

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และควมมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอน
แบบศูนย์การเรียน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2554

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และควมมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอน
แบบศูนย์การเรียน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และควมมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอน
แบบศูนย์การเรียน



บทคัดย่อ
ของ
ศันศนีย์ จันทะวงศ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2554

คันศนีย์ จันทะวงศ์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และควมมีคุณธรรม จริยธรรม ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะคีรี.

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และควมมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนเทศบาลวัดแหลมสุวรรณาราม (วัฒนรวมวิทยา) จำนวน 30 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ t-test for Dependent Sample และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่น .70 และแบบทดสอบวัดควมมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่น .84

ผลการวิจัย ปรากฏผลดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน มีคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON SCIENCE EDUCATION LEARNING ACHIEVEMENT AND MORAL SCIENCE
OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS BY USING LEARNING PACKAGES



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

May 2011

Sansanee Jantawong. (2011). *A Study on Science Education Learning Achievement and Moral Science of Mathayomsuksa III Students by Using Learning Packages*. Master's Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr.Chutima Vatanakhiri.

The purpose of this research was to study on science education learning achievement and moral science of Mathayomsuksa III students by using learning packages.

The Sample in this research were 30 students of Matayomsuksa III of Tedsabanwatlaemsuwannaram (Wattananaroumwithaya) School, Thaway Road,Thachalom Samutsakhon, School, during the second semester of the 2009 academic year. The sample was learned by using learning package. One group pretest – posttest design was used in this study and the data analysis by t-test for dependent sample.

The results of this indicated that :

1. The students learned by learning package were science achievement higher than before significantly at the level of .01
2. The students learned by learning package were moral science of higher than before and significantly at the level of .01

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และควมมีคุณธรรมจริยธรรม
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์
การเรียนรู้ ของ ศันศันย์ จันทะวงศ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ)

.....กรรมการสอบสารนิพนธ์
(อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา)

.....กรรมการสอบสารนิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์)

วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2554

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณา จากรองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศรี ที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ ตลอดจนตรวจแก้งานวิจัยมีคุณภาพ ดังปรากฏ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สันทยา ศรีบางพลี ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือ ให้คำแนะนำในการตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยเป็นผลให้ สารนิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนเทศบาลวัดแหลมสุวรรณาราม (วัฒนรวมวิทยา) ที่ได้อำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา - มารดา ญาติพี่น้องทุกท่าน และเพื่อนสาขาการมัธยมศึกษา ที่เป็นกำลังใจในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงมีจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา - มารดา ครู - อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศันศินีย์ จันทะวงศ์



สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	2
ความสำคัญของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	3
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	3
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	3
ตัวแปรที่ศึกษา	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
สมมติฐานในการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน	8
เอกสารเกี่ยวกับชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้	11
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	17
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์	28
3 วิธีดำเนินการวิจัย	40
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	40
การกำหนดแบบแผนการทดลอง	40
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	41
การเก็บรวบรวมข้อมูล	45
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	45
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	45
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	49
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	49
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	49

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	51
ความมุ่งหมายของการวิจัย	51
สมมติฐานในการวิจัย	51
วิธีดำเนินการวิจัย	51
สรุปผลการวิจัย	52
อภิปรายผล	52
ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก	58
ภาคผนวก ก.....	59
ภาคผนวก ข.....	61
ภาคผนวก ค.....	66
ภาคผนวก ง.....	71
ภาคผนวก จ.....	78
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	151

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงคุณลักษณะบุคคลที่มีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์	32
2 แบบแผนการวิจัย	41
3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	49
4 เปรียบเทียบความมีคุณธรรมจริยธรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	50
5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเรื่องเอกภพ	62
6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	63
7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์	64
8 การหาประสิทธิภาพชุดการสอนแบบการเรียน เรื่อง เอกภพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน	65
9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	67
10 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ	69
11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเรื่องเอกภพ	72
12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเรื่องเอกภพ	75

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์	18
3 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ...	24



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คุณธรรมเป็นปัจจัยสำคัญที่จะเสริมสร้างความสงบสุข และความเจริญให้แก่ประเทศชาติ งานปฏิรูปการศึกษาได้กำหนดแผนงานปฏิรูปคุณธรรมจริยธรรมไว้ ด้วยพฤติกรรมเบี่ยงเบนภาพลักษณ์เชิงลบนักเรียน นักศึกษารุ่นใหม่หรือเยาวชนรุ่นใหม่ (ทองชัย กอแก้ว. 2546: 43)

ประเทศไทยกำลังเผชิญปัญหาวิกฤตการณ์ด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยคาดหวังที่จะให้การศึกษา มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาศักยภาพและคุณภาพของประชากร เพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน ในการเตรียมรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของปัญหาที่เกิดขึ้น แต่ระบบการศึกษาไทยยังมิได้ส่งเสริมการพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมเท่าที่ควร ทำให้สังคมไทยขาดความภาคภูมิใจในความเป็นไทย ขาดคุณธรรมจริยธรรม และสภาพปัญหาเหล่านี้ได้นำไปสู่วิกฤตทางเศรษฐกิจในที่สุด (สำนักงานปฏิรูปการศึกษา. 2544: 3) และจากการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มีความมุ่งหมายเพื่อให้คนไทยเป็นผู้ที่สมบูรณ์ทั้ง ทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม การจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่พึงปรารถนาไว้ในทุกวิชา และมาตรฐานการศึกษา การประเมินภายนอกในด้านผู้เรียนมี 12 มาตรฐาน เมื่อสรุปรวมได้ความว่าผู้เรียนต้องเป็นผู้มีความรู้และเป็นคนดีมีคุณธรรม การสร้างความรู้คู่คุณธรรมนั้นจะต้องสร้างไปพร้อมๆ กัน ผสมผสานไปในทุกบทเรียน ทุกกิจกรรม ทุกเวลาเรียน เด็กทุกวันนี้เรียนรู้เร็ว การปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมจะใช้วิธีสอนด้วยคำพูดคงไม่ได้ผล เพราะการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมเพื่อสร้างลักษณะนิสัยที่ดีไม่สามารถทำให้เกิดได้ทันที หรือบังคับให้ปฏิบัติได้ แต่จะทำได้โดยการสร้าง ครูจะต้องปรับกลยุทธ์ให้ทันกับการพัฒนาของเด็ก ต้องใช้หลักจิตวิทยาเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับครูมีอาชีพให้มากขึ้น ต้องสร้างกิจกรรมให้เป็นรูปธรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติบ่อยๆ จนเกิดความเคยชิน นานๆ เข้าก็กลายเป็นนิสัยเป็นลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ต่อไป (สถิต ศิลปาบุตร. 2545: 7 – 11)

จากแนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นทั้งความรู้และคุณธรรม ผู้วิจัย ได้เห็นความสำคัญของคุณธรรมจริยธรรม จึงนำความมีคุณธรรมจริยธรรมมาประยุกต์ในการจัดการเรียนรู้อุทิศศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วย โดยนำคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ 2 ด้าน คือ ด้านความมีเหตุผล หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำของผู้เรียนที่แสดงออกถึงความเชื่อในความสำคัญของเหตุ ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนายหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ ที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่างๆ นั้น เป็นอย่างไร และทำไมจึงเป็นอย่างนั้นพยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่ของเหตุและผล และด้านที่สองความซื่อสัตย์ หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำของผู้เรียนที่แสดงออกถึงการชื่นชม ยกย่องบุคคลที่เสนอความจริง ถึงแม้จะเป็นผลงาน

ที่แตกต่างจากผู้อื่น เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริง บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริง และไม่เอาความคิดเห็นของตนไปเกี่ยวข้อง ไม่แอบอ้างผลงานผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง มีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ เป็นผู้ซื่อตรง อดทน ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ

กระบวนการจัดการเรียนการสอนจึงเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนควรตระหนักถึงและเห็นความสำคัญ เพราะเป็นสิ่งที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการเรียนรู้ได้ตรงกับพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 23 ที่กล่าวเน้นถึงการจัดการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนเข้ามามีบทบาทร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น อีกทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และส่งเสริมให้ทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์วิธีหนึ่งที่น่าสนใจและสอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาดังกล่าวข้างต้น คือ ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน เพราะลักษณะการเรียนการสอนที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นการทดลองที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้เอง นั้นมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียน จะแตกต่างกันเพียงการทดลอง เป็นกิจกรรมที่ทุกกลุ่มทำ เป็นกิจกรรมที่เหมือนกัน แต่ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนที่จัดให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้นจะประกอบด้วยกิจกรรมที่แตกต่างกันออกไป เรียกว่า ศูนย์การเรียน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา และสื่อการเรียนที่อยู่ในรูปชุดการสอนที่ผู้เรียนจะต้องค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ครูจะเป็นผู้ประสาน และให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหา นอกจากนี้ อรรถัย โสภกา (2533: 73) ได้นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนมาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนสามารถช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

จากเหตุผลข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และควมมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และควมมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ผลการวิจัยได้นำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน
2. เพื่อศึกษาควมมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปพิจารณาปรับปรุง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

2. ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในด้านความมีเหตุผลและความซื่อสัตย์ เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปพิจารณาปรับปรุง การจัดการเรียนรู้ที่ เน้นความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ในด้านอื่นๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลวัด แหยมสุวรรณาaram (วัฒนรวมวิทยา) ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 70 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลวัด แหยมสุวรรณาaram (วัฒนรวมวิทยา) ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 1 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ซึ่งได้จากการสุ่ม ง่าย (Sample Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จำนวน 30 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้ เวลา 12 ชั่วโมง ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ๆ 3 ชั่วโมง ผู้วิจัยสอนเอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ เรื่อง เอกภพ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน หมายถึง การจัดการเรียน การสอนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้สื่อประสมซึ่งมีจุดมุ่งหมายเรื่อง ที่จะสอน โดยการผลิตการนำเสนอการสอน ที่สอดคล้องกับวิชา หน่วยการเรียนรู้ หัวเรื่องและวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น

กลุ่มย่อย แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาประสบการณ์การเรียนรู้ ตามที่กำหนดไว้ในชุดการสอนแบบ ศูนย์การเรียนรู้ในแต่ละศูนย์กิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มจะหมุนเวียนกันทำกิจกรรมไปจนครบทุกศูนย์ โดยมีครูที่ปรึกษา ให้คำแนะนำช่วยเหลือ สนับสนุนให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพและ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรื่อง เอกภพ ประกอบด้วย

1.1 บัตรคำสั่ง ใช้แทนตัวครูเพื่อบอกให้ผู้เรียนทราบขั้นตอนต่างๆ ในการเริ่มงานในศูนย์ นั้นๆ

1.2 บัตรเนื้อหา คือ ความรู้ที่ครูต้องการให้ผู้เรียนศึกษา ลักษณะการให้ความรู้ด้วยสื่อ ควรจะพลิกแพลง เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนด้วย ถ้าผู้เรียนศึกษาโดยการอ่านข้อความทั่วๆ ไป แบบเดียวกันทุกศูนย์ จะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ในบางศูนย์ครูอาจเสนอความรู้ในลักษณะบทเรียน แบบโปรแกรม บางศูนย์อาจเสนอความรู้ด้วยการอ่านบทสนทนาของบุคคลต่างๆ หรืออาจใช้การ์ตูน ประกอบบทความ เป็นต้น

1.3 บัตรงานหรือบัตรกิจกรรม คือ การกำหนดเงื่อนไขให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จาก บัตรเนื้อหาไปใช้ ถ้าเป็นกิจกรรมในลักษณะการตอบคำถามโดยตรงแบบเขียนตอบก็เรียกว่าบัตรคำถามได้ แต่บางกรณีงานหรือกิจกรรมอาจจะเป็นการแข่งขันตอบปัญหา การประกอบเครื่องมือ การแยกประเภท สิ่งของ การฝึกปฏิบัติก็ได้

1.4 วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ประกอบเนื้อหา หรือกิจกรรมตามความต้องการของแต่ละ ศูนย์ ซึ่งถ้าเป็นวัสดุขนาดใหญ่ หาได้ทั่วไปในห้องทดลอง หรือในโรงเรียนก็ไม่จำเป็นต้องบรรจุลงไป ในกล่อง แต่ใช้วิธีระบุไว้ในคู่มือครูให้ครูจัดเตรียมมาก่อนลงมือสอนวัสดุอุปกรณ์ในที่นี้เน้นถึงสิ่งที่ได้ ผลิตหรือสร้างขึ้นมาจากตัวครูเอง

1.5 บัตรเฉลย เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่งานหรือกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำในแต่ละ ศูนย์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้อวกาศ เรื่อง เอกภพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ

2.1 ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เรียนมาแล้วเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือความสามารถทางสมอง

2.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายเกี่ยวกับข้อเท็จจริงจากข้อมูล กฎ หลักการ ทฤษฎี

2.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ เรื่อง "เอกภพ" และวิธี การต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาและสามารถต่อยอดในการสร้างชิ้นงานอื่น

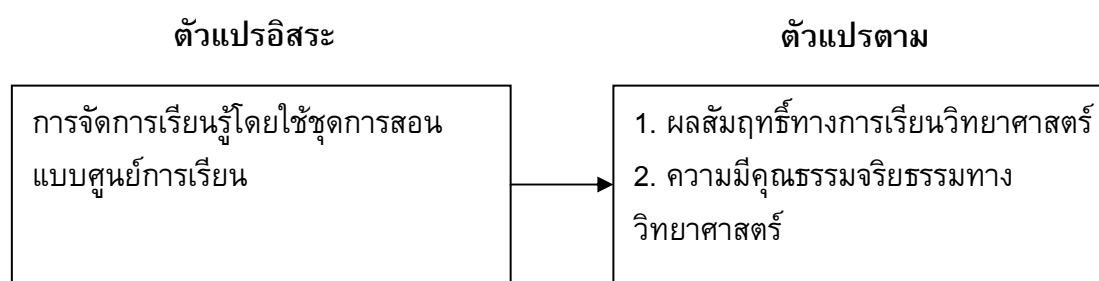
2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการปฏิบัติ การฝึกฝนอย่างมีระเบียบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความคล่องแคล่ว และสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมสำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการลงความคิดเห็น

3. ความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ทำที่ของบุคคลที่มีต่อการคิด การกระทำ และการตัดสินใจ ซึ่งปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกต่อเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ศึกษาเป็นคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งตรงกับคุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ใน สสวท. (2538: 28 – 30) 6 ด้าน คือ ด้านความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ด้านความซื่อสัตย์ ด้านความอยากรู้อยากเห็น ด้านความมีเหตุผล ด้านความมีใจกว้าง และด้านความมีระเบียบและรอบคอบ โดยผู้วิจัยได้เน้นการทำวิจัยครั้งนี้ 2 ด้าน คือ

3.1 ความมีเหตุผล หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำของผู้เรียนที่แสดงออกถึงความเชื่อในความสำคัญของเหตุ ไม่เชื่อโศคลง คำทำนายหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ ที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น ต้องการที่จะรู้ว่า ปรากฏการณ์ต่างๆ นั้น เป็นอย่างไร และทำไมจึงเป็นอย่างนั้นพยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่ของเหตุและผล

3.2 ความซื่อสัตย์ หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำของผู้เรียนที่แสดงออกถึงการชื่นชมยกย่องบุคคลที่เสนอความจริง ถึงแม้จะเป็นผลงานที่แตกต่างจากผู้อื่นเห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริง บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริง และไม่เอาความคิดเห็นของตนไปเกี่ยวข้องไม่แอบอ้างผลงานผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง มีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์เป็นผู้ที่ซื่อตรง อดทน ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้มีคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับชุดการสอน
 - 1.1 ความหมายของชุดการสอน
 - 1.2 แนวคิดในการผลิตชุดการสอน
 - 1.3 ประเภทของชุดการสอน
 - 1.4 ส่วนประกอบของชุดการสอน
2. เอกสารที่เกี่ยวกับชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
 - 2.2 ทฤษฎีพื้นฐานในการจัดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
 - 2.3 ขั้นตอนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
 - 2.4 ส่วนประกอบของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
3. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 3.1 จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.3 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2 ที่มาของคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3 ความสำคัญของคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
 - 4.4 องค์ประกอบของคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
 - 4.5 คุณลักษณะและพฤติกรรมของบุคคลที่มีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
 - 4.6 การวัดคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
 - 4.7 แนวทางการพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
 - 4.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน

1.1 ความหมายของชุดการสอน

“ชุดการสอน” ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Instructional Package หรือ Instructional Kit สำหรับในวงการศึกษไทยจะนิยมใช้คำแรกเป็นส่วนใหญ่ การสร้างชุดการสอนเกิดขึ้นในโรงเรียนของสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1930 โดย David Satisfied แห่ง Ontario institute for Studies in Education คิดกล่องอเนกประสงค์ขึ้น สำหรับเด็กนักเรียนในประเภทต่างๆ และกล่องอเนกประสงค์ ที่สร้างขึ้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน โดยใช้ประสบการณ์จากการเรียนรู้เรื่องการสอนสำเร็จรูป โดยผลิตกล่องที่เรียกว่า Thirties Box และพัฒนาต่อไปเป็น Perception Bag, Audio Visual Juke Box and Eco Box กล่องการสอนเหล่านี้เรียกรวมว่า The 1930 Multimedia Kit ปรากฏว่า เป็นที่ชื่นชอบของเด็กๆ ถึงกับเรียกกล่องชุดสื่ออเนกประสงค์ว่า กล่องวิเศษ ในการเรียนรู้ต่างๆ ภายในสื่ออเนกประสงค์ดังกล่าวและพัฒนาเป็นชุดการสอนในที่สุด (สุภาพ ศิลปะวาทิ. 2540: 8; อ้างอิงจาก Stansfield. 1972: 170 – 177)

นักการศึกษาในวงการศึกษายุคโลกาภิวัตน์ กำลังพยายามที่จะหาวิธีการต่างๆ เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตลอดเวลา ด้วยการพัฒนาวิธีการสอนต่างๆ เพื่อให้การสอนเสียเวลาน้อย ได้ผลดี ตลอดจนความพยายามที่จะให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสได้รับคุณภาพการสอนเท่าเทียมกัน วิธีการหนึ่งที่นิยมคิดค้นพัฒนากันอยู่ คือ การสร้างและพัฒนา “ชุดการสอน” (Instructional Package) ซึ่งได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของชุดการสอนไว้ดังนี้

ชม ภูมิภาค (2528: 100) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนว่า เป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน อันมีการกำหนดจุดมุ่งหมายแน่ชัด กำหนดเนื้อหาวัตถุประสงค์และกิจกรรมต่างๆ ทั้งตัวครูและนักเรียน เพื่อให้เกิดผลบรรลุจุดมุ่งหมาย อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2523: 118) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนหรือชุดการสอนว่า คือ สื่อประสมประเภทหนึ่งซึ่งมีจุดมุ่งหมายเรื่องที่จะสอน โดยการผลิตการนำสื่อการสอนที่สอดคล้องกับวิชาหน่วย หัวเรื่องและวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 174) ให้ความหมายของชุดการสอนไว้ว่า ชุดการสอน หมายถึง กระบวนการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลายอย่างมาใช้ให้สัมพันธ์กันอย่างมีคุณค่า ส่งเสริมซึ่งกันและกัน เรียกว่า สื่อประสม การนำสื่อมาใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจกล่าวได้ว่า ชุดการสอน คือ กล่องหรือซองที่บรรจุสื่อการเรียนการสอนต่างๆ พร้อมทั้งคำแนะนำในการทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดนั่นเอง

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528: 291) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนไว้ว่า ชุดการสอน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อันประกอบด้วยวัตถุประสงค์ เนื้อหา และวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายไว้

เป็นชุดๆ (จะใส่กล่อง ถุง หรือห่อก็ได้) เพื่อจัดกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้ ถือว่า เป็นแผนการสอนที่ช่วยครูให้ได้รับความสะดวกในการสอน และช่วยผู้เรียนให้ได้เกิดผลสำเร็จในการเรียนรู้ เป็นการจัดการโดยอาศัยวัตถุประสงค์และผล ซึ่งในแง่ของการบริหารเรียกว่า MOR (Management by Objectives and Results)

แอสบี (Ashby. 1972: 15 – 17) ให้ความหมายของชุดการสอนว่า ชุดการสอน หมายถึง ชุดการสอนที่ประกอบด้วย รูปภาพ สไลด์ เพลง เทปประกอบการสอน เป็นต้น อันเป็นเครื่องมือช่วยสอนที่สำคัญที่ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น และเมื่อหลังจากที่นักเรียนเรียนจบแล้วสามารถทดสอบเพื่อสำรวจความก้าวหน้าในการเรียนของตนเอง โดยการทำแบบทดสอบที่มีอยู่ในชุดการสอน

ดูน (Duann. 1973: 169) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนว่า ชุดการสอน หมายถึง ชุดการสอนสำเร็จรูปเฉพาะหน่วยที่ประกอบด้วย สื่อการสอน บทเรียน คู่มือครูแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน อันมีหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง สำหรับนักเรียนและตรงตามจุดมุ่งหมายของวัตถุประสงค์การเรียนรู้

นอกจากนั้น กูด (Good. 1973: 306) ได้กล่าวว่า ชุดการสอนเป็นโปรแกรมทางการเรียนที่ทุกอย่างจัดไว้โดยเฉพาะ ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการเรียนรู้ คู่มือ เนื้อหา แบบทดสอบ และมีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนไว้ครบถ้วน

สรุปได้ว่า ชุดการสอน หมายถึง การนำสื่อการเรียนหลายๆ อย่างมาประกอบให้มีความสัมพันธ์กัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยครูผู้สอนไม่ต้องเตรียมสื่อการสอนอื่นๆ ก็สามารถนำไปใช้สอนได้ทันที ทั้งนี้เนื่องจากชุดการสอนจะประกอบด้วยสื่อการสอน คู่มือครู และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นแบบแผนในการช่วยอำนวยความสะดวกกับครูในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 แนวคิดในการผลิตชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 119) ได้กล่าวถึง แนวคิดที่จะมาสู่ระบบการผลิตชุดการสอน ดังนี้

แนวคิดที่หนึ่ง ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยา มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน เป็นสำคัญ ความแตกต่างระหว่างบุคคลมีหลายด้าน คือ ความสามารถ สติปัญญา ความต้องการความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม เป็นต้น ในการจัดชุดการเรียนโดยคำนึงถึง ความแตกต่างระหว่างบุคคลนี้ วิธีการที่เหมาะสมที่สุด คือ การจัดการสอนรายบุคคล หรือการสอนตามเอกัตภาพการศึกษาโดยเสรี การศึกษาตนเอง ซึ่งล้วนเป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญา ความสามารถ และความสนใจ โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

แนวคิดที่สอง คือ ความพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนจากเดิมที่ยึด “ครู” เป็นแหล่งความรู้หลัก มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่างๆ ซึ่งได้จัดให้ตรงกับเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วย การสอนของวิชาต่างๆ การเรียนด้วยวิธีนี้ ครูจะถ่ายทอดความรู้เพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด อีกสองส่วนผู้เรียนจะศึกษาด้วยตนเอง

จากสิ่งที่ผู้สอนเตรียมไว้ในรูปของชุดการสอน

แนวคิดที่สาม คือ การใช้โสตทัศนูปกรณ์ในรูปของการจัดระบบการใช้สื่อการสอนหลายอย่างมาช่วยการสอนให้เหมาะสม และใช้เป็นแหล่งความรู้ สำหรับนักเรียนแทนการให้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนอยู่ตลอดเวลา แนวทางใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสม ให้เป็นชุดการสอน

