให้นักเรียนพยายามตอบให้ได้ความสามารถของนักเรียนตามคำสั่งในแต่ละข้อให้ดีที่สุดและมากที่สุด เท่าที่เวลากำหนดให้
4. การตรวจให้คะแนนจะให้คะแนนใน 3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1 ด้านความคิดริเริ่ม หมายถึงความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับบุคคลอื่น การให้คะแนนจะพิจารณาตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ แล้วนำมาหาความดี คำตอบที่มีความดีเป็น 1 ให้ 5 คะแนน ความดีเป็น 2 ให้ 4 คะแนนตามลำดับเรื่อยไป จนถึงคำตอบที่มีความดีซ้ำกันตั้งแต่ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน
 - 4.2 ความคล่องในการคิด หมายถึงการคิดได้มากในเวลาจำกัด การตรวจให้คะแนนจะพิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน
 - 4.3 ความคิดยืดหยุ่น หมายถึงความสามารถในการหาคำตอบของปัญหาได้หลายแนวทาง การตรวจให้คะแนน จะพิจารณาหาคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบแล้วจัดออกเป็นกลุ่มมาแนวคิดเดียวกันจัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน ให้คะแนนเท่ากับจำนวนกลุ่มที่แบ่งได้
5. เมื่อนักเรียนทำครบตามที่เวลากำหนดแล้วนำกระดาษคำตอบส่งกับอาจารย์ผู้ควบคุมการสอบ

ขอให้นักเรียนโชคดี

ข้อ 1 "สมมุติว่า"

เหตุการณ์ข้างล่างนี้เป็นเหตุการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้นและสมมุติว่ามันเกิดขึ้นกิจกรรมนี้จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสคิด จินตนาการ คาดคะเนทุกอย่างที่น่าตื่นเต้นอาจจะเกิดขึ้นได้ ถ้าเหตุการณ์ที่สมมุติขึ้นนี้เป็นจริง

ให้นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์นี้เป็นจริง แล้วพิจารณาดูว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากเหตุการณ์บ้าง ให้อยากคิดหรือคาดคะเนโดยมีเหตุผลประกอบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยไม่ต้องกลัวผิด เพราะจะไม่มีคำตอบใดที่ผิด แต่จะพิจารณาคำตอบที่น่าสนใจและที่คนอื่นคิดไม่ถึง จงพยายามคิดในสิ่งที่แปลกใหม่ และน่าตื่นเต้นมากที่สุด

ถ้าในระบบสุริยะจักรวาลมีดวงอาทิตย์เกิดขึ้นอีก 1 ดวง ดวงซึ่งเปลี่ยนมาจากดาวเคราะห์ ดวงหนึ่งในระบบสุริยะจักรวาล นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

จงเขียนข้อความแสดงความคิดเห็นของนักเรียนให้มากที่สุดในเวลาที่กำหนดให้พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบความคิดเห็นของนักเรียนด้วย

- 1 สิ่งที่เกิดขึ้น
เหตุผล
.....
- 2 สิ่งที่เกิดขึ้น
เหตุผล
.....
- 3 สิ่งที่เกิดขึ้น
เหตุผล
.....
- 4 สิ่งที่เกิดขึ้น
เหตุผล
.....
- 5 สิ่งที่เกิดขึ้น
เหตุผล
.....

ข้อ 2 "ออกแบบการทดลอง"

นักเรียนมีลูกฟุตบอลพลาสติก 1 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร นักเรียนจะนำมาใช้ในการทดลองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรบ้าง และมีวิธีการทดลองอย่างไรจงอธิบายให้เข้าใจ (นักเรียนจะใช้อุปกรณ์อื่น ๆ ช่วยก็ได้)

1 ทำการทดลองเรื่อง

วิธีทดลอง

.....

.....

2 ทำการทดลองเรื่อง

วิธีทดลอง

.....

.....

3 ทำการทดลองเรื่อง

วิธีทดลอง

.....

.....

4 ทำการทดลองเรื่อง

วิธีทดลอง

.....

.....

5 ทำการทดลองเรื่อง

วิธีทดลอง

.....

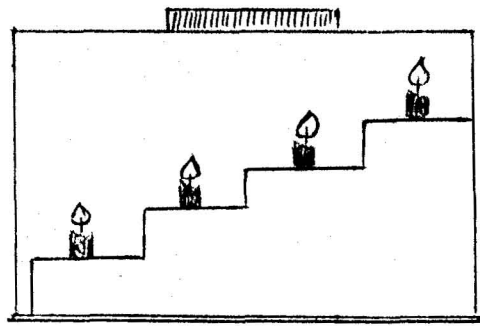
.....

6 ทำการทดลองเรื่อง

วิธีทดลอง

.....

.....



จากภาพให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพให้มากที่สุด พร้อมทั้งคาดคะเนในสิ่งที่จะเกิดขึ้น และเป็นคำตอบของคำถามนั้นได้ (คำถามใดที่ไม่สามารถคาดคะเนคำตอบได้ถือว่าคำถามนั้นไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของแบบทดสอบนี้)

1 คำถาม

สิ่งที่จะเกิดขึ้น

.....

.....

2 คำถาม

สิ่งที่จะเกิดขึ้น

.....

.....

3 คำถาม

สิ่งที่จะเกิดขึ้น

.....

.....

4 คำถาม

สิ่งที่จะเกิดขึ้น

.....

.....

5 คำถาม

สิ่งที่จะเกิดขึ้น

.....

.....

การศึกษาผลการใช้ชุดการสอนมัลติมีเดียในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทคัดย่อ
ของ
ชาติชัย วิโรจนะ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2531

การศึกษาครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ได้รับการสอนด้วยชุดการสอนมินิคอร์ส กับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2530
ของโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน แบ่งเป็น
กลุ่มทดลอง 50 คน และกลุ่มควบคุม 50 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส
กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู เมื่อสิ้นการทดลอง ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองด้วยแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย
ค่าสถิติ

ผลการศึกษามีปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวมทุกองค์ประกอบ ของกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON THE EFFECTS OF USING MINI - COURSES IN TEACHING
SCIENCE UPON MATHYOM SUKSA II STUDENTS' ACHIEVEMENT
AND SCIENTIFIC CREATIVE THINKING

AN ABSTRACT

BY

CHATCHAI WIROLJANA

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

April 1988

V

The purpose of this study was to investigate the effect of Mini - Course in teaching Science Upon Mathayom Suksa II Students' Sciencetific achievement and Creative Thinking.

The subjects were 100 Mathayom Suksa II Students of Suankularbwithayalai School, in Bangkok, during the second semetry of 1987 academic year. They were assigned into the experimental and Control groups with 50 Students in each. The experimental group was teaching by Mini Course ; Where was the Control group was taught throught the ISPT teacher's manual. Randomized control group Post - test only design was used in the Study. The t - test Independent was Statistically used for data analysis

The results of this study indicated that :

1. The achievement in science of the experimental and control groups was significantly difference at the .05 level.
2. The scientific creative thinking of the experimental and Control groups was significantly difference at the .01 level.
3. The Originality of the experimental and Control groups was significantly difference at the .01 level.
4. The Fluency of the experimental and Control groups was significantly difference at the .01 level.
5. The Flexibility of the experimental and Control groups was signiricantly difference at the .01 level.