แนวคิดที่สี่ คือ ปฏิบัติสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับสภาพแวดล้อมเดิม นักเรียนเป็นเพียงฝ่ายรับความรู้จากครูเท่านั้น แทบจะไม่มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นต่อเพื่อนๆ และต่อครู นักเรียนจึงขาดทักษะการแสดงออกและการทำงานเป็นกลุ่ม จึงได้มีการนำเอากระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเปิดโอกาสให้เด็กได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งนำมาสู่การผลิตสื่อออกมาในรูปของชุดการสอน

แนวคิดที่ห้า แนวคิดสุดท้าย คือ การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ โดยยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้ โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึงระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียน

1. ได้เข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง
2. ได้ทราบว่าการตัดสินใจหรือการปฏิบัติงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร
3. ได้รับการเสริมแรงที่ทำให้นักเรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูก อันจะทำให้เกิดการกระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต
4. ได้เรียนรู้ไปทีละขั้นตามความสามารถและความสบายใจของนักเรียนเอง

เปรี๊ยะ กุมุท (2519: 15) ได้ให้ความเห็นเรื่องแนวคิดพื้นฐานในการสร้างชุดการสอนว่า พฤติกรรมการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ด้วยการวางเงื่อนไข ซึ่งในการสร้างชุดการสอน ใช้เป็นพื้นฐานอยู่แล้ว และรวมไปถึงการนำนวัตกรรมทางเทคโนโลยีทางการศึกษาด้านอื่นๆ มาใช้ในการสอนด้วย

วาสนา ชาวหา (2522: 18 – 19) ได้ให้แนวคิดไว้ ดังนี้

1. แนวคิดเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือบางครั้งใช้ว่า เอกัตบุคคล ซึ่งเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าคนเราเกิดมาไม่เหมือนกัน จะแตกต่างกันในด้านรูปร่าง สติปัญญา ความคิดความรู้สึก ดังนั้นการเรียนการสอนจึงต้องคำนึงถึง ความสามารถ ความถนัด หรือทัศนคติและตามวัย เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถ และเป็นไปตามอัตราเร็วหรือช้าของแต่ละคน ซึ่งเป็นผล ทำให้เกิดมีการเรียนด้วยชุดการสอนขึ้น

2. แนวความคิดในเรื่องความพร้อม ซึ่งเดิมเชื่อว่า เด็กจะได้เรียนเมื่อมีความพร้อม แต่ปัจจุบันการวิจัยทางจิตวิทยาการเรียนรู้ชี้ให้เห็นว่า ความพร้อมในการเรียนเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ถ้าเราสามารถจัดบทเรียนให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน และคำนึงถึงการจัดลำดับเนื้อหา การใช้ภาษา สื่อการเรียนการสอน ซึ่งทั้งนี้มิได้หมายความว่า ความพร้อม ทางอวัยวะ หรือกล้ามเนื้อ เช่น ความพร้อมในการใช้มือ การใช้สายตา ถ้าเด็กไม่ถึงวัยที่จะใช้กล้ามเนื้อในส่วนนิ้วมือและข้อมือก็ยังไม่ควรใช้ตัวอักษรไม่ได้ แต่สามารถฝึกความพร้อมโดยให้เด็กขีดเส้นต่างๆ ฝึกใช้มือในการจับต้องในลักษณะต่างๆ

ได้ เช่น พับ ตัด ระบายสีเพื่อเตรียมความพร้อมในการใช้กล้ามเนื้อ ซึ่งอาจจะใช้แบบฝึกในลักษณะชุดการสอนได้

3. แนวคิดในเรื่องการใช้เวลาในการศึกษาให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาแต่ละประเภท และจะเป็นไปตามความสามารถของแต่ละคน อาจจะใช้เวลาในการศึกษาไม่เท่ากัน ลักษณะแนวคิดนี้จะนำมาเป็นหลักเกณฑ์หนึ่งในการผลิตชุดการสอนขึ้นใช้ให้เหมาะสม

4. แนวคิดในเรื่องการขยายตัวทางวิชาการ และการเพิ่มจำนวนของผู้เรียน เพื่อให้การเรียนการสอนก้าวหน้า การสร้างชุดการสอนขึ้นใช้นั้น สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในเรื่องดังกล่าวได้

สรุปได้ว่า ชุดการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี และยังเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากแหล่งความรู้ที่มีสื่อการสอนแบบต่างๆ มีการจัดสภาพการเรียนรู้ที่น่าจะส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และควรมีคุณธรรม จริยธรรมให้กับผู้เรียนได้

1.3 ส่วนประกอบของชุดการสอน

ชุดการเรียนการสอนประกอบด้วยส่วนต่างๆ 4 ส่วน ดังนี้ (ชัยยศ พรหมวงศ์; สมเชาว์ เนตรประเสริฐ; และ สุดา สินสกุล. 2521: 105 – 106)

1. คู่มือและแบบฝึกปฏิบัติ สำหรับครูผู้ใช้ชุดการสอนและผู้เรียนด้วยชุดการสอน
2. คำสั่งหรือการมอบงาน เพื่อกำหนดแนวทางให้ผู้เรียน
3. เนื้อหาสาระ ซึ่งอยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งแบบกลุ่มและรายบุคคล ที่กำหนดไว้ให้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. การประเมินผล เป็นการประเมินผลของกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัด รายงาน การค้นคว้า ผลงานที่สำเร็จ ซึ่งเป็นผลของการเรียนรู้

ส่วนประกอบทั้งหลายนี้ จะจัดไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องหรือซอง เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้

2. เอกสารเกี่ยวกับชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

2.1 ความหมายของการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2541: 101) และ บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 121) ได้กล่าวถึง การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ว่า เป็นนวัตกรรมที่เน้นกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน มีระบบการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มที่จัดขึ้นในห้องตามปกติ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 – 5 กลุ่ม กลุ่มละ ประมาณ 5 – 12 คน จำนวนที่เหมาะสมที่สุด คือ 5 – 8 คน แต่ละศูนย์จะมีสื่อการเรียนที่จัดไว้ในซองหรือกล่องวางบนโต๊ะ ซึ่งแต่ละศูนย์จะมีเนื้อหาที่แตกต่างกันออกไป ผู้เรียนจะเข้าเรียนตามศูนย์ต่างๆ การเรียนตามศูนย์ต่างๆ จะใช้เวลาประมาณ 15 – 20 นาที เมื่อเสร็จจากศูนย์หนึ่งก็เลื่อนไปเรียนอีกศูนย์เวียนไปจนครบทุกศูนย์ การสอบแบบนี้ จะช่วยให้บทบาทและเจตคติของผู้เรียนรวมทั้งผู้สอนแตกต่างไปจากการสอนแบบเดิม คือ จะมีลักษณะเปิดยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมกลุ่มที่ช่วยให้ผู้เรียนมีบทบาทในการค้นคว้าหาความรู้ต่างไปจากการเรียนรู้แบบฟังครูบรรยายเพียงฝ่ายเดียว และแต่ละศูนย์การเรียนรู้ก็มีเนื้อหาที่ต่างกันออกไป

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานในการจัดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เป็นนวัตกรรมที่ยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ และสื่อการสอน 2 ทฤษฎี ด้วยกัน ดังนี้ (บุญเกื้อ ควรหาเวช. 2542: 12)

1. ทฤษฎีกระบวนการกลุ่ม เป็นการให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาด้วยวิธีการทำงานกลุ่ม โดยเชื่อว่าการทำงานกลุ่มหรือร่วมมือกับผู้อื่น จะช่วยให้ประโยชน์ต่อการทำงานในชีวิตจริงมาก
2. ทฤษฎีสื่อประสม เมื่อผู้เรียนได้เรียนผ่านประสาทสัมผัสหลายด้าน จะช่วยรักษาระดับความสนใจ และช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนการจัดการกิจกรรม และสื่อการเรียนจึงต้องคำนึงถึงวิธีแปรเปลี่ยนความสนใจ ไม่จัดกิจกรรมหรือสื่อซ้ำๆ ในแนวเดียวกันตลอดเวลา

2.3 ขั้นตอนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2541: 102 – 103) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้นประเมินผลก่อนเรียน ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียน ขั้นสรุปบทเรียน และขั้นประเมินผลการเรียน ดังนี้

1. ขั้นประเมินผลก่อนเรียน ขั้นแรกจะทำการทดสอบเพื่อวัดว่า ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะเรียนอยู่ก่อนแล้วมากน้อยเพียงใด โดยอาจใช้เวลาทดสอบประมาณ 5 – 10 นาที ผู้สอนจะตรวจให้คะแนนเก็บไว้
2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนจะใช้เวลาประมาณ 5 – 10 นาที เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียนต่อบทเรียน โดยอาจใช้วิธีการเล่นิทาน เล่มเกม ใช้สื่อทัศนูปกรณ์ เป็นต้น หลังจากนั้นก็อธิบายให้ทราบถึงวิธีเรียน
3. ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียน แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มตามจำนวนของศูนย์กิจกรรม แต่ละกลุ่ม อาจละละกันระหว่างคนเก่ง และคนอ่อน หรือผู้เรียนเลือกกลุ่มเอง ผู้เรียนเข้าประจำศูนย์กิจกรรม อ่านบัตรคำสั่งปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับขั้น หมุนเวียนจนครบทุกศูนย์ทั้งนี้ผู้ศูนย์สำรองสำหรับกลุ่มที่ทำกิจกรรมเสร็จก่อนกำหนด
4. ขั้นสรุปบทเรียน หลังจากที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมครบทุกศูนย์แล้ว ผู้สอนจะสรุปบทเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจกระจ่างชัดยิ่งขึ้น
5. ขั้นประเมินผลการเรียน ผู้สอนจะให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ เพื่อวัดผลการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ให้ทำก่อนเรียน นำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกัน เพื่อทราบความก้าวหน้าในการเรียน

2.4 ส่วนประกอบของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ จะประกอบไปด้วยชุดการสอนย่อย 4 – 5 ชุด หนึ่งชุดต่อหนึ่งศูนย์การเรียนรู้ ในแต่ละชุดจะประกอบด้วยบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรเฉลย ดังนี้ (อรุณี สถิตภาคีกุล. 2542: 68)

1. บัตรคำสั่ง เป็นบัตรที่บอกถึงขั้นตอนในการเรียนของศูนย์นั้นๆ มักจะเป็นการกำหนดให้หัวหน้ากลุ่มเป็นผู้ดำเนินการตั้งแต่เริ่มเรียนจนจบ

2. บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่จะนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งในรูปแบบของสื่อ เช่น วีดิทัศน์ รูปภาพ แผนภูมิ บทความ เป็นต้น

3. บัตรกิจกรรม เป็นบัตรที่กำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนทำหลังจากศึกษาเนื้อหาแล้ว เช่น ตอบคำถาม ต่อรูปภาพ สรุปความรู้ ทำแผนที่ความคิด เป็นต้น

4. บัตรเฉลย เป็นบัตรที่เฉลยหรือชี้แนะแนวทางในการทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรม วรกิจ วัดเข้หาลาม (2540) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนไว้ว่า ส่วนประกอบของชุดการสอนจะมีสี่ส่วนที่สำคัญ คือ คู่มือครูหรือคู่มือการใช้ชุดการสอน คำสั่งหรือคำชี้แจงเนื้อหาสาระบทเรียนและสื่อ และการประเมินผล ดังนี้

1. คู่มือครู หรือคู่มือการใช้ชุดการสอนเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้น เพื่อให้ครู และผู้เรียนได้ศึกษาก่อนที่จะนำชุดการสอนไปใช้ โดยภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการสอนนั้นๆ ให้แก่ครูและผู้เรียนได้เข้าใจ เพื่อจะได้ใช้ชุดการสอนดังกล่าวได้ถูกต้องสมบูรณ์ และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด คู่มือครูจัดทำเป็นเล่มโดยมีส่วนสำคัญ ดังนี้

1.1 คำนำ เป็นส่วนที่ผู้ผลิตชุดการสอนแสดงถึงความรู้สึก ความคิดเห็นในการผลิตชุดการสอนนั้นๆ เพื่อให้ครูผู้ใช้ และนักเรียนได้เห็นคุณค่าของชุดการสอนและทราบถึงประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงแล้ว

1.2 ส่วนประกอบของชุดการสอน ผู้ผลิตควรจะแจ้งรายละเอียดของชุดการสอนไว้ว่า มีอะไรบ้างในชุดการสอนนั้น ทั้งที่เป็นวัสดุ สื่อต่างๆ ที่มีเพื่อให้ผู้ใช้ได้ตรวจสอบก่อนนำไปใช้ และหากชำรุด สูญหาย ก็สามารถจัดหาเพิ่มเติมได้

1.3 คำชี้แจงสำหรับครูหรือผู้ใช้ชุดการสอน ในชุดการสอนจำเป็นจะต้องเขียนคำชี้แจงต่างๆ ให้ผู้ที่นำชุดการสอนไปใช้ได้เข้าใจขั้นตอนในการใช้ชุดการสอนนั้น เพื่อจะได้ปฏิบัติได้ถูกต้องจึงจะทำให้การใช้ชุดการสอนเกิดประสิทธิภาพ

1.4 สิ่งที่ครูและนักเรียนต้องเตรียม เป็นการกำหนดสิ่งที่ครูผู้ใช้ชุดการสอนหรือจะต้องจัดหาเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนใช้ชุดการสอนนั้น ซึ่งอาจจะเป็นวัสดุ สื่อ หรืออุปกรณ์ จำเป็นจะต้องใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ผู้ผลิตไม่สามารถจัดหา หรือบรรจุไว้ในชุดการสอนได้ อาทิ วัสดุของจริง สิ่งของหรืออุปกรณ์ที่ใหญ่โต หรือเล็กเกินไป เป็นต้น

1.5 บทบาทของครูและนักเรียน เป็นการเขียนชี้แจงให้ครู และนักเรียนผู้ใช้ชุดการสอนได้เข้าใจบทบาทของตนเองในขณะที่ใช้ชุดการสอนว่าจะปฏิบัติอย่างไร

1.6 การจัดชั้นเรียนและแผนผังห้องเรียน เพื่อให้การใช้ชุดการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ผลิตจะต้องเขียนแผนผังการจัดชั้นเรียนให้เห็นด้วย โดยเฉพาะชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มจะต้องแสดงศูนย์กิจกรรมต่างๆ ตลอดจนถึงแนวทางการเปลี่ยนศูนย์กิจกรรมต่างๆ นั้นด้วย

1.7 แผนการสอน เมื่อจะผลิตชุดการสอนจะต้องจัดทำแผนการสอนของหน่วยการสอนนั้นๆ เอาไว้ให้ละเอียดเพื่อจะได้ให้ครูผู้ใช้ชุดการสอนหรือผู้เรียนได้ดำเนินไปตามลำดับชั้นที่วางเอาไว้ให้ถูกต้อง

1.8 เนื้อหาสาระของชุดการสอน เป็นการจัดลำดับของเนื้อหาของชุดการสอน ซึ่งอยู่ในรูปลักษณะต่างๆ เป็นต้นว่า เอกสารเนื้อหา บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม และบัตรคำถาม แบบฝึกหัดต่างๆ ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียน

1.9 แบบฝึกปฏิบัติหรือแบบฝึกหัด เป็นเอกสารที่จะใช้ประกอบการทำกิจกรรมในชุดการสอนสำหรับให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน และทดสอบความเข้าใจในบทเรียนนั้นๆ

1.10 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ก่อนที่จะทำกิจกรรมหรือเรียนรู้จากชุดการสอน ควรจะให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ก่อนด้วยแบบทดสอบ เพื่อจะได้ทราบว่า ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนมากน้อยเพียงใดก่อน แล้วจึงให้ปฏิบัติกิจกรรมจากชุดการสอน หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบหลังเรียนทันที เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงความก้าวหน้าของตนเอง จากการเรียนรู้จากชุดการสอน โดยอาจจะใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียนก็ได้

1.11 กระดาษคำตอบ และเฉลยในชุดการสอนจะต้องจัดเตรียมกระดาษคำตอบไว้ให้ผู้เรียนเพื่อทดสอบก่อนและหลังการเรียน และเฉลยคำตอบ เพื่อตรวจสอบได้ด้วยตนเอง

2. คำสั่งหรือ คำชี้แจงการดำเนินกิจกรรมในชุดการสอน ทุกชนิดจะเป็นสิ่งที่จะช่วยให้ผู้ใช้ชุดการสอน หรือผู้เรียนชุดการสอนได้ดำเนินกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามที่ชุดการสอนได้จัดเอาไว้ ซึ่งจะอยู่ในแบบคำชี้แจงการมอบหมายงาน หรือบัตรต่างๆ เช่น บัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรม บัตรคำถามและบัตรเฉลย เป็นต้น

2.1 บัตรคำสั่ง เพื่อให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง บัตรคำสั่งจะประกอบด้วยคำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม และการสรุปบทเรียนอาจใช้การอภิปรายหรือตอบคำถาม มีถ้อยคำกะทัดรัดเข้าใจง่ายชัดเจน ครอบคลุมกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องทำ ผู้เรียนต้องอ่านบัตรคำสั่งให้เข้าใจเสียก่อน แล้วปฏิบัติตามนั้นเป็นขั้นๆ ไป

2.2 บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่ครูเขียนเนื้อหาเรื่องที่จะเรียนไว้ให้ผู้เรียน อาจมีภาพประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้อ่านเนื้อหาด้วยตนเอง หรืออาจปรึกษาเพื่อนๆ ในกลุ่มได้

2.3 บัตรกิจกรรม เป็นบัตรที่ให้ผู้เรียนทราบว่า จะมีกิจกรรมอะไรบ้างและต้องทำตามลำดับชั้นอย่างไร

2.4 บัตรคำถาม เป็นการทดสอบดูว่า ผู้เรียนจะเข้าใจกิจกรรม และเนื้อหา นั้นมากน้อยเพียงใด หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และทำกิจกรรมแล้ว จะมีคำถามสำหรับเป็นแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนตอบ อาจใช้ในรูปของการเติมคำ การอธิบาย แบบฝึกหัด หรือให้เลือกตอบเพื่อความสะดวก

ให้นักเรียนได้ตอบคำถามในศูนย์การเรียนรู้ต่างๆ ควรพิมพ์กระดาษคำตอบเตรียมไว้ตามลำดับศูนย์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ทำโดยสะดวก

2.5 บัตรเฉลย เป็นบัตรที่บรรจุคำตอบ คำถามต่างๆ สำหรับนักเรียนตรวจสอบคำตอบ

3. เนื้อหาสาระ และสื่อการสอนในชุดการสอน เป็นการจัดเนื้อหาสาระในรูปแบบสื่อประสม ที่มีหลายๆ ชนิด ที่เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ช่วยให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจ เนื้อหาของบทเรียนได้ชัดเจน เช่น วีดิทัศน์ แถบบันทึกเสียง CD-ROM รูปภาพ บัตรคำ เป็นต้น โดยกำหนดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้เป็นแบบกลุ่ม หรือรายบุคคล ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของชั้นเรียนนั้นๆ

4. การประเมินผล เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียน และทำกิจกรรมจากชุดการสอน กำหนดให้มีการประเมินผลทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียนหรือทำกิจกรรมเป็นการประเมินผลของกระบวนการ อันได้แก่ การทำแบบฝึกหัด รายงาน การค้นคว้า ผลการทดลองและการทดสอบ หลังจากการเรียนจากชุดการสอน โดยใช้ข้อทดสอบต่างๆ

ชุดิมา วัฒนะคีรี (2535) กล่าวว่า สื่อการเรียนพื้นฐานที่ครูควรจะต้องจัดไว้ในแต่ละศูนย์มีดังต่อไปนี้

1. บัตรคำสั่ง ใช้แทนตัวครูเพื่อบอกให้ผู้เรียนทราบขั้นตอนต่างๆ ในการเริ่มงานในศูนย์นั้นๆ

2. บัตรเนื้อหา คือ ความรู้ที่ครูต้องการให้ผู้เรียนศึกษา ลักษณะการให้ความรู้ด้วยสื่อควรจะพลิกแพลงเพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนด้วย ถ้าผู้เรียนศึกษาโดยการอ่านข้อความต่างๆ ไปแบบเดียวกันทุกศูนย์ จะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ในบางศูนย์ครูอาจเสนอความรู้ในลักษณะบทเรียนแบบโปรแกรม บางศูนย์อาจเสนอความรู้ด้วยการอ่านบทสนทนาของบุคคลต่างๆ หรืออาจใช้การ์ตูนประกอบบทความ เป็นต้น

3. บัตรงานหรือบัตรกิจกรรม คือ การกำหนดเงื่อนไขให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จากบัตรเนื้อหาไปใช้ ถ้าเป็นกิจกรรมในลักษณะการตอบคำถามโดยตรงแบบเขียนตอบก็เรียกว่า บัตรคำถามได้ แต่บางกรณีงานหรือกิจกรรมอาจจะเป็นการแข่งขันตอบปัญหา การประกอบเครื่องมือ การแยกประเภทสิ่งของ การฝึกปฏิบัติก็ได้

4. วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ประกอบเนื้อหา หรือกิจกรรมตามความต้องการของแต่ละศูนย์ ซึ่งถ้าเป็นวัสดุขนาดใหญ่ หาได้ทั่วไปในห้องทดลอง หรือในโรงเรียนก็ไม่จำเป็นต้องบรรจุลงไปในกลุ่ม แต่ใช้วิธีระบุไว้ในคู่มือครูให้ครูจัดเตรียมมาก่อนลงมือสอนวัสดุอุปกรณ์ในที่นี้ เน้นถึงสิ่งที่ได้ผลิตหรือสร้างขึ้นมาจากด้วยตัวเอง

5. บัตรเฉลย เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่งาน หรือกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำในแต่ละศูนย์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม บัตรเฉลย วัสดุและอุปกรณ์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน

งานวิจัยต่างประเทศ

ในปี ค.ศ. 1972 แลงสตาฟ (Langstaff. 1973: 1566 – A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาและการประเมินชุดการสอนเพื่อการเรียนด้วยตนเอง โดยทำการศึกษากับครูประจำการ นักศึกษาคู 3 กลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบผลการสอนด้วยชุดการสอนกับการสอนแบบเดิม ผลการวิจัยพบว่า ครูประจำการและนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอน มีพัฒนาการทางการเรียนเพิ่มขึ้น อีกทั้งการเรียนรู้อาศัยชุดการสอน ยังช่วยเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนในชั้นเรียนอีกด้วย ต่อมาในปี ค.ศ. 1975 (Giles. 1975: 3383 – A) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับศูนย์การเรียนที่สร้างขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบคุณค่าของศูนย์การเรียนในระดับประถมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ศูนย์การเรียนเปิดโอกาสให้ครูได้สังเกตพฤติกรรมและสนองความต้องการของนักเรียนมากขึ้น และในปีเดียวกันนี้ บูโรส์ (Boudreaux. 1975: 2119A) ทำการศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาธรณีวิทยากับนักเรียนเกรด 9 โดยใช้ชุดการสอนและการสอนแบบบรรยาย ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการบรรยาย

แม็คโดนัลด์ (McDonald. 1973) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาและประเมินผลชุดการสอนแบบใช้สื่อประสมเพื่อเรียนด้วยตนเอง สำหรับใช้สอนซ่อมเสริมภาษาอังกฤษในวิทยาลัยชุมชน แอ็บซาญเมืองในภาคใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า กลุ่มที่เรียนจากชุดการสอนประสบความสำเร็จในการเรียนดีขึ้นและทัศนคติที่ดีต่อชุดการสอนด้วย

บูโรส์ (Boudreaux. 1975: 2119A) ทำการศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาธรณีวิทยากับนักเรียนเกรด 9 โดยใช้ชุดการสอนและการสอนแบบบรรยาย ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการบรรยาย

โอลสัน (Olson. 1975) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการใช้ชุดการสอนในการศึกษาแผนใหม่ที่ใช้เป็นโครงการเริ่มทดลองสำหรับโรงเรียนในเขตคานาว่า ในรัฐเวอร์จิเนียตะวันตก ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า การศึกษาที่ใช้ชุดการสอนให้ผลดีกว่าการสอนโดยไม่ใช้ชุดการสอน

กิลส์ (1975: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องคุณค่าของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนในระดับประถมศึกษา พบว่า ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จากกิจกรรม และสื่อการเรียนการสอนแบบต่างๆ ที่ครูจัดให้เป็นการตอบสนองความต้องการของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น ส่วนการสอนตามปกติได้จัดกิจกรรมการสอนตามแผนการสอนที่กำหนดไว้ ครูผู้สอนมีบทบาทในการสอนโดยเป็นผู้บรรยาย อธิบาย ควบคุม ให้เป็นไปตามแผนการสอนที่กำหนดไว้ โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนไม่มีอิสระต่อการจัดกิจกรรมจะให้นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้นและไม่มีความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งที่เรียนในบทนั้น ๆ

งานวิจัยในประเทศ

มณี เป็นสุข (2522: 66) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียน โปรแกรมการเรียน แบบศูนย์การเรียน และการเรียนตามหลักสูตรของ สสวท. ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบ ศูนย์การเรียน และการเรียนตามหลักสูตรของ สสวท. ไม่แตกต่างกัน

สมณ โอสถานนท์ (2523: 61) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยการสอนแบบสาธิตและการสอนแบบศูนย์การเรียน ผลการศึกษาปรากฏว่า นักศึกษาที่เรียนโดย การสอนแบบศูนย์การเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสาธิต

เพชรรัตน์ ขาวล่อ (2534: 50) ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการเรียนแบบศูนย์การเรียนกับการเรียนโดยวิธีปกติ ของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนนิคมสร้างตนเอง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา พบว่า การเรียน แบบศูนย์การเรียนมีประสิทธิภาพ 90.96/96.14 จากเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ คือ 90/90 และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนจากการสอนจากชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนสูงกว่าการเรียนแบบปกติแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญที่ระดับ .01

ธิดารัตน์ ไบสูงเนิน (2543: 75) ได้ทดลองหาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์ การเรียนที่มีกิจกรรมแบบกลุ่มร่วมมือสืบสอบกับชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนที่มีกิจกรรมแบบเทคนิค การต่อภาพ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่อง สิ่งแวดล้อม ทางธรรมชาติ ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนกลุ่มสืบสอบสูงกว่ากลุ่มเทคนิค การต่อภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ในทุกระดับชั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์เรียนนั้น มีส่วนช่วยในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ โดยเน้นการจัดกิจกรรมแบบกลุ่มให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติและค้นคว้าด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงนำมาเป็น แนวทางหนึ่งในการต่อยอดและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตร วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ให้มีลักษณะ ที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2536)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะของเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม
6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคม และการพัฒนาคุณภาพชีวิต

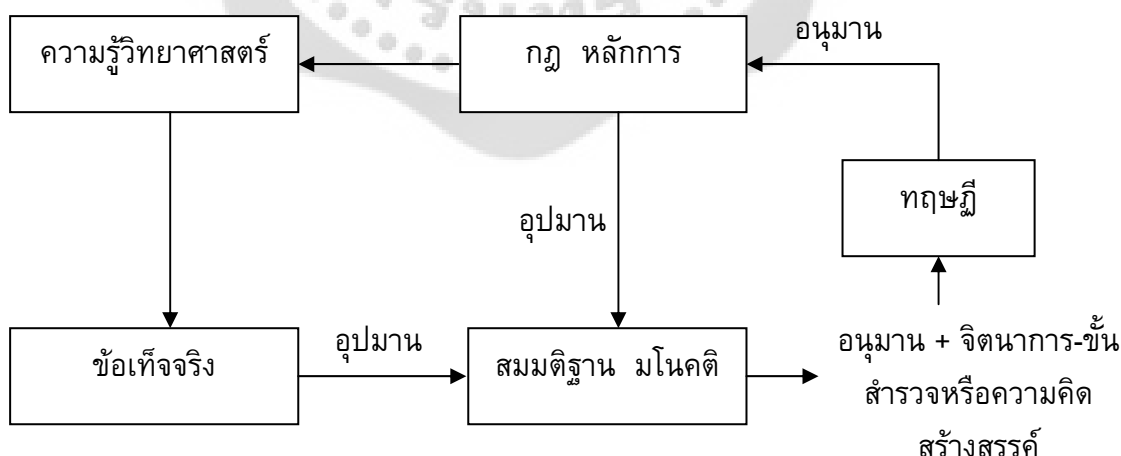
3.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548: 27) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคล ที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่างๆ

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525: 200) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง คุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้จากการฝึกฝนอบรมหรือการจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ในความหมายปัจจุบัน หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างมีระบบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ ทฤษฎี สมมติฐาน และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบ จนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นก็จะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526: 9)



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์

ที่มา: สมจิต สวชนไพบูลย์. (2526). วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. หน้า 9 – 11.

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด และกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริง หาความรู้ต่างๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526: 9)

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้า จะมีประสิทธิภาพเพียงไร ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้นๆ เป็นองค์ประกอบด้วย คุณลักษณะนิสัยที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้เรียกว่า "จิตวิทยาศาสตร์" ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะ ดังนี้

1. มีความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ
2. มีความอดทน
3. มีเหตุผล ไม่เชื่อสิ่งใต้ง่าย โดยปราศจากข้อเท็จจริงสนับสนุนอย่างเพียงพอ
4. มีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองเพียงฝ่ายเดียว
5. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
6. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาที่จะค้นคว้าหาความรู้
7. มีความซื่อสัตย์สุจริต
8. ยอมรับความเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ๆ

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการสะสมและเชื่อมโยงสาระสำคัญที่ค้นพบ และพิสูจน์แล้วต้องไม่ใช่องค์ประกอบทางสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่างๆ แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติ

3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science – AAAS) ได้พัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ และตั้งชื่อโครงการนี้ว่าวิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science: A Process Approach) หรือเรียกชื่อย่อว่า โครงการซาปา (SAPA) โครงการนี้แล้วเสร็จ ในปี ค.ศ. 1970 ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นพื้นฐานผสมผสาน 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 14 – 29)

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
 - 1.1 ทักษะการสังเกต
 - 1.2 ทักษะการวัด
 - 1.3 ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข

- 1.4 ทักษะการจำแนกประเภท
- 1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
- 1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล
- 1.8 ทักษะการพยากรณ์
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
 - 2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 2.4 ทักษะการทดลอง
 - 2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุปข้อมูล

1. ทักษะการสังเกต (Observation)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งออกได้เป็นประเภท คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง และบอกหน่วยต่างๆ เข้าไว้

1.2 บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณโดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement)

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณสิ่งของต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก

และอื่นๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 การนับ ได้แก่

- 3.1.1 การนับสิ่งของได้ถูกต้อง
- 3.1.2 การใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- 3.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- 3.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.2 การหาค่าเฉลี่ย

- 3.2.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย
- 3.2.2 หาค่าเฉลี่ย
- 3.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ได้อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 4.3 เกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space/space Relationship and Space – time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างนั้นครอบครองอยู่จะมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 5.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดได้
- 5.3 บอกชื่อของรูปทรง และรูปทรงเรขาคณิตได้
- 5.4 บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติได้ เช่น ระบูปรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติเมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ที่เกิดจากตัดวัตถุ (3 มิติ) เป็นต้นกำเนิดเงา
- 5.5 บอกรูปกรวยรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
- 5.6 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5.7 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่ง หรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจก
ว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์
ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไป
กับเวลา

5.9 บอกความสัมพันธ์ ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับ
เวลาได้

5.10 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของ
สิ่งต่างๆ กับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้
จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมาย
ของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย
เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลให้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อ
ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยาย หรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ต้นสื่อความหมาย
ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูล
ที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดง
ว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต
โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัย
ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุปการพยากรณ์
เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขต
ของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่อยู่ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะ

แล้ว คือ

8.1 การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม คือ การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่า ไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่ง และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดสิ่งเหล่านี้

12.1.1 วิธีการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12.1.2 อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. การออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีทดลองได้อย่างถูกต้อง
เหมาะสมโดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

2. ปฏิบัติการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and

Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายคุณลักษณะ
และคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

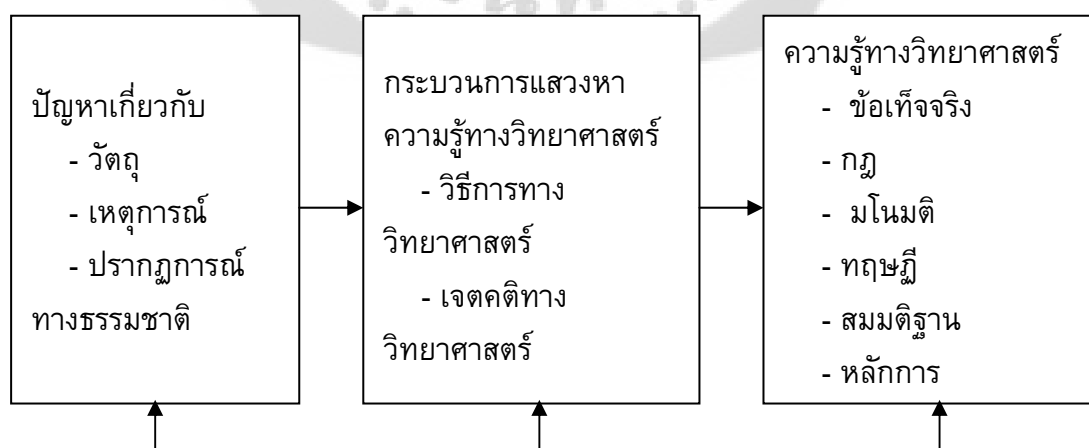
การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
(การตีความหมายข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะดังกล่าว เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ สมจิต สวชนไพบูลย์
(2526: 11) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สมจิต สวชนไพบูลย์. (2526). *วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม*. หน้า 12.

3.3 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้มีนักวิชาการกล่าวไว้ ดังนี้

บลูม (Bloom. 1965: 201) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้นดังนี้ คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้รวมถึงการระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่างๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้นขั้นความรู้ความจำ จึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่างๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่า เป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น ในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอา กฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญวิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่า นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อน จึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็นองค์ประกอบย่อยๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวโยงต่างๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อยๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยๆ เหล่านั้นตลอดจนหลักสำคัญต่างๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้ และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อยๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยากการเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ในอันที่จะสร้างแนวคิด หรือแบบแผนใหม่ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่างๆ ไม่ว่าจะคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่า เป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

คลอฟเฟอร์ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 295 – 304; อ้างอิงจาก Klopfer. 1971) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนด้านสติปัญญา หรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

เพื่อความสะดวกในการประเมินผล จึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับเป็นเกณฑ์วัดความสามารถ ด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524: 25)

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ และแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไป ใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดความคล่องแคล่ว ชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์วัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง เอกภพ

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

มณี เป็นสุข (2522: 68) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียน และการสอนตามหลักสูตรของ สสวท. ผลการศึกษาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่เรียนแบบศูนย์การเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะ เรียนโดยสังเกตได้จากนักเรียนทุกคนตั้งใจ และเอาใจใส่ต่อการเรียนรู้จักเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น อย่างมีหลักเกณฑ์ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

เพชรรัตน์ ขาวละออ (2531) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนแบบศูนย์การเรียนกับการเรียนโดยปกติ ในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนนิคมสร้างตนเอง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 72 คน เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนแบบศูนย์การเรียนจำนวน 36 คน กลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติจำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่าแผนการสอนแบบศูนย์การเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .01 ความคงทนในการจำของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

ชนะพรหม พรหมวราธร (2539) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชางานเกษตรระหว่างการสอนแบบศูนย์การเรียนกับการสอนแบบปกติในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาการบางใหญ่ สังกัดกรมมัธยมศึกษา จังหวัดนนทบุรี ภาคปลายปีการศึกษา 2538 จำนวน 60 คนเป็นกลุ่มทดลอง 30คน เป็นกลุ่มควบคุม 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือศูนย์การเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่าศูนย์การเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 73.33/70.33 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่สอนแบบศูนย์การเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ที่ได้ทำการทดลองซ้ำในระยะเวลา 14 และ 30 วัน พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

ชนิษฐา กรกำแหง (2551) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

สโตน (Stone. 1975) ได้ศึกษาผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามเอกัตภาพ โดยใช้ชุดการสอนกับนักเรียนระดับ 7 และ 8 พบว่า นักเรียนระดับ 7 ที่เรียนด้วยชุดการสอน มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่เรียนแบบเดิม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ 7 และระดับ 8 ซึ่งเรียนจากชุดการสอนไม่แตกต่างจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนธรรมดา

มาร์คส และ มารี (Marks; & Marie. 1991: 263) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาพยาบาลที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนแตกต่างจากนักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

คำศัพท์บัญญัติล่าสุดที่แปลเทียบมาจาก “Scientific Attitude” มีที่ใช้เป็นครั้งแรก ในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ก่อนหน้านั้น ใช้คำว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2503 และใช้ต่อมาอีกในหลักสูตรฉบับต่างๆ มาจนถึงหลักสูตรฉบับ พุทธศักราช 2524 (ณัฐพงษ์ เจริญทิพย์. 2543: 11) เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากเจตคติโดยทั่วไปซึ่งเป็นความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งเร้าในสังคม เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นความพร้อมที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่จะแสดงออกเป็นพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งต่างๆ หรือสภาพการณ์ต่างๆ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมที่แสดงออกมา เนื่องจากผลของความคิดและความรู้สึกของบุคคลที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีนั้น ควรมีคุณลักษณะที่เรียกว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2532: 8) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์คือ ลักษณะหรือท่าที หรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมา ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ประสบการณ์ หรือความรู้สึกของแต่ละบุคคล

กูด (Good. 1973:49) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของคนเราที่มีต่อความคิดเห็นต่อสิ่งต่างๆ รอบตัวในด้านความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อสิ่งต่างๆ

ดวงเดือน พันธุมนาวิณ (2524: 45) ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง สิ่งที่อยู่ในจิตใจของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือบุคคลไปทางทิศใดทิศหนึ่ง ซึ่งเราไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรง แต่เราสามารถเข้าใจได้ โดยดูจากพฤติกรรมของบุคคลว่า จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างไรเราก็จะทราบเจตคติได้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537: 12) ได้ให้ความหมายเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด การกระทำในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีแก้ปัญหาทางอื่นๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ได้ผลดี

สรุปได้ว่า จิตวิทยาาสตร์ หรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของแต่ละบุคคล แล้วแสดงเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในทางวิทยาศาสตร์ เช่น การมีเหตุผล ความเพียรพยายาม ความซื่อสัตย์ เป็นต้น ซึ่งลักษณะพฤติกรรมทั้ง 6 ด้าน ในเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

4.2 ที่มาของคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

ฟอสเตอร์ (Foster. 1952: 789) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดเจตคติว่าขึ้นอยู่กับสาเหตุ 2 ประการ

1. ประสบการณ์ที่บุคคลกับสิ่งของ บุคคล หมู่คณะ เรื่องราวต่างๆ หรือสถานการณ์ เจตคติ จึงเกิดขึ้นในตัวบุคคลจากการได้พบเห็นคุ้นเคย ซึ่งถือได้ว่าเป็นประสบการณ์โดยตรง และจากการได้ยินได้ฟัง ได้เห็นรูปภาพหรือได้อ่านข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องนั้น แต่ไม่พบเห็นไม่ได้ทดลองกับของจริงด้วยตนเอง ซึ่งถือได้ว่าเป็นประสบการณ์โดยอ้อม ดังนั้นบุคคลจะไม่มีเจตคติต่อสิ่งที่เขาไม่มีประสบการณ์ทางตรงและทางอ้อมเลย

2. ระบบค่านิยม และการตัดสินใจตามค่านิยม เนื่องจากชนแต่ละกลุ่มมีค่านิยม และการตัดสินใจตามค่านิยมไม่เหมือนกัน ดังนั้นกลุ่มชนแต่ละกลุ่มจึงอาจจะมีเจตคติต่อสิ่งเดียวกัน แตกต่างกันได้ การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดจะมีเจตคติที่ดี หรือไม่ดีต่อสิ่งหนึ่ง หรือมีความรู้ที่ สิ่งนั้นถูกสิ่งนั้นผิด ย่อมขึ้นอยู่กับวัฒนธรรม ค่านิยม หรือมาตรฐานของกลุ่มที่บุคคลนั้นใช้ชีวิตร่วมกันอยู่ เพราะเมื่อบุคคลแต่ละคนอยู่ในสังคมย่อมได้เห็นตัวอย่างการกระทำต่างๆ จากสังคม เช่น สิ่งที่สูงส่ง อบรม ถ้ายทอดกันทางวัฒนธรรมของสังคมนั้นๆ นอกจากจะเป็นแนวปฏิบัติให้แก่คนในสังคมนั้นๆ แล้ว ยังมีระบบการให้รางวัลและการลงโทษอยู่ด้วย

สรุปได้ว่า เจตคติของบุคคลจึงเกิดจากการเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมที่เขาอยู่ ความรู้สึก และข่าวสารต่างๆ จากบุคคล และสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการสร้างเจตคติเฉพาะตัว และจากการที่บุคคลมีการติดต่อกับสัมพันธ์กับกลุ่มต่างๆ ทางสังคม ความต้องการที่จะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดนั้น ทำให้บุคคลต้องเรียนรู้ถึงการสร้างเจตคติบางอย่างให้เหมือนกลุ่มที่ตนอยู่ ซึ่งต่อมาเจตคติที่ได้จากกลุ่มอาจกลายเป็นเจตคติเฉพาะตัว

4.3 ความสำคัญของคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

อาภาพร สิงหาราช (2545: 38) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ คือ ช่วยให้ผู้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้ ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง มีความซื่อสัตย์ ไม่ย่อท้อต่อการแก้ปัญหาและสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กุลด์ (Gauld. 1992: 111 – 121) ได้กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำรงชีพเป็นนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ควรมีความรู้เกี่ยวกับพลังแรงขับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงาน ดังนั้น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนด้วยเหตุผล 2 ประการคือ

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้เกิดความเข้าใจในงานทางวิทยาศาสตร์ และลอกเลียนแบบการทำงานเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตจริงด้วย

2. นอกจากการลอกเลียนแบบ เจตคติทางวิทยาศาสตร์มาเป็นของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และงานที่นักวิทยาศาสตร์ทำไว้แล้ว

สัวัฒน์ นิยมคำ (2531: 257) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ทุกคน ซึ่งมันจะมีอิทธิพลต่อการคิดการกระทำและการตัดสินใจตลอดเวลาที่มีการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะคนเราเมื่อมีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างไรแล้ว ก็มีความโน้มเอียงที่จะกระทำอย่างนั้นออกมาโดยคิดว่ามันจะเป็นการยุ่งยากเสียเวลา หรือไม่ได้ค่าตอบแทนเท่าที่ควรก็ตามเจตคติ จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง ที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในจิตใจของนักเรียนและนักศึกษา เพราะมันมีลักษณะเป็นลักษณะนิสัย ลักษณะจิตใจ ลักษณะการคิดและจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ จึงอาจกล่าวได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่กำกับการคิดการกระทำ การตัดสินใจในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์

4.4 องค์ประกอบของคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

ฟรีแมน (ชัชฎา อัญญสิทธิ. 2544: 29; อ้างอิงจาก Freeman. 1970: 247) ได้เสนอความคิดเห็นว่า เจตคติเป็นระบบที่มีลักษณะมั่นคงอันหนึ่ง ซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive Component) เป็นเรื่องของความรู้ของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อาจเป็นการรับรู้เกี่ยวกับวัตถุสิ่งของของบุคคล หรือเหตุการณ์ต่างๆ ว่ารู้สิ่งต่างๆ ดังกล่าวได้อย่างไร รู้ในทางที่ดีหรือไม่ดี ทางบวกหรือทางลบ ซึ่งอาจก่อให้เกิดเจตคติขึ้น ถ้าเรารู้อะไรสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางที่ดี และถ้ารู้อะไรสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางที่ไม่ดีเราก็จะมีเจตคติไม่ดีต่อสิ่งนั้นด้วย ถ้าเราไม่รู้จักสิ่งใดเลย เจตคติก็จะไม่เกิดขึ้น หรือไม่มีสิ่งใดในโลกเราก็จะไม่เกิดเจตคติสิ่งใดๆ เลย

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านอารมณ์ ความรู้สึก ซึ่งถูกเร้าขึ้นจากการรู้อันนั้นเราก่อการเรียนรู้อะไรสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้ว จะทำให้เราเกิดความรู้สึกในทางที่ดีหรือไม่ดี ถ้าเรารู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางที่ไม่ดี เราก็จะไม่ชอบหรือไม่พอใจในสิ่งนั้น ซึ่งความรู้สึกนี้ จะทำให้เกิดเจตคติในทางใดทางหนึ่ง คือ ชอบหรือไม่ชอบ ความรู้สึกนี้เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะเปลี่ยนแปลงได้ยากมาก ไม่เหมือนกับความจริงต่างๆ ซึ่งเปลี่ยนแปลงได้ง่ายถ้ามีเหตุผลเพียงพอ

3. องค์ประกอบทางด้านแนวโน้มเชิงพฤติกรรมหรือการกระทำ (Action Tendency Component Behavioral Component) เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้นๆ ในทางใดทางหนึ่ง คือ พร้อมที่จะเสนอส่งเสริมช่วยเหลือหรือทำในทางทำลายขัดขวางต่อสู้อย่างเป็นต้น

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 15) ได้กำหนดองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ประการ ด้วยกัน คือ

1. ความละเอียดถี่ถ้วนและความมานะบากบั่นในการสังเกตหรือการทดลอง
2. ไม่ตัดสินใจง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงสนับสนุนอย่างเพียงพอ
3. มีใจกว้างที่จะยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นธรรมโดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว
4. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี
5. มีความกระตือรือร้นที่ค้นคว้าหาความรู้ให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น
6. มีความซื่อสัตย์สุจริตทั้งในการคิดและการกระทำ

7. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ๆ ที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิต

4.5 คุณลักษณะและพฤติกรรมของบุคคลที่มีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะของบุคคลที่จะเอื้ออำนวยต่อการแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งบุคคลที่จะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะพอสรุปได้ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2537: 12 – 13) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาในเรื่องคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

1. ความอยากรู้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในเรื่องต่างๆ และจะมีความยินดีมากที่จะได้พบความรู้ใหม่

2. ความเพียรพยายามไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรค หรือมีความล้มเหลวในการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะทราบวิธีการเดิมใช้ไม่ได้ ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ และล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้

3. ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบาย เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ อธิบาย หรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ แสวงหาหลักฐาน และข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอก่อนสรุปผล เห็นคุณค่าในการสรุปผลเห็นคุณค่า ในการสรุปผล เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผล ยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

4. ความซื่อสัตย์นักวิทยาศาสตร์ ต้องมีความซื่อสัตย์ บันทึกผล หรือข้อมูล ตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบในภายหลังได้เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลด้วยความเป็นจริง

5. ความมีระเบียบรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้เห็นคุณค่าของความมีระเบียบรอบคอบ ว่ามีประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลอง ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ ละเอียดถี่ถ้วนในการทำงานอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6. ความใฝ่กว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ใฝ่กว้างที่จะรับฟังความคิดของตนเอง ฝ่ายเดียวยอมรับการเปลี่ยนแปลงยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้พร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

ตาราง 1 แสดงคุณลักษณะบุคคลที่มีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะของบุคคล ที่มีคุณธรรมจริยธรรม ทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก
1. มีเหตุผล	<ol style="list-style-type: none"> 1. เชื่อในความสำคัญของเหตุผล 2. ไม่เชื่อโชคลางคำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ ที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 3. แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น 4. ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่างๆ นั้นเป็น อย่างไรและทำไมจึงเป็นอย่างนั้น 5. พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่ของเหตุและผล
2. มีความอยากรู้ อยากรู้อยากเห็น	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ใน สถานการณ์ใหม่ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม 2. ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหา ข้อมูลเพิ่มเติม ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้คำตอบ เป็นความรู้ที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้นให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน 3. แสดงออกถึงความพอใจที่จะหาคำตอบในสิ่งที่ตนอยากรู้
3. มีใจกว้าง	<ol style="list-style-type: none"> 1. ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ และยินดีให้มีการ พิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง 2. เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ๆ 3. เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้ และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น 4. ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ ค้นพบในปัจจุบัน
4. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง	<ol style="list-style-type: none"> 1. สังเกตและบันทึกผลต่างๆโดยปราศจากความ ลำเอียงหรืออคติ 2. ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจและการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ 3. ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวมามีอิทธิพลเหนือการตัดสินใจใดๆ 4. มีความมั่นคง หนักแน่น ต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ 5. เป็นผู้ซื่อตรง อดทน ยุติธรรม และละเอียด

ตาราง 1 (ต่อ)

คุณลักษณะของบุคคล ที่มีคุณธรรมจริยธรรม ทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก
5. มีความเพียรพยายาม	1. ทำกิจการงานที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์ 2. ไม่ท้อถอยเมื่อการทดลองมีอุปสรรค หรือล้มเหลว 3. มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้ 4. มีความรับผิดชอบต่องานหรือกิจกรรมที่ตนเองทำ หรือได้รับมอบหมาย อย่างมีคุณภาพ
6. มีความละเอียด รอบคอบก่อนตัดสินใจ	1. ใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใดๆ 2. ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีหลักฐานที่ เชื่อถือได้ 3. หลีกเลี่ยงการตัดสินใจ และการสรุปที่รวดเร็วเกินไป
7. การใช้ความคิดเชิง วิพากษ์วิจารณ์	มีความพยายามที่จะหาข้อสนับสนุนหลักฐานหรือข้ออ้างอิงต่างๆก่อนที่จะ ยอมรับความคิดเห็นใดๆ และรู้จักที่จะโต้แย้งและหา หลักฐานสนับสนุน ความคิดเห็นของตนเอง

ที่มา: พัชรภรณ์ พสุวัต. (2530). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. หน้า 163 – 164.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2535: 11 – 14) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะ
 สำคัญบ่งชี้ หรือพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้สอดคล้องกับคณะอนุกรรมการพัฒนา
 การสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 55 – 77) โดยมี
 รายละเอียด ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น
 - 1.1 มีความใฝ่ใจ ความพยายาม และพอใจ ใครจะสืบเสาะแสวงหาความรู้ ใน
 สถานการณ์ และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ
 - 1.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม
 - 1.3 มีความเชื่อว่า การทดลองค้นคว้าจะทำให้การค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้
 - 1.4 มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องราวต่างๆ
 - 1.5 ชอบทดลองค้นคว้า

- และเพิ่มมากขึ้น
- 1.6 ขอบสนทนา ช่างซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้คำตอบและความรู้สมบูรณ์แบบ
- ชีวิตประจำวัน
- 1.7 ให้ความสนในเรื่องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญ ใน
2. ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม
- 2.1 ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย
- 2.2 เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ
- 2.3 ทำกิจกรรมงานที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์ไม่ละเลยทอดทิ้งหรือหลีกเลี่ยง
- งานที่ได้รับมอบหมายและสำเร็จตามกำหนดและตรงเวลา
- 2.4 ไม่ทอดทิ้งเมื่อการทดลองมีอุปสรรค หรือล้มเหลว (รวมทั้งการทำงานอื่นๆ ด้วย)
- 2.5 มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้
- 2.6 ป้องกันไม่ให้เกิดผลเสียต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อมจากงานของตน
- 2.7 ทำงานเต็มความสามารถ
- 2.8 ดำเนินการแก้ปัญหาก่อนที่จะได้รับคำตอบ
- 2.9 มีความอดทนแก่การดำเนินการแก้ปัญหายุ่งยากและใช้เวลา
3. ความมีเหตุผล
- 3.1 เชื่อในความสำคัญของเหตุผลและเห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องราวต่างๆ
- 3.2 ยอมรับให้คำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างพอเพียง
- 3.3 ไม่เชื่อโชคลาง หรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- ได้ แต่จะพยายามอธิบายสิ่งต่างๆในแง่เหตุและผล
- 3.4 แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่างๆ นั้นเป็นอย่างไรและทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
- 3.5 แสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุน
- หรือคิดค้นคำอธิบาย
- 3.6 ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่างๆนั้นเป็นอย่างไรและทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
- 3.7 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
- 3.8 ตรวจสอบความถูกต้อง หรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับ
- แหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้
- 3.9 รวบรวมข้อมูลอย่างพอเพียงเสมอก่อนจะลงมือสรุปเรื่องราวต่างๆ
4. ความมีระเบียบและมีความละเอียดรอบคอบก่อนการตัดสินใจ
- 4.1 ยอมรับว่าความมีระเบียบและรอบคอบมีประโยชน์
- 4.2 เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ
- 4.3 นำวิธีการหลายๆแบบมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง
- 4.4 มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์หรือใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจ

- 4.5 มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน
- 4.6 วางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน
- 4.7 ตรวจสอบความเรียบร้อย หรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง
- 4.8 ทำงานอย่างมีระบบระเบียบ
- 4.9 ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มี การพิสูจน์เชื่อถือได้
- 4.10 หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป
5. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
- 5.1 ชื่นชม ยกย่องบุคคลที่เสนอความจริงถึงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น
- 5.2 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริง
- 5.3 บันทึกผล หรือข้อมูลตามความเป็นจริง และไม่เอาความคิดเห็นของตนไป
- เกี่ยวข้อ
- 5.4 ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง
- 5.5 ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับ การตีความหมาย
- ผลงานต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์
- สิ่งใดๆ
- 5.6 ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวมา มีอิทธิพลเหนือกว่าการตัดสินใจ
- 5.7 มีความมั่นคง หนักแน่น ต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์
- 5.8 เป็นผู้ซื่อตรง อุดหนุน ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ
6. ความใจกว้าง
- 6.1 ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ที่โต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นและยินดี
- มีการพิสูจน์ตามเหตุผล และข้อเท็จจริง
- 6.2 เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ๆ ไม่ยึดมั่นในความคิดของตน ยอมรับ
- การเปลี่ยนแปลง
- 6.3 รับฟังความคิดเห็นที่ตนยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ
- 6.4 ยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหา
- ข้อมูลเพิ่มเติม
- 6.5 เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้ และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น
- 6.6 ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538: 28 – 30) ได้กำหนดคุณลักษณะ
- ของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ด้าน ดังนี้
1. มีความอยากรู้อยากเห็น
 2. มีความรับผิดชอบและเพียรพยายาม
 3. มีเหตุผล
 4. มีระเบียบและรอบคอบ

5. มีความซื่อสัตย์

6. มีใจกว้าง

จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นนั้น ผู้วิจัยได้นำคุณลักษณะและพฤติกรรมที่แสดงออก 2 ด้าน มาทำการวิจัยในเรื่องคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความซื่อสัตย์ หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำของผู้เรียนที่แสดงออกถึงการชื่นชม ยกย่องบุคคลที่เสนอความจริง ถึงแม้จะเป็นผลงานที่แตกต่างจากผู้อื่น เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูล ตามความจริง บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริง และไม่เอาความคิดเห็นของตนไปเกี่ยวข้อง ไม่แอบอ้าง ผลงานผู้อื่นว่า เป็นผลงานของตนเองมีความมั่นคง หนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ เป็นผู้ซื่อตรง อดทน ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ

2. ความมีเหตุผล หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำของผู้เรียนที่แสดงออกถึงความเชื่อ ในความสำคัญของเหตุ ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ของ สาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น ต้องการที่จะรู้ว่ปรากฏการณ์ต่างๆ นั้นเป็นอย่างไร และทำไม จึงเป็นอย่างนั้น พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่ของเหตุและผล

4.6 การวัดคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

มาตรการวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการศึกษาและวิจัย คือ มาตรการวัดจิตวิทยาศาสตร์ของ ลีเคอร์ท ผู้สร้างคือ เรนิส ลีเคอร์ท (Renis Likert) มาตรการวัดแบบนี้ประกอบด้วย ข้อความที่เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหลายๆ ข้อความ มีทั้งข้อความที่กล่าวถึงสิ่งนั้น ทั้งในทางที่ดี (ทางบวก) และทางที่ไม่ดี (ทางลบ) เมื่อผู้ตอบได้อ่านข้อความนั้นแล้วให้ดีกว่าตนเอง มีความรู้สึกต่อ สิ่งนั้นหรือไม่ หลักในการสร้างมาตรการวัดจิตวิทยาศาสตร์ของ ลีเคอร์ท โดยสรุป คือ

1. จัดช่วงความเห็นออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เห็นด้วยกับส่วนที่ไม่เห็นด้วย

1.1 ส่วนที่เห็นด้วย แบ่งเป็น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย

1.2 ส่วนที่ไม่เห็นด้วย แบ่งเป็น ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

เนื่องจากบางเรื่องราวคนเราไม่อาจตัดสินได้ หรือมีความไม่แน่ใจว่า เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย ดังนั้นจึงได้กำหนดช่วงกลางระหว่างเห็นด้วยกับไม่เห็นด้วย อีกช่วงหนึ่งรวมเป็น 5 ช่วง ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง / เห็นด้วย / ไม่แน่ใจ / ไม่เห็นด้วย / ไม่เห็นด้วยหนึ่ง รวมเป็น 5 ช่วง

2. การออกความเห็น ใช้วิธีการให้น้ำหนัก (Weight) ตามความเหมาะสม และ กำหนดคะแนนให้ในแต่ละช่วงเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 หรือ 4, 3, 2, 1 และ 0 ตามลำดับ (อรอุมา กาญจนี. 2549: 39 – 40)

สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และคนอื่นๆ (2518: 107) กล่าวว่า การสร้างเครื่องวัดเจตคติ มีหลาย วิธี เช่น แบบการจัดอันดับคุณภาพของ ลีเคอร์ท (Likert) แบบ Semantic ของ ออสกูต และแบบ สถานการณ์

ซูชีพ อ่อนโคกสูง (2518: 117) กล่าวว่า การวัดเจตคติของบุคคลใดบุคคลหนึ่งต่อวัตถุ คน สังกัป์ หรือสถานการณ์ต่างๆ เป็นอย่างไร ควรมีวิธีการต่อไปนี้

1. ใช้แบบสอบถามสังเกต สัมภาษณ์ บันทึก
2. ใช้สัมคมมิติการให้สร้างจินตนาการ

สุชา จันท์เอง (2524: 13 – 14) กล่าวว่า แบบทดสอบเจตคติตามวิธีของ ลิเคอร์ท (The Likert Technique) มีผู้นิยมใช้กันแพร่หลายที่สุด มาตราส่วนชนิดนี้ประกอบด้วยประโยคต่างๆ มากมาย โดยใช้แสดงความรู้สึกของตนออกมาตามมาตราส่วนแบบ Five Point Scale และมีการคิดคะแนน ตามวิธีการโดยเฉพาะก็ทราบเจตคติของผู้ตอบได้

4.7 แนวทางการพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

การปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนนั้น เป็นหน้าที่โดยตรงของ ครูผู้สอน แนวทางในการดำเนินการ และพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น มีผู้เสนอไว้หลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยนำมาใช้ศึกษาให้สอดคล้องในเรื่องคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ฉวีวรรณ กินาวงศ์ (2527: 25) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ส่วนมาก จะเกิดจากการที่เด็กนักเรียนได้เรียนรู้เรื่องราวของวิทยาศาสตร์ และเกิดจากการที่เขาได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างจริงจัง และประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี การดำเนินการเรียนหรือการแก้ปัญหาด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ เป็นการสร้างให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 57 – 58) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์ เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลอง ให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. การมอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ การทดลอง ควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมาย
3. การใช้คำถาม หรือการสร้างสถานการณ์ เพื่อเป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดี เช่น ขณะที่เรียนการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต ในหัวข้อที่ว่า ทำไมต้องมีการย่อยอาหาร
4. ในขณะที่การสอนควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์หลายๆ ด้าน หรือฝึกประสาทสัมผัสหลายๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ เพื่อเข้าใจให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น การให้ความเอาใจใส่ของครูเหล่านี้ จะเป็นพลังสำคัญส่วนหนึ่งต่อการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้
5. ในการทำการสอนแต่ละครั้ง พยายามสอดแทรกลักษณะเจตคติแต่ละลักษณะ ตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียน และวัยของนักเรียนให้มีการพัฒนาเจตคตินั้นๆ ด้วยจากข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน จะพบว่า ครูผู้สอนควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ มีโอกาสให้กระบวนการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มทั้งการปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามความเหมาะสม ของเนื้อหาและวัย

คลัสเนอร์ (สูนันท์ สังข์อ่อง. 2523: 34 – 36; อ้างอิงจาก Klausneir. n.d.) ได้เสนอแนะ วิธีการที่ครูสามารถใช้เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ก่อนที่จะพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนครูควรได้วิเคราะห์ดูก่อนว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้างที่จะพัฒนาให้นักเรียน
2. ควรจะให้นักเรียนได้ทราบ และทำความเข้าใจถึงความหมายของเจตคติ ทาง วิทยาศาสตร์แต่ละลักษณะให้แจ่มชัดเสียก่อน
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา เจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน โดยครูอาจสร้างสถานการณ์ให้นักเรียน มีโอกาสใช้ กระบวนการแก้ปัญหา
4. ครูอาจเสนอแนะแบบอย่างของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนอาจศึกษา เป็นตัวอย่างได้
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับอิสระเต็มที่การเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนักเรียนจะได้ ฝึกใช้ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์อันเป็นผลด้านเจตคติต่อตัวนักเรียน
6. ในการสอนแต่ละครั้ง ครูควรมุ่งเน้นที่การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ให้แก่นักเรียนทีละลักษณะ
7. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่ม เพื่อจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริงหรือได้พบ สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เป็นจริง

4.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

อรพินทร์ นาคประดิษฐ์ (2518: 37) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนทั่วไป กับความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ ความอดทน และความรู้จักกาลเทศะ พบว่า ความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และความสัมพันธ์ระหว่างความซื่อสัตย์ กับความรับผิดชอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสัมพันธ์ระหว่างความซื่อสัตย์กับความรู้จัก กาลเทศะมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

คัมภีร์ สุขศรี (2530: 102 – 103) ได้ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

สูงขึ้น และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน
 ขนิษฐา กรกำแหง (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 และคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับการ
 จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย
 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
 หาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ
 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
 ความรู้ มีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

วิกเตอร์ และ จอร์จ (Victor; & George. 1975: 156 – 161) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ
 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กับนักศึกษามหาวิทยาลัย และครูวิทยาศาสตร์
 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามวิธีของเทอร์สโตน โดยสร้าง
 ข้อความเชิงนิเสธและเชิงนิมาน จำนวน 36 ข้อ ไปใช้ทดสอบ ผลปรากฏว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษา
 กับนักศึกษามหาวิทยาลัย มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเจตคติ
 ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เดวิส (Davis. 1979: 4164 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหา
 ความรู้โดยชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guided Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครู
 บอกให้รู้ตามตำรา (Expository -Text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อ
 วิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่ม
 ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รากูบีร์ (Raghubir. 1979: 13 – 17) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนที่ปฏิบัติการ
 แบบสืบสวนกับการสอนปฏิบัติการแบบฝึกหัด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 12 ที่เรียนวิชาชีววิทยา
 จำนวน 54 คน พบว่า กลุ่มที่ปฏิบัติการแบบสืบสวน มีคุณลักษณะของผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่า
 กลุ่มที่ปฏิบัติการแบบฝึกหัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การกำหนดเนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
3. การกำหนดแบบแผนการทดลอง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเทศบาล วัดแหลมสุวรรณาราม (วัฒนรวมวิทยา) ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 2 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 70 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเทศบาลวัดแหลมสุวรรณาราม (วัฒนรวมวิทยา) ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 1 ห้องเรียน คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 /1 ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จำนวน 30 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ เรื่อง เอกภพ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ใช้เวลาในการวิจัย 4 สัปดาห์ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง

การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One - Group Pretest - Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 60) โดยมีรูปแบบการวิจัย ดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	การทดลอง	สอบหลังเรียน
RE	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้แบบแผนการทดลอง

RE	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน
T ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียน
X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
3. ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เอกภาพ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบ การเขียนข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ และการวัดผลประเมินผล

1.2 ศึกษาผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบและแบ่งพฤติกรรมการวัดความสามารถในด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ จำนวน 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก แต่ละข้อ จะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน ซึ่งสร้างแบบทดสอบให้ตรงตามผลการเรียนรู้และครอบคลุมสาระการเรียนรู้

1.4 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1.4.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลประเมินผล 1 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษา โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้อง .67 – 1

1.4.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเรียนเรื่องเอกภพ มาแล้ว จำนวน 70 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

1.4.3 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้ว มาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ตอบเกิน หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาเรียงค่าคะแนนจากสูงไปต่ำ ตัดกลุ่มสูงกลุ่มต่ำโดยใช้สัดส่วน 27% ของ จุง เตห์ ฟาน และแยกกระดาษคำตอบเป็น 2 ชุด กลุ่มสูง 1 ชุด กลุ่มต่ำ 1 ชุด แล้ววิเคราะห์ต่อไป

1.4.3.1 หาความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน

1.4.3.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 50 แบบทดสอบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.21 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.22 – 0.64

1.4.3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เรียนเรื่องเอกภพแล้วจำนวน 100 คน ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ด้วยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่น .70

1.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

การวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบการสร้างแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์และการวัดผลประเมินผล

2.2 วิเคราะห์ความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 ด้าน ที่ผู้วิจัยได้เลือกมา คือ ความมีเหตุผลและความซื่อสัตย์

2.3 การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 นำแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลประเมินผล 1 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้อง และความเหมาะสมของสถานการณ์ และเกณฑ์การประเมินที่ต้องการวัด และความถูกต้องของเกณฑ์การให้คะแนน โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้อง .67 – 1

2.3.2 นำแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 70 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.3.3 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้วิธีการแจกแจงค่าที่ (นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้ว มาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ตอบเกิน หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนน เรียบร้อยแล้วนำมาเรียงค่าคะแนนจากสูงไปต่ำ ตัดกลุ่มสูงกลุ่มต่ำโดยใช้สัดส่วน 27% ของ จุง เทห์ ฟาน และแยกกระดาษคำตอบเป็น 2 ชุด กลุ่มสูง 1 ชุด กลุ่มต่ำ 1 ชุด

2.3.4 หาความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน

2.3.4.1 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.21 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.22 – 0.64

2.3.4.2 นำแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 100 คน ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ทั้งฉบับ ด้วยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123) แบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่น .84

2.4 นำแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง เอกภพ

การสร้างชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง เอกภพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ต่อไปนี้

3.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544

3.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษา

3.3 ศึกษารายละเอียดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จะนำมาสร้างชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ในเรื่องเอกภพ

3.4 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ-แหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

3.5 การผลิตชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง เอกภพ จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

3.5.1 บัตรคำสั่ง

3.5.2 บัตรเนื้อหา

3.5.3 บัตรกิจกรรม

3.5.4 วัสดุอุปกรณ์

3.5.5 บัตรเฉลย

3.6 นำชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนนิชาวิทยาศาสตร์และด้านการวัดผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้านการจัดกิจกรรมตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้และความถูกต้องของภาษาที่ใช้ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ .67 – 1

3.7 นำชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการตามขั้นตอน ต่อไปนี้

3.7.1 ทดลองเป็นรายบุคคล เพื่อให้ได้ข้อมูลนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.7.2 ทดลองเป็นกลุ่มกับนักเรียนจำนวน 5 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาที่ใช้และปัญหาที่เกิด

3.7.3 ทดลองภาคสนามหลังจากหลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 20 คน ไม่เคยเรียนหน่วยการเรียนรู้เรื่องเอกภพเพื่อศึกษาปัญหาและข้อบกพร่องต่างๆ อีกครั้งหนึ่ง และหาประสิทธิภาพของชุดการสอนแต่ละชุดโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน $80/80$ $E1/E2 = 80/80$

80 ตัวแรก หมายถึง การประเมินได้จากพฤติกรรมขณะเรียน คือ พิจารณาจากคะแนนแบบฝึกหัดในแต่ละศูนย์กิจกรรมของนักเรียนทั้งกลุ่มคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง การประเมินจากพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือ ประเมินผลจากการนำคะแนนแบบทดสอบหลังการเรียนของนักเรียน ทั้งกลุ่มในแต่ละชุดการสอนคิดเป็นร้อยละ

3.8 นำชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ $E1/E2 = 81.33/81.25$ ได้รับการปรับปรุงไปทำการทดลองสอนจริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน จาก 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน
2. ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ใช้เวลาสอน 4 สัปดาห์ๆ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง
4. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
5. ตรวจสอบผลการสอบแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เอกภพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน ใช้ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย t-test แบบ Dependent Samples
3. เปรียบเทียบความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน ใช้ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย t – test แบบ Dependent Samples

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาคะแนนเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2543 : 306)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ยของข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากสูตร (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 307)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ SD แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
X แทน	คะแนนแต่ละค่าในชุดข้อมูล
\bar{X} แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง
n แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539: 248 – 249)

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

เมื่อ IOC แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
$\sum X$ แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความมีคุณธรรมจริยธรรมที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยเปิดใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952: 6 – 32)

$$\text{สูตร } P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน	ค่าความยากง่าย
R แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
N แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

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

เมื่อ	r	แทน	อำนาจจำแนก
	R_U	แทน	จำนวนนักเรียนของคะแนนกลุ่มเก่ง
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือของกลุ่มอ่อน

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร KR - 20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

$$\text{สูตร} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	N	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ หรือ $1-p$
	S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

2.7 หาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้สูตร E_1 / E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคนอื่นๆ. 2520: 109 – 110)

เกณฑ์ 80 ตัวแรก

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times \frac{100}{A}$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดกิจกรรม คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด หรือการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน

เกณฑ์ 80 ตัวหลัง

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times \frac{100}{B}$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่จัดไว้ในชุดกิจกรรมคิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหรือการปฏิบัติกิจกรรมหลังเรียน
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหรือการปฏิบัติกิจกรรมหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือการปฏิบัติกิจกรรมหลังเรียน

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ใช้สถิติแบบ t-test Dependent Sample เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ โดยใช้ t-test Dependent Sample

$$\text{สูตร } t = t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}; df = N - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t-test Dependent Sample
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนยกกำลังสอง
	$N - 1$	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์และแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ มาใช้แทนความหมาย ดังต่อไปนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X$	แทน	ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียน
$\sum D^2$	แทน	คะแนนของผลต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนยกกำลังสอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-test การแจกแจงแบบที (t-distribution)
**	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test Dependent Samples ตามสูตรของ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 165 – 167) ได้ผล ดังแสดงใน ตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	16.42	2.15	16.11**
หลังเรียน	30	21.14	2.65	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ศึกษาความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้มาเปรียบเทียบกันโดยวิธีทางสถิติใช้ t – test Dependent Sample ได้ผลตาม ตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบความมีคุณธรรมจริยธรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	17.76	2.27	29.17**
หลังเรียน	30	25.00	0.92	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ มีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ ความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน
2. เพื่อศึกษาความมีคุณธรรมจริยธรรมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน มีคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลวัดแหลมสุวรรณาราม (วัฒนรวมวิทยา) อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) สุ่มห้องเรียนมา 1 ห้องเรียนจากทั้งหมด 2 ห้องเรียน ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.36 – 0.73 และอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.64 และค่าความเชื่อมั่น .70

2.2 แบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.37 – 0.67 และอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.30 – 0.56 และค่าความเชื่อมั่น .84

2.3 ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน ค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน 81.33/81.25

3. วิธีดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตนและเรียนรู้อย่างถูกต้อง

3.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 จำนวน 50 นาที ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 2 จำนวน 50 นาที ใช้แบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

3.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง ระยะเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง

3.4 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 จำนวน 50 นาที ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 2 จำนวน 50 นาที ใช้แบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนทั้ง 2 ฉบับ

3.5 ตรวจสอบผลสอบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

4. การจัดการกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ โดยใช้ t – test for Dependent Samples

4.2 เปรียบเทียบความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ โดยใช้ t – test for Dependent Samples

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้มีคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 จากผลการวิจัยสอดคล้องกับ สุมน โอสถานนท์ (2523) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยการสอนแบบสาธิตและการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ผลการศึกษาปรากฏว่านักศึกษาที่เรียนโดยการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอน

แบบสาคิต ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากนักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และมีความร่วมมือกัน ในการทำกิจกรรมแบบกลุ่ม ภายในกลุ่มแต่ละคนก็จะมีบทบาทที่แตกต่างกันออกไป นักเรียนสามารถ ทำแบบฝึกหัดและสามารถตรวจผลได้ทันทีทำให้คนที่ได้คะแนนมากมีแรงจูงใจที่จะปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์ ต่อๆ ไป ส่วนนักเรียนที่ได้คะแนนน้อยก็จะพยายามแก้ไขตนเอง และปรับปรุงตนเองในศูนย์การเรียน ต่อๆ ไป ดังเช่น มณี เป็นสุข (2522) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียน และการสอนตามหลักสูตรของ สสวท. ผลการศึกษาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่เรียนแบบศูนย์การเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะ เรียนโดยสังเกตได้จากนักเรียนทุกคนตั้งใจและเอาใจใส่ต่อการเรียนรู้จักเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น อย่างมีหลักเกณฑ์ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุด การสอนแบบศูนย์การเรียนจะมีกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติเท่าเทียมกัน มีการหมุนเวียนบทบาท หน้าที่กัน ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสทำหน้าที่ครบทุกบทบาทหน้าที่ ได้สัมผัสและทดลองด้วยตนเอง จนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านความจำเนื้อหาที่ศึกษา และเมื่อเกิดความเข้าใจ ก็ สามารถนำมาอธิบายในบัตรกิจกรรมหรือในการทำแบบทดสอบได้ โดยเป็นสิ่งที่เรียนรู้จากบัตรกิจกรรม และบัตรเนื้อหา ได้ออกแบบมาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดในเชิงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ดีขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน มาใช้สอนกับนักเรียนเมื่อใช้แล้ว จึงพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการสอนแบบ ศูนย์การเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนมีคุณธรรม จริยธรรม ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องมาจากการสอนด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเป็นการปฏิบัติกิจกรรมแบบกลุ่ม ทำให้นักเรียน ในกลุ่มมีลักษณะ และพฤติกรรมของผู้มีคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ในด้านต่างๆ ได้ เช่น ความอยากรู้อยากเห็นเพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในเรื่องต่างๆ ด้านความเพียรพยายามชุดการสอน แบบศูนย์การเรียนช่วยให้ผู้เรียนไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรค หรือมีความล้มเหลวในการทดลอง นักเรียน มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะทราบวิธีการเดิม ใช้ไม่ได้ ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้ ในด้านความมีเหตุผลพบว่า ผู้เรียนมีเหตุผลในการอธิบายคำตอบจากกิจกรรม ตรวจสอบความถูกต้อง สมเหตุสมผลของตัวคำตอบกับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ ด้านความซื่อสัตย์นักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ ในการบันทึกผล หรือข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง เขียนและนำเสนอข้อมูลด้วยความ เป็นจริง ด้านความมีระเบียบรอบคอบ มีประโยชน์กับนักเรียนในการวางแผนการทำงาน และจัด ระบบการทำงาน นำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลอง หรือวิธีการทดลองที่นักเรียนได้ปฏิบัติ

ด้านความใจกว้างทำให้นักเรียนที่ปฏิบัติในกลุ่มเดียวกันยอมรับฟังความคิดของผู้อื่นไม่เชื่อตัวเองฝ่ายเดียว

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยนำความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ 2 ด้าน คือ ด้านความมีเหตุผลและด้านความซื่อสัตย์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้มี คุณธรรมและจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และการวิจัยครั้งต่อไป ดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูควรอธิบายแนะนำขั้นตอนและความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจ

1.2 แบบทดสอบความมีคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างเป็นแบบวัดหรือแบบสังเกตก็ได้

1.3 จากการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนไม่ทันเนื่องจากขาดเรียน และยังช่วยเหลือครูผู้สอนประจำวิชา เมื่อติดงานราชการไม่สามารถสอนได้ด้วย อีกทั้งควรนำวิธีการดังกล่าวมาใช้ในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อีกด้วยเช่น การจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรศึกษาถึงผลการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่นๆของนักเรียน

2.2 ควรมีการสร้างชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ในสาระวิทยาศาสตร์แต่เป็นเรื่องอื่นหรือในชั้นเรียนอื่น

2.3 ควรศึกษาว่า นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้กับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- คัมภีร์ สุขศรี. (2530). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง
วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การ
มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จงกลรัตน์ อาจัตตรุ. (2544). การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนววิถีจักร
การเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉวีวรรณ กินางศ์. (2527). ประสบการณ์วิชาชีพครู 1 พิษณุโลก : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน.
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชม ภูมิภาค. (2528). เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ประสานมิตร.
- ชูชีพ อ่อนโคกสูง. (2518). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: ไทยวัฒนาพานิช.
- ณัฐพงษ์ เจริญทิพย์. (2543). พุทธจริยวัตรคัดสรรจากความสอดคล้องและการปลูกเร้าเจตคติ
ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดวงเดือน พันธมนาวิน. (2524). จิตวิทยา จริยธรรม และจิตวิทยาภาษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ทวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. กรุงเทพฯ: คณะอนุกรรมการ
พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.
- ทองชัย กอแก้ว. (2546, เมษายน). เยาวชนไทยไร้คุณธรรมจริงหรือ. วารสารวิชาการ. 6(4): 42 – 45.
- บุญเกื้อ ควราหาเวช. (2542). นวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: เอส อาร์ ฟรินดิง.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2524). รูปแบบของผลการเรียนในโรงเรียน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. มหาสารคาม:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประกิจ รัตนสุวรรณ. (2525). การวัดและประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เป็รื่อง กุ่มท. (2518). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- พัชราภรณ์ พสุวัตร. (2530). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2532). กิจกรรมทักษะกระบวนการสำหรับครู.
กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วาสนา ชาวหา. (2522). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: กราฟิคอร์ต.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่. กรุงเทพฯ: ธเนศวรการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2535). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2526). *วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และคนอื่นๆ. (2540, 10 12 มกราคม). *เอกสารประกอบการอบรมเรื่องการวัดผลสัมฤทธิ์*.
กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุชา จันทร์เอม. (2524). *จิตวิทยาพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สุวัฒน์ นียมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 2*.
กรุงเทพฯ: เนเจอร์รัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์.
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.
- อรอุมา กาญจณี. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหา
ความรู้*. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Ashby, Sir Eric. (1972). *The Fourth Revolution Instructional Technology in Higher Education*.
New York: McGraw – Hill.
- Duan, James E. (1973). *Individualized Instructional Program and Materials*. Englewood
Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publication.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary Education*. New York: McGraw – Hill, Book.
- Fan, Chung -Teh. (1952). *The Item Analysis Table*. New Jersey, Princeton: Educational
Testing Services; Princeton.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

นายอิทธิชัย มหรรณพ

หัวหน้าฝ่ายวิชาการ

โรงเรียนเทศบาลวัดแหลมสุวรรณรามา (วัฒนรวมวิทยา)

ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร

จังหวัดสมุทรสาคร

นางสาวมยุรี สำเภาทิพย์

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนเทศบาลวัดแหลมสุวรรณรามา (วัฒนรวมวิทยา)

ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร

จังหวัดสมุทรสาคร

นางดวงจันทร์ สรวงท่าไม้

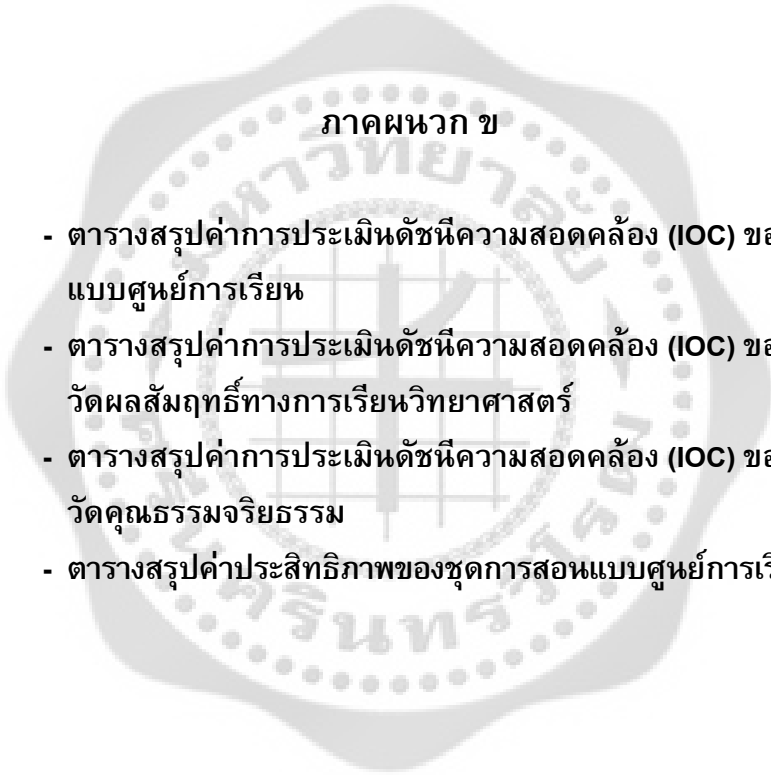
รองหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนเทศบาลวัดแหลมสุวรรณรามา (วัฒนรวมวิทยา)

ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร

จังหวัดสมุทรสาคร





ภาคผนวก ข

- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน
- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดคุณธรรมจริยธรรม
- ตารางสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเรื่องเอกภพ

ตาราง 5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เรื่องเอกภพ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. ด้านรูปแบบของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้				
1.1 ชื่อชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	1
1.2 มีการใช้รูปภาพและภาษาที่เหมาะสม	+1	+1	+1	1
1.3 คำชี้แจงมีความชัดเจน ถูกต้อง ครบถ้วน	+1	+1	+1	1
1.4 ความเหมาะสมของส่วนประกอบของชุดการสอน	+1	+1	+1	1
2. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ				
2.1 เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1
2.2 การแบ่งย่อยเนื้อหามีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1
2.3 ความถูกต้องของเนื้อหา	+1	+1	+1	1
2.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	+1	+1	+1	1
2.5 ความเหมาะสมของระยะเวลาที่ใช้	+1	+1	+1	1
2.6 สถานการณ์เหมาะสม สอดคล้องกับกิจกรรม	+1	+1	+1	1
2.7 แบบฝึกหัดสอดคล้องกับเนื้อ	+1	+1	+1	1
3. ด้านภาพ สี และการใช้ภาษา				
3.1 ภาพที่ใช้สอดคล้อง / เหมาะสมกับการอธิบายเนื้อหาบทเรียน	+1	+1	+1	1
3.2 ภาพช่วยให้เกิดความเข้าใจเนื้อหา	0	+1	+1	0.67
3.3 ความเหมาะสมของขนาดภาพที่ใช้	0	+1	+1	0.67
3.4 ความเหมาะสมของแบบและขนาดตัวอักษร	+1	+1	+1	1
3.5 การใช้ภาษาถูกต้อง สื่อความหมายชัดเจน	+1	+1	+1	1
4. ด้านการนำไปใช้				
4.1 การส่งเสริมให้เกิดความกระตือรือร้น	+1	+1	+1	1
4.2 ความน่าสนใจและทำให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	+1	+1	+1	1
4.3 ความสะดวกต่อการเรียนรู้	+1	+1	+1	1
4.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1

ตาราง 6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

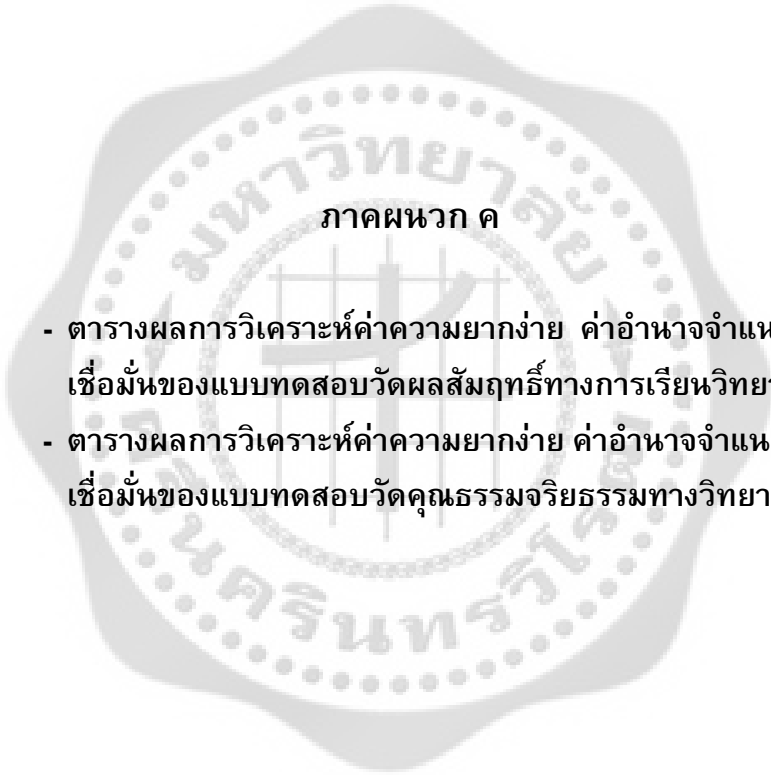
ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	0	0.67	21	0	+1	+1	0.67
2	+1	+1	+1	1	22	+1	+1	0	0.67
3	0	+1	+1	1	23	+1	+1	+1	1
4	+1	+1	+1	0.67	24	+1	+1	+1	1
5	+1	0	+1	0.67	25	+1	+1	+1	1
6	+1	+1	+1	1	26	+1	+1	+1	1
7	+1	+1	+1	1	27	0	+1	+1	0.67
8	+1	+1	+1	1	28	+1	+1	+1	1
9	+1	+1	+1	1	29	+1	+1	+1	1
10	+1	+1	+1	1	30	+1	+1	+1	1
11	+1	+1	0	0.67	31	0	+1	+1	0.67
12	+1	+1	+1	1	32	+1	+1	0	0.67
13	0	+1	+1	1	33	+1	+1	+1	1
14	+1	+1	+1	1	34	+1	+1	+1	1
15	+1	0	+1	0.67	35	+1	+1	+1	1
16	+1	+1	+1	1	36	+1	+1	+1	1
17	+1	+1	+1	1	37	0	+1	+1	0.67
18	+1	+1	+1	1	38	+1	+1	+1	1
19	+1	+1	+1	1	39	+1	+1	+1	1
20	+1	+1	+1	1	40	+1	+1	+1	1

ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00	16	+1	0	+1	0.67
2	+1	+1	+1	1.00	17	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	1.00	18	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	1.00	19	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	1.00	20	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	1.00	21	0	+1	+1	0.67
7	+1	0	+1	0.67	22	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	1.00	23	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	1.00	24	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	1.00	25	+1	+1	+1	1.00
11	0	+1	+1	0.67	26	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	1.00	27	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	1.00	28	+1	+1	0	0.67
14	+1	+1	+1	1.00	29	+1	+1	0	0.67
15	+1	0	+1	0.67	30	0	+1	+1	0.67

ตาราง 8 การหาประสิทธิภาพชุดการสอนแบบการเรียนรู้ เรื่อง เอกภพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
จำนวน 30 คน

คนที่	คะแนนชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้แต่ละชุด							
	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3		ชุดที่ 4	
	E ₁ 10 คะแนน	E ₂ 10 คะแนน	E ₁ 10 คะแนน	E ₂ 10 คะแนน	E ₁ 10 คะแนน	E ₂ 10 คะแนน	E ₁ 10 คะแนน	E ₂ 10 คะแนน
1	7	8	7	7	7	8	8	8
2	8	9	8	8	8	7	7	7
3	8	8	7	7	7	7	7	7
4	8	9	8	8	9	8	9	8
5	8	8	8	8	8	8	9	8
6	7	8	7	7	8	8	8	8
7	9	8	7	8	8	7	9	7
8	8	7	8	9	7	8	7	8
9	7	9	7	8	9	7	8	7
10	9	7	9	10	9	8	9	8
11	8	8	8	7	7	9	9	9
12	7	7	7	8	8	9	8	9
13	8	7	9	7	9	7	7	7
14	10	9	7	9	10	10	10	10
15	9	7	9	10	7	7	9	7
16	9	7	9	8	8	8	8	8
17	9	8	9	9	8	8	7	8
18	8	7	7	8	9	8	9	8
19	8	8	9	8	8	9	9	9
20	7	7	8	8	7	8	8	8
21	8	7	8	7	9	8	7	8
22	9	9	8	8	9	10	9	10
23	8	9	9	8	7	8	8	9
24	7	7	7	10	8	8	7	8
25	10	9	8	7	9	10	9	8
26	8	7	9	8	8	7	8	7
27	9	8	8	8	8	9	8	9
28	7	9	9	10	10	9	10	9
29	8	7	9	10	8	7	7	8
30	9	9	8	7	7	10	8	10
รวม	245	237	241	245	244	245	246	245
	8.17	8.00	8.03	8.17	8.13	8.17	8.2	8.17
E ₁ /E ₂	81.67	80	80.33	81.67	81.33	81.67	82	81.67



ภาคผนวก ค

- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.57	0.41	21	0.45	0.36
2	0.59	0.27	22	0.52	0.32
3	0.61	0.50	23	0.59	0.55
4	0.52	0.44	24	0.43	0.59
5	0.59	0.27	25	0.68	0.64
6	0.64	0.27	26	0.68	0.55
7	0.64	0.37	27	0.68	0.45
8	0.73	0.45	28	0.41	0.30
9	0.68	0.45	29	0.39	0.32
10	0.59	0.36	30	0.48	0.41
11	0.66	0.50	31	0.36	0.45
12	0.61	0.32	32	0.64	0.36
13	0.64	0.64	33	0.66	0.32
14	0.66	0.50	34	0.52	0.50
15	0.68	0.36	35	0.57	0.32
16	0.52	0.30	36	0.67	0.30
17	0.54	0.41	37	0.57	0.56
18	0.57	0.33	38	0.61	0.41
19	0.48	0.30	39	0.50	0.33
20	0.54	0.41	40	0.56	0.30

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ เท่ากับ .70

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณ
จากสูตร KR - 20

$$\text{สูตร} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	N	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ หรือ $1 - p$
	S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

แทนค่าในสูตร

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

$$r_{tt} = \frac{40}{40-1} \left\{ 1 - \frac{6.4}{20.30} \right\}$$

$$r_{tt} = 1.03 \times 0.68$$

$$r_{tt} = 0.70$$

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดความมี
คุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	r	p	ข้อที่	r	p
1	0.31	0.36	16	0.24	0.24
2	0.22	0.72	17	0.34	0.50
3	0.48	0.54	18	0.41	0.46
4	0.41	0.74	19	0.32	0.33
5	0.30	0.52	20	0.40	0.63
6	0.25	0.67	21	0.26	0.71
7	0.27	0.43	22	0.43	0.80
8	0.29	0.69	23	0.55	0.46
9	0.39	0.40	24	0.56	0.65
10	0.50	0.38	25	0.30	0.44
11	0.41	0.74	26	0.45	0.66
12	0.48	0.70	27	0.29	0.65
13	0.39	0.60	28	0.23	0.41
14	0.64	0.59	29	0.24	0.37
15	0.38	0.75	30	0.57	0.21

มีค่าความเชื่อมั่น 0.84

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร KR - 20

$$\text{สูตร} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 N แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ
 q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ หรือ $1-p$
 S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

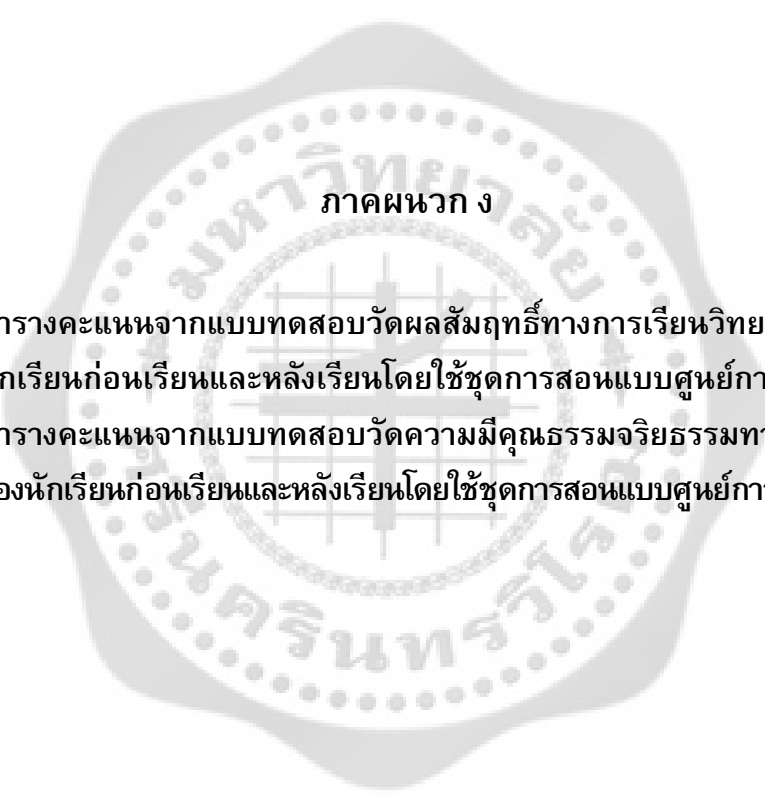
แทนค่าในสูตร

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

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{6.6}{35.30} \right]$$

$$r_{tt} = 1.03 \times 0.82$$

$$r_{tt} = 0.84$$



ภาคผนวก ง

- ตารางคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเรื่องเอกภพ
- ตารางคะแนนจากแบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนเรื่องเอกภพ

ตาราง 11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียน และหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เรื่องเอกภพ

ลำดับที่	ก่อนเรียน (40 คะแนน)	หลังเรียน (40 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
1	18	22	4	16
2	17	20	3	9
3	15	22	7	49
4	16	21	5	25
5	13	21	8	64
6	17	21	4	16
7	20	25	5	25
8	22	26	4	16
9	20	26	6	36
10	19	23	4	16
11	18	21	3	9
12	17	21	4	16
13	18	25	7	49
14	19	25	6	36
15	19	23	4	16
16	18	21	3	9
17	16	23	7	49
18	21	28	7	49
19	25	31	6	36
20	22	30	8	64
21	24	31	7	49
22	18	26	8	64
23	23	32	9	81
24	24	31	7	49
25	21	30	9	81
26	20	30	10	100
27	19	27	8	64
28	17	22	5	25

ตาราง 11 (ต่อ)

ลำดับที่	ก่อนเรียน (40 คะแนน)	หลังเรียน (40 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
29	17	24	7	49
30	18	26	10	100
Σx	571	757	-	-
\bar{x}	16.42	21.14	-	-
ΣD	-	-	186	-
ΣD^2	-	-	-	1282

ใช้ค่าสถิติ t-test Dependent Samples เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ โดยใช้ t-test dependent sample

$$\text{สูตร } t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}; \quad df = N - 1$$

เมื่อ t แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t-test dependent sample
ΣD แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน
N แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
ΣD^2 แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง
$(\Sigma D)^2$ แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนยกกำลังสอง
N - 1 แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

แทนค่า

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{186}{\sqrt{\frac{30(1282) - (186)^2}{30-1}}}$$

$$t = \frac{186}{\sqrt{\frac{38460 - 34596}{30-1}}}$$

$$t = \frac{186}{\sqrt{\frac{3864}{29}}}$$

$$t = \frac{186}{\sqrt{133.24}}$$

$$t = \frac{186}{11.54}$$

$$t = 16.11$$

ตาราง 12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ก่อนเรียน และหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เรื่องเอกภพ

ลำดับที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
1	10	22	12	36
2	17	20	3	9
3	15	22	7	49
4	16	25	9	81
5	13	21	8	64
6	14	21	7	49
7	20	25	5	25
8	22	26	4	16
9	20	26	6	36
10	19	23	4	16
11	18	21	3	9
12	17	21	4	16
13	18	25	7	49
14	19	24	5	25
15	19	23	4	16
16	18	21	3	9
17	16	23	7	49
18	21	28	7	49
19	18	24	6	36
20	20	28	8	64
21	23	30	7	49
22	18	26	8	64
23	20	29	9	81
24	23	30	7	49
25	21	30	9	81
26	20	30	10	100
27	20	28	8	64
28	21	26	5	25

ตาราง 12 (ต่อ)

ลำดับที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
29	17	24	7	49
30	18	28	10	100
Σx	533	750	-	-
\bar{x}	17.76	25	-	-
ΣD	-	-	199	-
ΣD^2	-	-	-	1365

ใช้สถิติแบบ t-test dependent sample เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัด
 ความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ โดยใช้
 t-test dependent sample

$$\text{สูตร } t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}; \text{ df} = N - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t-test dependent sample
	ΣD	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	ΣD^2	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน ของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$(\Sigma D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน ยกกำลังสอง
	N - 1	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

แทนค่า

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{199}{\sqrt{\frac{30(1365) - (199)^2}{30-1}}}$$

$$t = \frac{199}{\sqrt{\frac{40950 - 39601}{30-1}}}$$

$$t = \frac{199}{\sqrt{\frac{1349}{29}}}$$

$$t = \frac{199}{\sqrt{46.52}}$$

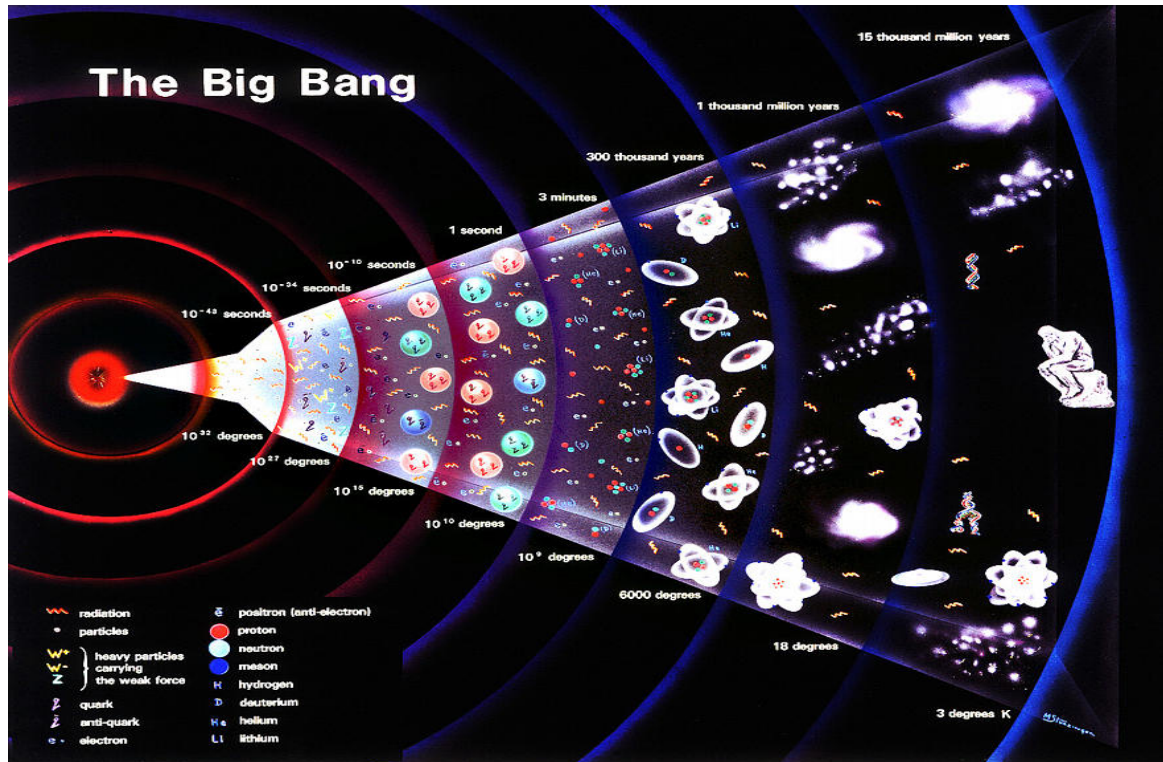
$$t = \frac{199}{6.82}$$

$$t = 29.17$$

ภาคผนวก จ

- ตัวอย่างชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เรื่องเอกภพ
- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

คู่มือครู
ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน เรื่องกำเนิดเอกภพ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ส่วนประกอบของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

1. คู่มือครู จำนวน 1 เล่ม
2. สื่อการสอน ประกอบด้วย
 - 2.1 แบบทดสอบ (ก่อนเรียนและหลังเรียนฉบับเดียวกัน)
 - 2.2 ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ
 - 2.2.1 บัตรคำสั่ง
 - 2.2.2 บัตรเนื้อหา
 - 2.2.3 บัตรคำถาม
 - 2.1.4 สื่อและวัสดุอุปกรณ์ คือ วัสดุที่ค้นเรื่องทฤษฎีบิกแบง
 - 2.1.5 บัตรเฉลย
 - 2.3 ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน
 - 2.3.1 บัตรคำสั่ง
 - 2.3.2 บัตรเนื้อหา
 - 2.3.3 บัตรคำถาม
 - 2.3.4 สื่อและวัสดุอุปกรณ์ คือ วัสดุที่ค้นเรื่องการชนกันของเอกภพ
 - 2.3.5 บัตรเฉลย
 - 2.4 ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรอง) เกมเอกภพ
 - 2.4.1 บัตรคำสั่ง
 - 2.4.2 บัตรเนื้อหา
 - 2.4.3 บัตรคำถาม
 - 2.4.4 สื่อและวัสดุอุปกรณ์ คือ บัตรเกมจับคู่เรื่องเอกภพ
 - 2.4.5 บัตรเฉลย

คำแนะนำสำหรับครู

บทบาทสำหรับครู

1. ครูต้องจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และตรวจสอบอุปกรณ์ทุกอย่างที่จัดไว้ในชุดการสอนทุกครั้ง ก่อนที่จะนำชุดการสอนไปใช้
2. ครูจัดห้องเรียน โต๊ะเรียน แก้วน้ำเป็นศูนย์การเรียนรู้ครบตามจำนวนศูนย์ที่ออกแบบไว้ในชุดการสอนพร้อมด้วยสื่อการสอนที่กำหนดไว้
3. ครูศึกษาเนื้อหาที่จะสอนโดยละเอียดและถูกต้อง รวมทั้งศึกษาชุดการสอนอย่างรอบคอบ
4. ก่อนสอนและก่อนที่นักเรียนจะทำกิจกรรม ครูควรเตรียมชุดการสอนไว้บนโต๊ะประจำศูนย์ให้พร้อม

5. ก่อนที่ครูจะสอน นักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. ครูจัดเตรียมแบบฝึกปฏิบัติสำหรับนักเรียนทุกคนและต้องตรวจสอบให้ครบ
7. ในการเรียนแบบศูนย์การเรียนครั้งแรก ครูต้องชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดการสอน
 8. การสอนแบ่งเป็น 3 ชั้น
 - 8.1 ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน
 - 8.2 ชั้นปฏิบัติกิจกรรม
 - 8.3 ชั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล
 9. ขณะที่นักเรียนทุกกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการเรียน ครูไม่ควรพูดเสียงดัง หากมีความจำเป็นที่ต้องพูด ให้พูดเป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคลต้องไม่เป็นการรบกวนกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มอื่น
 10. ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูต้องเดินดูการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด หากมีนักเรียนคนใดหรือกลุ่มใดมีปัญหาครูต้องให้คำแนะนำช่วยเหลือจนปัญหาคลี่คลาย
 11. หากนักเรียนคนใดทำงานช้าเกินไป ครูควรพาออกมาทำกิจกรรมนั้นเป็นพิเศษ หรือหากิจกรรมที่เหมาะสมให้นักเรียนที่ช้า
 12. การเปลี่ยนกลุ่มกิจกรรม กระทำ ดังนี้
 - 12.1 เปลี่ยนกลุ่มพร้อมกันทุกกลุ่ม หากทำกิจกรรมเสร็จพร้อมกัน
 - 12.2 หากมีกลุ่มที่ทำงานเสร็จพร้อมกัน 2 กลุ่มให้เปลี่ยนกันได้เลย
 13. ก่อนบอกให้นักเรียนเปลี่ยนกลุ่ม ครูต้องเน้นให้นักเรียนเก็บชุดการสอนของกลุ่มตนไว้ในสภาพเรียบร้อยโดยไม่ถือติดมือไปด้วย ยกเว้นแบบฝึกปฏิบัติของนักเรียนเองและขอให้เปลี่ยนกลุ่มเป็นไปอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อยและไม่ส่งเสียงดัง
 14. การสรุปบทเรียนควรเป็นกิจกรรมร่วมของกลุ่มทุกกลุ่มหรือตัวแทนกลุ่มร่วมกัน
 15. หลังการเรียนการสอนเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน
 16. หลังจากนักเรียนได้เรียนเนื้อหาทุกศูนย์เรียบร้อยแล้วให้ครูเก็บกระดาษคำตอบของนักเรียนไว้เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความก้าวหน้าของนักเรียน
 17. ครูควรสรุปผลการใช้ชุดการสอนทุกครั้ง ตลอดจนปัญหาและข้อเสนอแนะไว้ด้วย หลังจากใช้ชุดการสอนนี้แล้ว เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงในการใช้ครั้งต่อไป

หมายเหตุ ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนมีความซื่อสัตย์ในตนเอง ไม่คัดลอกคำตอบของเพื่อน หรือแอบดูคำตอบในบัตรเฉลยก่อนจะลงมือปฏิบัติกิจกรรมนั้น

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. ครูต้องตรวจชุดการสอนให้มีอุปกรณ์ครบถ้วนทุกศูนย์ เช่น บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรเฉลยกิจกรรม

2. ครูเตรียมฉลากแบ่งกลุ่มในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน
3. เตรียมแบบทดสอบและกระดาษคำตอบก่อนเรียนและหลังเรียนให้ครบตามจำนวน

นักเรียน

4. เตรียมแบบฝึกปฏิบัติสำหรับนักเรียนทุกคน

บทบาทของนักเรียน

มีความสำคัญสำหรับการเรียนมาก ครูจึงต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบบทบาทของนักเรียน ดังนี้

1. นักเรียนตั้งใจฟังคำอธิบายจากครูเมื่อนำเข้าสู่บทเรียน สรุปบทเรียนและเนื้อหาสาระบางอย่าง จนเข้าใจเมื่อสงสัยต้องซักถามทันที
2. นักเรียนอ่านบัตรคำสั่งปฏิบัติตามคำสั่งที่ละขั้นตอนอย่างรอบคอบ
3. นักเรียนพยายามตอบคำถามด้วยความตั้งใจเพราะคำถามในชุดการสอนไม่ใช่ข้อสอบ แต่เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้
4. เมื่อได้รับเลือกเป็นหัวหน้ากลุ่ม หัวหน้าต้องดูแลกิจกรรมให้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย
5. นักเรียนที่เป็นสมาชิกในกลุ่ม ต้องปฏิบัติตนเป็นสมาชิกที่ดีตามหน้าที่หัวหน้ากลุ่มมอบหมาย และมีความสามัคคี
6. เมื่อเวลาเปลี่ยนกลุ่มขอให้เก็บบัตรทุกอย่างและส่งอุปกรณ์การเรียนการสอนทุกอย่างให้เรียบร้อย พร้อมให้นักเรียนกลุ่มอื่นใช้ได้ทันที หากเกิดการชำรุดควรรีบแจ้งให้ครูทราบทันที
7. เนื่องจากการทำกิจกรรมแต่ละกลุ่มมีเวลาจำกัดและต้องเปลี่ยนไปทำกิจกรรมศูนย์อื่น อีกนักเรียนต้องตั้งใจทำกิจกรรมอย่างรวดเร็ว
8. นักเรียนต้องใช้ชุดการสอนอย่างระมัดระวัง
9. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเสร็จและต้องการเปลี่ยนศูนย์การเรียน ต้องจัดเก้าอี้ให้เรียบร้อย และเปลี่ยนไปยังศูนย์อื่นด้วยความเรียบร้อย
10. เมื่อมีการอภิปรายต้องช่วยกันแสดงความคิดเห็น แต่ต้องไม่พูดเสียงดังเกินไป เพื่อให้ไม่เป็นการรบกวนกลุ่มอื่น

บทบาทหัวหน้ากลุ่ม

1. ควบคุมดูแลการประกอบกิจกรรมภายในกลุ่มให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ไม่ส่งเสียงรบกวนกลุ่มอื่น
2. อ่านบัตรคำสั่ง และแจกบัตรเนื้อหาให้สมาชิกทุกคนศึกษา
3. ตรวจเช็คอุปกรณ์ให้เข้าที่อย่างเดิม เมื่อประกอบกิจกรรมเสร็จแล้ว
4. แจกบัตรกิจกรรมให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มทำ และเมื่อสมาชิกทำเสร็จแล้วก็อ่านบัตรเฉลยกิจกรรมให้สมาชิกในกลุ่มฟัง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของบัตรคำตอบ
5. เป็นผู้ประสานงานกับครู และยกมือแจ้งให้ครูทราบเมื่อประกอบกิจกรรมเสร็จ

บทบาทสมาชิกในกลุ่ม

1. ปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับขั้นด้วยความตั้งใจ และเต็มความสามารถเพื่อให้กิจกรรมเสร็จทันเวลาที่กำหนด
2. ตั้งใจตอบคำถามในบัตรกิจกรรม
3. ช่วยกันเก็บอุปกรณ์การสอนใส่ซองให้เรียบร้อย และจัดโต๊ะเก้าอี้ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยก่อนเปลี่ยนศูนย์การเรียน
4. ไม่พูดคุยกุยอกล้อกันในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม



การจัดกลุ่มกิจกรรม

ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่ 1 กำเนิดเอกภพ

เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	วัสดุอุปกรณ์	ผลที่ได้รับจากการเรียน
ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 3. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 4. ดูวีดิทัศน์เรื่องทฤษฎี บิกแบง 5. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 6. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. วีดิทัศน์เรื่องทฤษฎีบิกแบง 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถาม
ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. ดูวีดิทัศน์เรื่องการชนกันของเอกภพ 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. วีดิทัศน์เรื่องการชนกันของเอกภพ 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถาม
ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรอง) เกมเอกภพ	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. อ่านกติกาการเล่นเกม 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บัตรเกมจับคู่เรื่องเอกภพ 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. คะแนนจากการเล่นเกม 2. การตอบคำถาม

ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่ 2 ระบบสุริยะ

เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	วัสดุอุปกรณ์	ผลที่ได้รับจากการเรียน
ศูนย์ที่ 1 กำเนิดสุริยะ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 3. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 4. วิดีโอเรื่องระบบสุริยะ 5. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 6. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. วิดีโอเรื่อง ระบบสุริยะ 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถาม
ศูนย์ที่ 2 วัตถุในระบบสุริยะ	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. บัตรภาพวัตถุในระบบสุริยะและแบบจำลองระบบสุริยะ 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บัตรภาพวัตถุในระบบสุริยะและแบบจำลองระบบสุริยะ 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถาม
ศูนย์ที่ 3 ดาวเคราะห์ชั้นใน	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. บัตรภาพดาวเคราะห์ชั้นใน 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บัตรภาพดาวเคราะห์ชั้นใน 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถาม
ศูนย์ที่ 4 ดาวเคราะห์ชั้นนอก	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. บัตรภาพดาวเคราะห์ชั้นนอก 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บัตรภาพดาวเคราะห์ชั้นนอก 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถาม
ศูนย์ที่ 5 (ศูนย์สำรอง) เกมระบบสุริยะ	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. อ่านกติกาการเล่นเกม 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บัตรเกม จิกซอว์เรื่องระบบสุริยะ 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. คะแนนจากการเล่นเกม 2. การตอบคำถาม

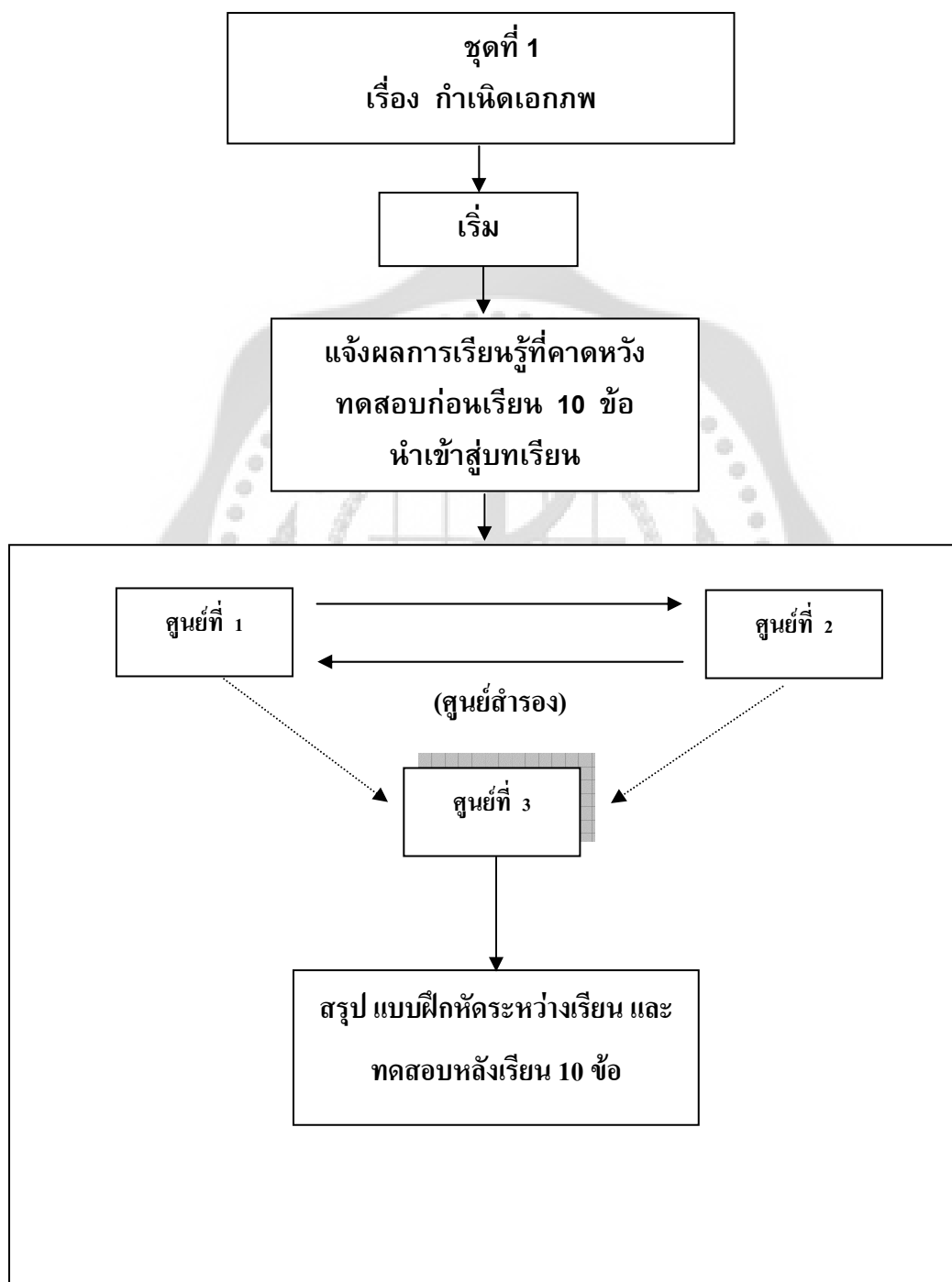
ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่ 3 ดาวฤกษ์

เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	วัสดุอุปกรณ์	ผลที่ได้รับจากการเรียน
ศูนย์ที่ 1 ความหมาย ดาวฤกษ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 3. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 4. วิดีโอเรื่องดาวฤกษ์ 5. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 6. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. วิดีโอเรื่องดาวฤกษ์ 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถาม
ศูนย์ที่ 2 ก่อเกิดดาว ฤกษ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. บัตรภาพก่อเกิดดาวฤกษ์ 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บัตรภาพก่อเกิดดาวฤกษ์ 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถาม
ศูนย์ที่ 3 โครงสร้าง ดาวฤกษ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. บัตรภาพก่อเกิดดาวฤกษ์ 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บัตรภาพโครงสร้างดาวฤกษ์ 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถาม
ศูนย์ที่ 4 คุณสมบัติ ดาวฤกษ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. บัตรภาพคุณสมบัติดาวฤกษ์ 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บัตรภาพคุณสมบัติดาวฤกษ์ 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถาม
ศูนย์ที่ 5 (ศูนย์สำรอง) เกมดวงดาว	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. อ่านกติกาการเล่นเกม 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บัตรเกม ทายซิฉันอยู่ไหนเรื่องดาวฤกษ์ 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. คะแนนจากการเล่นเกม 2. การตอบคำถาม

ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่ 4 มุมดวงดาว

เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	วัสดุอุปกรณ์	ผลที่ได้รับจากการเรียน
ศูนย์ที่ 1 มุมเงย	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 3. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 4. แผนภูมิเรื่องมุมเงย 5. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 6. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. แผนภูมิเรื่องมุมเงย 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถามและการคำนวณ
ศูนย์ที่ 2 มุมอะซิมุต	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. แผนภูมิเรื่องการหาค่ามุมอะซิมุต 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. แผนภูมิเรื่องมุมอะซิมุต 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถามและการคำนวณ
ศูนย์ที่ 3 แผนที่ดาว	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. แผนที่ดาว 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. แผนที่ดาว 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสรุปท้ายกิจกรรม 2. การตอบคำถามและการใช้แผนที่ดาว
ศูนย์ที่ 4 (ศูนย์สำรอง) เกมตามหา ดวงดาว	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านคำสั่งจากบัตรคำสั่ง 2. อ่านบัตรเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา 3. แผนที่ดาว 4. อ่านบัตรกิจกรรมแล้วตอบคำถาม 5. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลย 6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. แผนที่ดาว 2. บัตรคำสั่ง 3. บัตรเนื้อหา 4. บัตรคำถาม 5. บัตรเฉลย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. คะแนนจากการเล่นเกม 2. การตอบคำถาม

รูปแบบการสอนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กำเนิดเอกภพ
 ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



รายการที่ครูต้องเตรียม



1. ครูสั่งนักเรียนให้จัดเตรียมเครื่องมือ สำหรับใช้ในการเข้าฐานเรียน การเรียนล่วงหน้า อย่างน้อย 1 วัน
2. ครูเตรียมตัวให้พร้อมก่อนทำการสอนทุกครั้ง
3. ตรวจสอบความเรียบร้อยของชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน
4. ครูทำหน้าที่ กระตุ้นให้นักเรียนมีความพร้อมอยู่เสมอ
5. จัดห้องเรียนตามแผนผัง ควรจัดห้องเรียนให้พร้อมเสมอ
6. ชี้แจงให้นักเรียนได้รู้เกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของนักเรียนในการเรียนเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนอย่างละเอียดชัดเจน
7. ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูควรเดินดูการทำงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิดหากนักเรียนมีปัญหา ครูจะต้องให้ความช่วยเหลือทันที พร้อมทั้งสังเกตการเรียน
8. ครูควรเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์เสริมที่ไม่ได้บรรจุในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนนี้ เช่น กระดาษคำตอบ ดินสอ
9. เตรียมกระดาษคำตอบหรือแบบฝึกปฏิบัติให้พอกับจำนวนนักเรียนทุกครั้ง
10. บันทึกการวัดผลที่ได้จากแบบทดสอบและการทำกิจกรรมของนักเรียนไว้ เพื่อจะได้ประเมินนักเรียนและผลการเรียนการสอน เพื่อนำไปใช้และปรับปรุงแก้ไขต่อไป



รายการที่นักเรียนต้องเตรียม

1. นักเรียนเตรียม ดินสอ ปากกา และอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ครูสั่ง
2. เมื่อแบ่งกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้แต่ละกลุ่มเลือกประธานและเลขานุการ
3. ประธานนำบัตรคำสั่งมาอ่านให้สมาชิกฟังจนเข้าใจดีแล้วลงมือปฏิบัติตามคำสั่ง
4. ประธานหรือเลขานุการแจกบัตรเนื้อหา ให้สมาชิกในกลุ่มอ่านและอภิปรายขั้นตอน
ร่วมกันแล้วปฏิบัติงาน เสร็จแล้วนำผลงานส่งครู
5. ทุกครั้งที่ปฏิบัติงานเสร็จให้ทำความสะอาดอุปกรณ์และเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อยรวมทั้ง
พื้นที่ด้วย
6. พยายามตอบคำถามให้เต็มที่อย่างสุดความสามารถ
7. ควรใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้อย่างระมัดระวัง และตั้งใจปฏิบัติตามคำสั่งอย่าง
เคร่งครัดและให้ทันเวลา
8. นำแบบฝึกปฏิบัติติดตัวไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์
9. ก่อนเปลี่ยนศูนย์ให้จัดโต๊ะเก้าอี้ให้เรียบร้อย

การดำเนินการสอน

การดำเนินการสอนแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ใช้เวลา 10 นาที

นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นเข้าสู่กิจกรรม ใช้เวลา 60 นาที

ปฏิบัติกิจกรรมศูนย์ที่ 1 ศูนย์ที่ 2 ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรอง)

(ศูนย์ละ 30 นาที) ให้นักเรียนเข้าเรียนตามศูนย์ต่างๆ ที่ครูเตรียมไว้ นักเรียนทุกกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามบัตรคำสั่งและคำชี้แจงของครูให้เข้าใจทุกขั้นตอน ก่อนที่จะปฏิบัติกิจกรรมต่อไปโดยครูคอยควบคุมดูแลแนะนำในการปฏิบัติกิจกรรมทุกศูนย์อย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปบทเรียน ใช้เวลาประมาณ 10 นาที

โดยใช้ศูนย์สำรองที่ 3

โดยครูนำผลงานของนักเรียนจากการปฏิบัติทั้ง 3 ศูนย์มาวิจารณ์เปรียบเทียบ ให้นักเรียนทราบว่า มีข้อดีที่ควรนำไปใช้ หรือข้อเสียที่ควรแก้ไขปรับปรุงอย่างไร แล้วครู และนักเรียนช่วยกันสรุปบนกระดานเพื่อให้นักเรียนนำไปใช้และเป็นแนวทางในการเรียนครั้งต่อไป เสร็จแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (ฉบับเดียวกับกับแบบทดสอบก่อนเรียน) เพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าด้านรวมของนักเรียน

การประเมินผล

การประเมินผลในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียน ประเมินจากผล ดังนี้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที
2. แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน จากการตอบคำถามจากบัตรคำถามของแต่ละศูนย์รวมกัน
4. ประเมินจากผลงานที่นักเรียนฝึกปฏิบัติในเวลาเรียน ว่ามีความถูกต้องความประณีตเรียบร้อยเพียงใด

แบบทดสอบ เรื่อง กำเนิดเอกภพ

คำชี้แจง นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้อง

1. ข้อใดกล่าวผิด
 - ก. เอกภพประกอบด้วยดาราจักรจำนวนมาก
 - ข. อาณาเขตของเอกภพกว้างขวางไม่มีขอบเขต
 - ค. วัตถุท้องฟ้าทุกชนิดที่อยู่ในอวกาศล้วนอยู่ในเอกภพ
 - ง. เอกภพประกอบด้วยดวงอาทิตย์ ดาวเนปจูน ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และฝุ่นธุลีในอวกาศ

2. ข้อใดกล่าวถึงดาราจักรได้ถูกต้อง
 - ก. ระบบที่เกิดจากการรวมตัวของดาวฤกษ์
 - ข. ระบบของดาวที่กระจัดกระจายในเอกภพ
 - ค. ระบบที่เกิดจากการรวมตัวของดาวเคราะห์
 - ง. ระบบของดาวที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มในเอกภพ

3. ทฤษฎีใดเกี่ยวข้องกับการเกิดเอกภพ
 - ก. ทฤษฎีจลน์
 - ข. ทฤษฎีบิกแบง
 - ค. ทฤษฎีปีทาโกรัส
 - ง. ทฤษฎีระเบิด

4. ดาวเทียมใดพิสูจน์ว่าฉากหลังไมโครเวฟมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน
 - ก. Cobe
 - ข. Code
 - ค. Cane
 - ง. Case

5. ข้อใดเป็นปัญหาแรกของทฤษฎีบิกแบง
 - ก. เอกภพมีความสม่ำเสมอหรือแบบเดียวกันอย่างเหลือเชื่อ
 - ข. เอกภพไม่มีความสม่ำเสมอหรือแบบเดียวกันอย่างเหลือเชื่อ
 - ค. เอกภพมีความสม่ำเสมอและสังเคราะห์ด้วยแสง
 - ง. ถูกทุกข้อ

6. ข้อใดเกี่ยวข้องกับทฤษฎีบิกแบง

- ก. สังเคราะห์แสง
- ข. สะสมอาหาร
- ค. การพองตัว
- ง. การหายใจ

7. สารใดเกี่ยวข้องกับทฤษฎีบิกแบง

- ก. มะนาว
- ข. ออกซิเจน
- ค. ลิเทียม
- ง. เหล็ก

8. ความหนาแน่นและอุณหภูมิของเอกภพทำให้เกิดสิ่งใด

- ก. ธาตุเบา
- ข. ธาตุหนัก
- ค. คลอโรฟิลล์
- ง. พลังงาน

9. เรขาคณิตเอกภพมีลักษณะอย่างไร

- ก. กลม
- ข. แบน
- ค. วงรี
- ง. สี่เหลี่ยม

10. สิ่งใดมาแทนที่เมื่อเอกภพมีอายุมากขึ้น

- ก. ความเรียบ
- ข. ความสว่าง
- ค. ความมืด
- ง. ความโค้ง

เฉลยแบบทดสอบ เรื่อง กำเนิดเอกภพ

1. ง.
2. ง.
3. ข.
4. ก.
5. ก.
6. ค.
7. ค.
8. ก.
9. ข.
10. ง.

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิ๊กแบงต้นตอ

บัตรคำสั่ง

โปรดอ่านบัตรคำสั่ง แล้วปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประธานกลุ่มแจกบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหาและบัตรกิจกรรม ให้สมาชิกในกลุ่มทุกคน
2. สมาชิกในกลุ่มศึกษาบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา และบัตรกิจกรรม
3. สมาชิกทุกคนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการเรียนรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมลงใน
กระดาษคำตอบ
4. สมาชิกตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยกิจกรรม
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้ว สมาชิกในกลุ่มเก็บสื่อการเรียนให้เรียบร้อย เพื่อไป
ศูนย์ต่อไป
6. นำกระดาษคำตอบติดตัวไปศูนย์ต่อไปด้วย

ข้อเสนอแนะ นักเรียนต้องซื่อสัตย์ต่อตนเองในการทำกิจกรรมและมีเหตุผลในการตอบคำถาม การเรียนจึงจะมีประสิทธิภาพ

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

บัตรเนื้อหา

บิกแบงต้นตอ

ค.ศ. 1929 เอ็ดวิน ฮับเบิล พิสูจน์แผนที่ที่มีชื่อเสียง แสดงดาราจักรเกือบทั้งหมดเคลื่อนที่ห่างจากดาราจักรของเรา ด้วยความเร็วถอยห่าง เป็นสัดส่วนกับระยะทางปัจจุบัน หรือดาราจักรไกลกว่าก็เคลื่อนที่เร็วกว่าดาราจักรใกล้ๆ แม้แต่ฮับเบิลเอง ตอนแรกก็ปฏิเสธความคิดเช่นนี้ ข้อมูลเหล่านี้บอกว่า เอกภพทั้งหมดกำลังขยายตัวจากการยืดของอวกาศระหว่างดาราจักร เมื่อเอกภพขยายตัว หนาแน่นน้อยลงและเย็นตัวมากขึ้น การมองย้อนกลับไปในอดีตสรุปได้ว่าเอกภพมีการเริ่มต้นแน่นอน ตอนนั้นมันอยู่ในสภาวะที่ถูกบีบอัดและร้อนมาก จากจุดเริ่มต้นหนาแน่น มีการบวมตัวที่รู้จักในสภาวะบิกแบง (Big Bang)

เอกภพขยายตัวยังไม่มีนิยามของจุดเริ่มต้นดีพอ มีแต่การขยายตัวตลอดเวลา ความหนาแน่นเฉลี่ยยังคงเหมือนเดิม เพราะมีการสร้างมวลต่อเนื่อง เฟรด ฮอยล์ เฮอร์แมนน์ บอนดี และ ทอมัส โกลด์ เสนอทฤษฎีสภาวะคงที่ (Steady - state Theory) ใน ค.ศ. 1948 แม้มีความสุนทรีย์ในสายตานักดาราศาสตร์บางคน แต่ทฤษฎีสภาวะคงที่ ก็ไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างเดียวกับเอกภพบิกแบง ใน ค.ศ. 1965 อาร์โน เพนเซียส และ โรเบิร์ต วิลสัน ค้นพบรังสีจักรวาลหลังจากค้นพบรังสีจากหลังไมโครเวฟคอสมิก (CMB : Cosmic Microwave Background) ที่เป็นรังสีเรืองจางหลงเหลือจากอดีตร้อนไกล ทฤษฎีสภาวะคงที่ไม่มีเหตุผลอธิบายรังสีแบบนี้ แต่แบบจำลองบิกแบงอธิบายได้ ยิ่งกว่านั้น ทฤษฎีสภาวะคงที่ไม่สามารถอธิบายจำนวนไฮโดรเจนธรรมดา (โปรตอน) ไฮโดรเจนหนัก (ดิวเทอเรียม) ฮีเลียม และลิเทียม ในก๊อสนาซระหว่างดาราจักร ที่ไม่ได้รับผลใดๆจากขบวนการวิวัฒนาการในดาวภายในไม่กี่นาทีแรกหลังบิกแบง ความหนาแน่นและอุณหภูมิของเอกภพ เป็นตัวทำให้เกิดธาตุเบาในก๊อสนาซเริ่มแรก ที่สอดคล้องกับที่วัดในก๊อสนาซดั้งเดิมเหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์เกือบทั้งหมด เชื่อแล้วว่า ทฤษฎีสภาวะคงที่ไม่ถูกต้อง

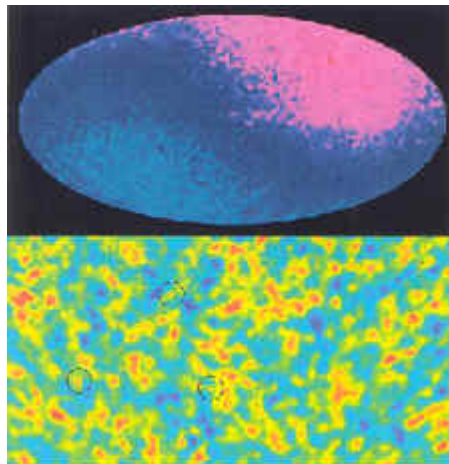
ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

บัตรเนื้อหา



อาร์โน เพนเซียส์ (ซ้าย) และโรเบิร์ต วิลสัน อยู่ข้างหน้าสายอากาศที่ใช้วัดฉากหลังไมโครเวฟ เอกภพ การค้นพบนี้ได้รางวัล โนเบลค.ศ.1978 ในสาขาฟิสิกส์ การมีฉากหลังไมโครเวฟ เป็นหลักฐานที่ดีว่าเอกภพเริ่มต้นจากสภาพบิกแบง



ภาพบน

ดาวเทียมโคเบ (COBE) พิสูจน์ว่า ฉากหลังไมโครเวฟ เอกภพมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย (สีน้ำเงินเป็นพื้นที่ร้อน สีแดงเป็นพื้นที่เย็น) มาจากการเคลื่อนที่ของดาราจักรเราผ่านเอกภพ

ภาพล่าง

การสังเกตการณ์ฉากหลังไมโครเวฟ เอกภพที่มีกำลังแยกภาพสูงไม่นานมานี้ จากการทดลองบนบัลลูน บวมเมอแรง แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเล็กน้อย สนับสนุนความคิดว่าเอกภพแบนตามแบบจำลองการพองตัว

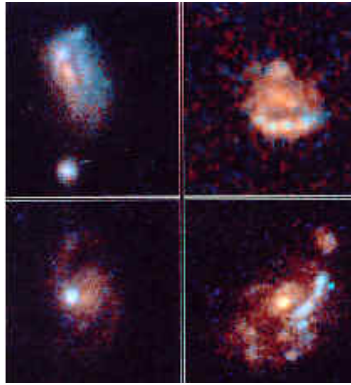
ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

บัตรเนื้อหา

ปัญหาของบิกแบง

แม้ทฤษฎีบิกแบงร้อนที่เป็น "มาตรฐาน" ดันตอบประสบความสำเร็จในการอธิบายลักษณะที่สังเกตการณ์ได้มากมาย แต่เอกภพของเรามีลักษณะบางอย่างน่าฉงนที่ทฤษฎีอธิบายไม่ได้ โดยเฉพาะสภาวะเริ่มแรกที่ดูคล้ายเป็นไปได้ไม่ได้และยังไม่ได้ตัดสินว่าเป็นแบบใดแน่



ดาราศาสตร์ระยะทางไกลมากถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลมันดูแปลกชอบกลเมื่อเทียบกับดาราจักรที่อยู่ใกล้ๆ แสดงว่าเอกภพกำลังมีวิวัฒนาการ นี่เป็นสิ่งที่เราจะคิดว่าอยู่ในเอกภบบิกแบงไม่ใช่อยู่ในเอกภพสภาวะคงที่

ปัญหาแรกคือว่า เอกภพมีความสม่ำเสมอหรือแบบเดียวกันอย่างเหลือเชื่อ เช่นอุณหภูมิชี้ให้เห็นถึงการแผ่รังสีหลังจากเอกภพที่เหมือนกันทุกทิศทุกทาง ไม่รวม 2 สาเหตุที่ไม่มีความเหมือนกัน คือ การเคลื่อนที่ของดาราจักรผ่านเอกภพ และการแปรเปลี่ยนความหนาแน่นที่เกิดกระจุกดาราจักร เอกภพเป็นเนื้อเดียวกันหรือเหมือนกันได้อย่างไร? บิกแบง อาจเริ่มต้นจาก "จุด" จึงมีอุณหภูมิเหมือนกันได้ แต่บิกแบงไม่ใช่เป็น "จุด" ที่แท้จริง สมการบิกแบงต้นตอที่ย้อนกลับไปในอดีต พบว่าเอกภพใหญ่โตกว่าระยะทางที่สัญญาณใดหรือแสงสามารถเดินทางได้ ภายในอายุเอกภพนั้น สภาวะแรกเริ่ม ยังไม่มีเหตุผลสนับสนุน สภาพเอกภพตอนกำเนิดที่เริ่มจากอุณหภูมิเท่ากัน

ปัญหาใหญ่ที่ 2 ที่มากับทฤษฎีบิกแบงต้นตอ คือ ไม่มีวิธีที่จะอธิบายว่า ทำไมเรคาดคิดของเอกภพ จึงใกล้เคียงกับยูคลิดเดียน (นั่นคือ มีความแบน หมายถึง มุมภายในของสามเหลี่ยมบวกกันได้ 180 องศา) ไม่นานมานี้ ได้วัดขนาดเชิงมุมของการแกว่งอุณหภูมิขึ้นลงในฉากหลังไมโครเวฟคอสมิกแสดงว่า เรคาดคิดเอกภพแบนจริงๆ ที่เรียกกันว่า "ปัญหาความแบน" ทำไมตอนนี้จึงพากันประหลาดใจเรื่องเอกภพแบน ตามสมการที่บรรยายวิวัฒนาการของเอกภพในทฤษฎีบิกแบงต้นตอ เอกภพต้องแบนมากอย่างยิ่งใกล้ตอนเริ่มเกิด มิฉะนั้นเมื่อเอกภพมีอายุมากขึ้น จะมีความโค้งมาแทนที่ความแบนโดยเร็วเพราะขอบเขตมหาศาล เราไม่น่าวัดความแบนได้ในปัจจุบัน

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

บัตรเนื้อหา

การพองตัวมาช่วยแล้ว

ค.ศ. 1979 อลัน กูธ (Alan Guth) นักฟิสิกส์หนุ่มปรากฏตัวพร้อมกับคำเฉลยที่ชาญฉลาดในปัญหาเหล่านี้ เขาเสนอ อินฟลาชันหรือการพองตัว(Inflation) เพื่อแก้ไขทฤษฎีบิกแบงต้นตอ แม้ความคิดที่เสนอมีข้อบกพร่องสำคัญ แต่สมมุติฐานมีพื้นฐานน่าสนใจมาก รอยตำหนินั้นแก้ไขใน ค.ศ. 1981 โดยแอนเดรีย ลินเด ปอล สไตน์ฮาร์ดท์ และแอนเดรียส์ อัลเบิร์ต แต่สูตรของกูธ และการแก้ไขจาก ลินเด สไตน์ฮาร์ดท์ และอัลเบิร์ต ยังมีหลักการจำเป็นอย่างมากที่คล้ายกัน กูธ เสนอว่า สมมุติว่า เอกภพเริ่มต้นเล็กกว่าขนาดที่มาจากสมการของทฤษฎีบิกแบงต้นตอ มันอาจพองตัว ขยายตัวเร็วมาก และมีแฟคเตอร์ที่มหึมาอาจเป็น 10 ยกกำลัง 50 หรือมากกว่านี้ การขยายตัวมหึมาได้จากเอกภพที่เติบโต 2 เท่า ทุกๆเศษส่วนเล็กน้อยของหนึ่งวินาที ภายในช่วงเวลาหนึ่ง ตรงกันข้ามกับเอกภพที่คงที่หรือการขยายตัวที่มีความหน่วงในทฤษฎีบิกแบงต้นตอ การพองตัวเป็นการขยายตัวแบบเอกซโพเนนเชียล ก่อนการพองตัวเอกภพแรกเกิดขนาดจิ๋วมีสมดุลความร้อน มันแตกต่างจากในทฤษฎีบิกแบงแรกต้นตอ เอกภพก่อนพองตัวมีขนาดเล็กมาก จนส่งสัญญาณเดินทางข้ามมันได้ การชนกันระหว่างอนุภาคและโฟตอน จะกระจายความร้อนสม่ำเสมอ เอกภพมีความสม่ำเสมอจากการพองตัว เอกภพที่สังเกตการณ์ในปัจจุบันมีความสม่ำเสมอ ยิ่งกว่านั้นการพองตัวจะทำให้ความโค้งเริ่มแรกแบนได้ เหมือนบัลลูนขยายตัวได้ขนาดใหญ่มาก เอกภพใหญ่มากจนบริเวณทั้งหมดที่เราเห็นด้วยกล้องโทรทรรศน์มีประสิทธิภาพมากที่สุด (ราว 10 ยกกำลัง - 30 ของเอกภพที่มีอยู่จริง) ปรากฏแบนหรือเกือบแบนอย่างผิวโลกที่ปรากฏแบนต่อเราเมื่อมองในระยะทางไกล การพองตัวแก้ปัญหาความแบนได้แล้ว หลังการพองตัวสิ้นสุด เอกภพจะยังคงขยายตัวด้วยอัตราที่สอดคล้องการขยายตัวในทฤษฎีบิกแบงต้นตอ ดังนั้นการพองตัว มีผลแค่ช่วงเวลาสั้นๆ ในชีวิตเริ่มต้นของเอกภพ มันไม่ได้มาแทนทฤษฎีบิกแบง แต่เป็นการแก้ไขดัดแปลง การพองตัวสามารถเป็นกลไกที่จุดให้บิกแบงได้เกิด! ในเอกภพแห่งการพองตัว (Inflationary universe) อวกาศขยายตัวเร็วกว่าความเร็วของแสง เอกภพแรกเริ่มเล็กกว่าอะตอม แต่มันก็พองตัวเร็วมากและไปไกลได้หลายปีแสงในช่วงเวลาสั้น

บิกแบงยังมีชีวิตชีวา

ทฤษฎีบิกแบง อายุเก่าแก่มากถูกโจมตีเป็นบางครั้งบางคราว เพราะแทบไม่มีการสังเกตการณ์สนับสนุน และไม่มีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่น มีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงทฤษฎีที่สำคัญ ส่วนมากแก้ไขความคิดของการพองตัว แต่ผลกระทบแค่ช่วงกระพริบตาแรกของความเป็นตัวตนเอกภพเท่านั้น สมมุติฐานใหม่เหล่านี้ ไม่ได้เปลี่ยนลักษณะสำคัญของบิกแบง ยังไม่มีทำที่ที่ทฤษฎีจะล้มเลิกได้ มันกลับขยายตัวและงามสะพรั่ง เมื่ออธิบายลักษณะน่าฉงนของเอกภพ (เช่นความแบนและความเหมือนกันได้) แต่มีผู้ตำหนิสภาพที่ทฤษฎีบิกแบง ต้องการมวลและพลังงานมากมายจากความไม่มีอะไรเลย คงเป็นเพราะยังไม่เคยกำหนดสิ่งที่มาก่อนการพองตัว เอกภพมาจากการแกว่งควอนตัม มันออกจากความไม่มีอะไรเลย หรือคลออดจากปริมาตรอวกาศต่างๆ กันได้ ความคิดเหล่านี้เป็นสมมุติฐานมีเหตุผลขึ้นกับกฎฟิสิกส์ที่ทราบแล้ว และมันแสดงว่าเอกภพของเราอาจเป็นเพียงเอกภพหนึ่งจากชุดเอกภพนับอนันต์หรือหลายๆ เอกภพ

ที่มา <http://www.webstory.netfirms.com>.

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ



จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ใจความสมบูรณ์ที่สุด

1. บุคคลใดเสนอทฤษฎีสภาวะคงที่
2. ทฤษฎีสภาวะคงที่ถูกล้มลงเพราะไม่สามารถอธิบายสิ่งใดได้
3. ปัญหาของบิกแบงได้แก่อะไร
4. สิ่งใดที่เข้ามาช่วยในเรื่องทฤษฎีบิกแบงต้นตอ

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 ปิกแบงต้นตอ

สื่อและวัสดุอุปกรณ์

1. วิดีทัศน์เรื่องทฤษฎีบิกแบง
2. บัตรคำสั่ง
3. บัตรเนื้อหา
4. บัตรคำถาม
5. บัตรเฉลย

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

บัตรเฉลยกิจกรรม

1. บุคคลใดเสนอทฤษฎีสภาวะคงที่

เฟรด ฮอยล์ เฮอร์แมนน์ บอนดิ และ ทอมัส โกลด์

2. ทฤษฎีสภาวะคงที่ถูกล้มลง เพราะไม่สามารถอธิบายสิ่งใดได้

จำนวนไฮโดรเจนธรรมดา(โปรตอน) ไฮโดรเจนหนัก (ดิวเทอเรียม) ฮีเลียม และ ลิเทียม ในก้อนกาซระหว่างดาราจักร ที่ไม่ได้รับผลใดๆ จากขบวนการวิวัฒนาการในดาว ภายในไม่กี่นาทีแรกหลัง บิกแบง ความหนาแน่นและอุณหภูมิของเอกภพ เป็นตัวทำให้เกิด ธาตุเบาในก้อนกาซเริ่มแรก ที่สอดคล้องกับที่วัดในก้อนกาซดั้งเดิมเหล่านี้

3. ปัญหาของบิกแบง ได้แก่อะไร

3.1 เอกภพมีความสม่ำเสมอหรือแบบเดียวกันอย่างเหลือเชื่อ

3.2 ไม่มีวิธีที่จะอธิบายว่าทำไมเรขาคณิตของเอกภพจึงใกล้เคียงกับยูคลิเดียน (นั่นคือ มีความแบน หมายถึง มุมภายในของสามเหลี่ยมบวกกันได้ 180 องศา)

4. สิ่งใดที่เข้ามาช่วยในเรื่องทฤษฎีบิกแบงต้นตอ

ทฤษฎีการพองตัว

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

โปรดอ่านบัตรคำสั่ง แล้วปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

บัตรคำสั่ง

1. ประธานกลุ่มแจกบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหาและบัตรกิจกรรม ให้สมาชิกในกลุ่มทุกคน
2. สมาชิกในกลุ่มศึกษาบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา และบัตรกิจกรรม
3. สมาชิกทุกคนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการเรียนรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมลงใน

กระดาษคำตอบ

4. สมาชิกตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยกิจกรรม
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้ว สมาชิกในกลุ่มเก็บสื่อการเรียนรู้ให้เรียบร้อย เพื่อไปศูนย์ต่อไป
6. นำกระดาษคำตอบติดตัวไปศูนย์ต่อไปด้วย

ข้อเสนอแนะ นักเรียนต้องซื่อสัตย์ต่อตนเองในการทำกิจกรรมและมีเหตุผลในการตอบคำถาม การเรียนจึงจะมีประสิทธิภาพ

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

บัตรเนื้อหา

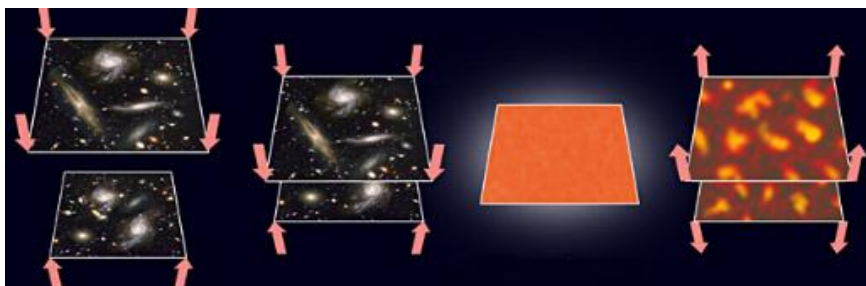
เอกภพจากการชนกัน

ราว 20 ปีที่แล้ว การรวมทฤษฎีบิกแบงเข้ากับการพองตัวได้เสนอสิ่งที่ปฏิเสธกันไม่ได้ แบบจำลองนี้ได้อธิบายการสังเกตการณ์เกือบทั้งหมดในเอกภพที่เคยทำนายไว้อย่างได้ผล แต่แบบจำลองกำเนิดเอกภพยังนำท้าทายต่อไป ไม่นานมานี้เกิดทฤษฎีใหม่ๆที่เพิ่งจะเริ่มต้น รายละเอียดเรียกแบบจำลองไซคลิก หรือแบบจำลองวงกลม หรือวงจร หรือวัฏจักร (Cyclic Model) ที่ทำให้เห็นวงจรอันเป็นนิรันดร์ของบิกแบงและบิกครันช์หรือการเค้นอัดใหญ่ (Big Crunch) แต่แบบจำลองเอกไพโรติก (The Ekpyrotic Model) มาก่อนทฤษฎีไซคลิก (เป็นคำกรีกโบราณที่แปลว่าโกลาหล) เปิดตัวออกมาเมื่อ เมษายน ค.ศ. 2001 โดยปอล สไตน์ฮาร์ดท์ และ จัสติน คูรี จากมหาวิทยาลัยพรินสตัน เนล ทูรอก จากมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ และ เบิร์ต โอฟรัท ของมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย แม้สไตน์ฮาร์ดท์เคยเป็นหนึ่งในผู้กำเนิดทฤษฎีการพองตัว แต่ดูท่าความคิดแบบจำลองเอกไพโรติกจะเข้ามาแทนที่การพองตัวซะแล้ว เอกภพเอกไพโรติก (Ekpyrotic Universe) มาจากทฤษฎีเอ็ม (M Theory) เป็นเวอร์ชันใหม่ของทฤษฎีสั้นเชือก ยิงยวดหรือทฤษฎีซูเปอร์สตริง (Superstring Theory) ที่มี 11 มิติในที่ซึ่ง 6 มิติม้วนตัว ไปเป็นปริมาตรเล็กๆ ที่ไม่มีบทบาทสำคัญ ในทฤษฎีเอ็ม เอกภพ 4 มิติของเรา (3 มิติของอวกาศและ 1 มิติของเวลา) สามารถที่จะคิดเป็นแผ่นบาง(membrane)หรือเรียกสั้นๆ ว่าเบรน (Brane) มี 3 มิติที่มีอาณาเขตอันตึงในกาลอวกาศ มิติที่ 5 เอกภพเอกไพโรติกผุดแผกไปจากแบบจำลองบิกแบงมาตรฐานในหลายรูปแบบ ตามทฤษฎีบิกแบง เอกภพมีจุดเล็กจิ๋วเริ่มต้นที่ร้อนและหนาแน่นมากราว 14 พันล้านปีมาแล้ว แบบจำลองเอกไพโรติกให้เอกภพมีอายุยาวนานมากซีกล้านล้านล้านปี และมีอาณาเขตอันตึง จนกระทั่ง 14 พันล้านปีมาแล้วมันอยู่เป็นเบรนที่เย็น เบรนขนานเคลื่อนที่ในมิติที่ 5 เคลื่อนเข้าหาเบรนของเราซ้ำๆ จนเบรนทั้งสองชนกัน เหตุการณ์นั้นจุดประกายการเกิดบิกแบง พลังงานจลน์ของการชนเปลี่ยนไปเป็นควาร์ก อิเล็กตรอน โฟตอน และอนุภาคอื่นๆที่เห็นทุกวันนี้ การชนกันก็ทำให้เบรนของเรายืดยาว ให้เอกภพอยู่ในลักษณะขยายตัว

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

บัตรเนื้อหา



จากจุดนี้ แบบจำลองเอกภพโรติกต่างจากทฤษฎีบิกแบงเดิมออกไปที่ไม่มีการพองตัว ลักษณะที่ดึงดูดใจของ แบบจำลองเอกภพโรติกคือ มันหลีกเลี่ยงการพองตัว ไม่มีใครทราบว่าแรงอะไรเริ่มต้นการขยายตัวเร่งจัด (Hyper Expansion) ของการพองตัวหรือทำไมการพองตัวถึงยุติเอกภพเอกภพโรติก แก้ปัญหาได้เหมือนดังการพองตัวแก้ปัญหาทฤษฎีบิกแบงต้นตอ เช่น เบน 2 เบนเคลื่อนเข้าหากันช้าๆ มีเวลาที่จะถึงจุดสมดุลและมีความแบน การชนกันของเบนแบน 2 แผ่น ผลิตเอกภพแบน ฉะนั้นการขยายตัวรุนแรงของการพองตัว จึงไม่มีความจำเป็นที่จะเป็นสาเหตุของความโค้งแบนของเอกภพเริ่มแรก

เนื่องจากเบนที่ชนกัน 2 แผ่น ขนานกันและแบนเหมือนตีจึงฉาบ ความสะท้อนแผ่ไปพร้อมกันทุกแห่ง บริเวณที่ห่างกันรับการกระแทกเริ่มแรกเหมือนกัน อธิบายได้ว่า ทำไมเอกภพ (โดยเฉพาะฉากหลังไมโครเวฟเอกภพ) จึงเหมือนกันในทุกทิศทาง อย่างไรก็ดี ระลอกควอนตัมภายในเบนที่เข้าหากันหมายถึง การชนเผยตัวที่เวลาต่างกัน เล็กน้อยในเบนของเรา ทำให้มีการแปรอุณหภูมิบ้างในฉากหลังไมโครเวฟสอดคล้องกับการสังเกตการณ์ในปัจจุบัน การแปรอุณหภูมิเหล่านี้วิวัฒนาการไปเป็นการเพิ่มความหนาแน่นของมวลในอวกาศ แล้วในที่สุดจะกลายเป็นการเกิดดาราจักร

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

บัตรกิจกรรม

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ใจความสมบูรณ์ที่สุด

1. แบบจำลองที่มาก่อนทฤษฎีไซคลิก คือ ทฤษฎีใด
2. ทฤษฎีเอกไฟโรติกมาจากทฤษฎีใด
3. ลักษณะที่ดึงดูดใจของทฤษฎีเอกไฟโรติกเป็นอย่างไร
4. แบบจำลองเอกภพเอกไฟโรติกให้เอกภพมีอายุประมาณเท่าใด

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

สื่อและวัสดุอุปกรณ์

1. วัสดุชิ้นเรื่องการชนกันของเอกภพ
2. บัตรคำสั่ง
3. บัตรเนื้อหา
4. บัตรคำถาม
5. บัตรเฉลย

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

บัตรเฉลยกิจกรรม

1. แบบจำลองที่มาก่อนทฤษฎีไซคลิก คือ ทฤษฎีใด
แบบจำลองเอกไพโรติก
2. ทฤษฎีเอกไพโรติกมาจากทฤษฎีใด
ทฤษฎีเอ็ม (M Theory)
3. ลักษณะที่ดึงดูดใจของทฤษฎีเอกไพโรติกเป็นอย่างไร
หลีกเลี่ยงการพองตัว
4. แบบจำลองเอกภพเอกไพโรติกให้เอกภพมีอายุประมาณเท่าใด
ล้านล้านล้านล้านปี และมีอาณาเขตอันันต์

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
 ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรวจ) เกมเอกภพ



โปรดอ่านบัตรคำสั่ง แล้วปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประธานกลุ่มแจกบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหาและบัตรกิจกรรม ให้สมาชิกในกลุ่มทุกคน
2. สมาชิกในกลุ่มศึกษาบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา และบัตรกิจกรรม
3. สมาชิกทุกคนแลกเปลี่ยนกันเล่นเกมเอกภพ
4. สมาชิกตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยกิจกรรม
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้ว สมาชิกในกลุ่มเก็บสื่อการเรียนรู้ให้เรียบร้อย เพื่อไปศูนย์ต่อไป
6. นำกระดาษคำตอบติดตัวไปศูนย์ต่อไปด้วย

ข้อเสนอแนะ นักเรียนต้องซื่อสัตย์ต่อตนเองในการทำกิจกรรมและมีเหตุผลในการตอบคำถาม การเรียนจึงจะมีประสิทธิภาพ

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

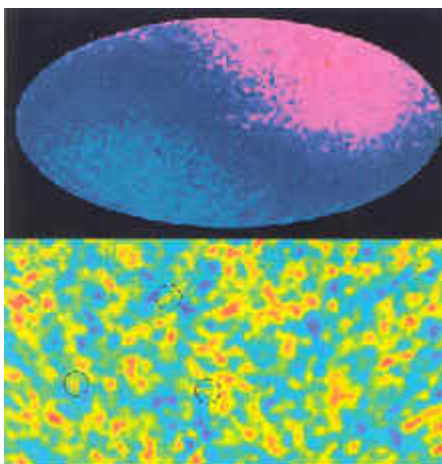
ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรอง) เกมเอกภพ

บัตรที่ 2

บัตรเนื้อหา



อาร์โน เพนเซียส(ซ้าย) และโรเบิร์ต วิลสัน อยู่ข้างหน้าสายอากาศที่ใช้วัดฉากหลังไมโครเวฟเอกภพ การค้นพบนี้ได้รางวัล โนเบล ค.ศ.1978 ในสาขาฟิสิกส์ การมีฉากหลังไมโครเวฟ เป็นหลักฐานที่ดีว่าเอกภพ เริ่มต้นจากสภาพบิกแบง



ภาพบน

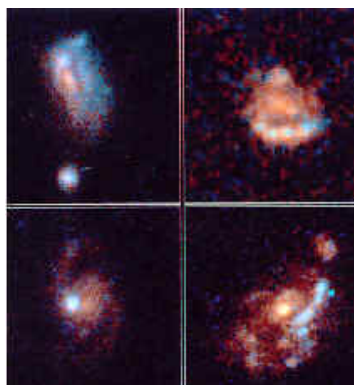
ดาวเทียมโคบ (COBE) พิสูจน์ว่าฉากหลังไมโครเวฟ เอกภพมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย (สีน้ำเงินเป็นพื้นที่ร้อน สีแดงเป็นพื้นที่เย็น) มาจากการเคลื่อนที่ของดาราจักรเราผ่านเอกภพ

ภาพล่าง

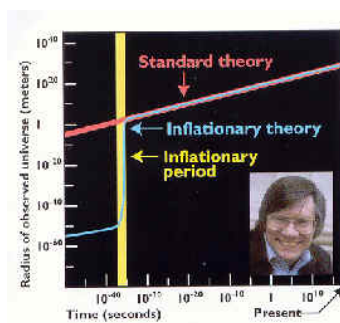
การสังเกตการณ์ฉากหลังไมโครเวฟ เอกภพที่มีกำลังแยกภาพสูงไม่นานมานี้ จากการทดลองบนบัลลูน บวมเมอแรง แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเล็กน้อย สนับสนุนความคิดว่าเอกภพแบนตามแบบจำลองการพองตัว

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรอง) เกมเอกภพ



ดารารจักรระยะทางไกลมาก ถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล มันดูแปลกชอบกน
เมื่อเทียบกับดารจักรที่อยู่ใกล้ๆ แสดงว่า เอกภพกำลังมีวิวัฒนาการ นี่เป็นสิ่งที่เราจะคิดว่าอยู่ในเอกภพ
บิกแบงไม่ใช่อยู่ในเอกภพสภาวะคงที่

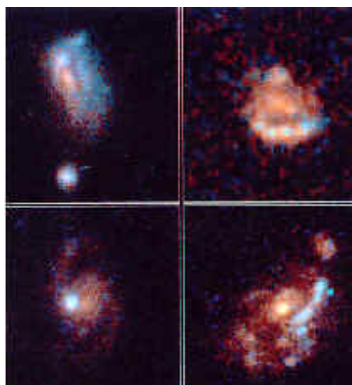


อลัน กูธ ที่เอ็มไอที คิดแบบจำลองการพองตัวของเอกภพใน ค.ศ. 1979 การพองตัวเป็น
การแก้ไขทฤษฎีบิกแบงต้นตอ ระหว่างเสี้ยวเล็กของช่วงชีวิตเริ่มต้นการมีเอกภพ

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรวจ) เกมเอกภพ

บัตรกิจกรรม

1. อัลัน กูธ เกี่ยวข้องกับเรื่องใด
2. ภาพนี้เกี่ยวข้องกับสิ่งใด



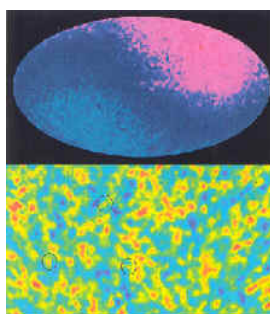
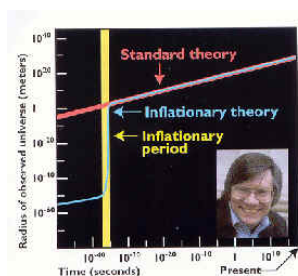
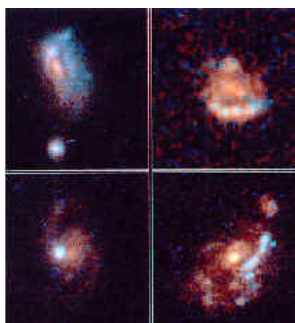
3. บุคคลในภาพคือใคร



ชุดที่ 4 เรื่อง กำเนิดเอกภพ ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรวจ) เกมเอกภพ

สื่อและวัสดุอุปกรณ์

บัตรคำและบัตรภาพในการจับคู่

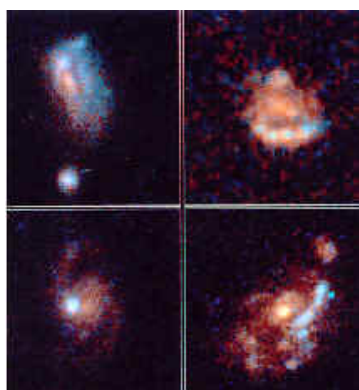


1. แบบจำลองเอกไพโรติก
2. อาร์โน เพนเซียส์(ชาย) และโรเบิร์ต วิลสัน
3. ดาวเทียมโคบ (COBE) พิสูจน์ว่าจากหลังไมโครเวฟเอกภพมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน
4. อลัน กูธ
5. ดาราจักร
6. การทดลองบนบัลลูนบูมเมอแรง

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
 ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรอง) เกมเอกภพ

บัตรเฉลยกิจกรรม

1. อัลัน กูธ เกี่ยวข้องกับเรื่องใด
 คิดแบบจำลองการพองตัวของเอกภพ
2. ภาพนี้เกี่ยวข้องกับสิ่งใด



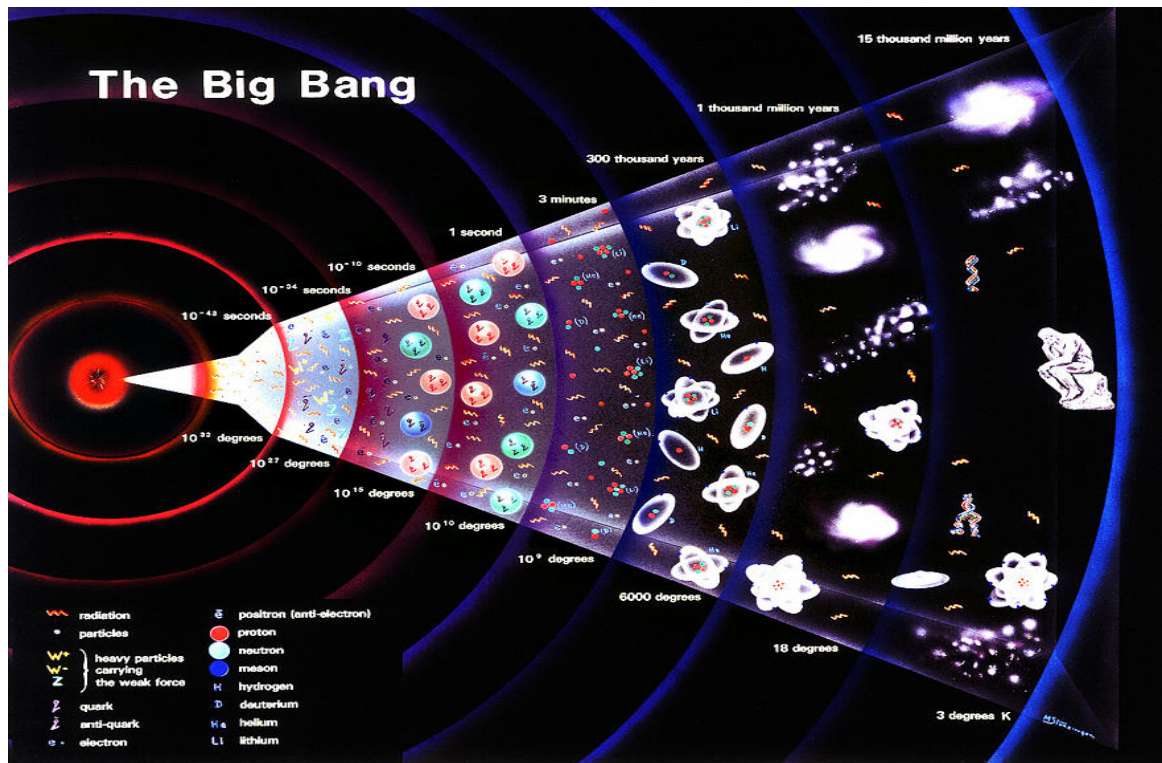
ดารารัจกระยะทางไกลมากถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล

3. บุคคลในภาพคือใคร



อาร์โน เพนเซียส (ซ้าย) และโรเบิร์ต วิลสัน อยู่ข้างหน้าสายอากาศ ที่ใช้วัดฉากหลังไมโครเวฟเอกภพ การค้นพบนี้ ได้รางวัล โนเบล ค.ศ.1978 ในสาขาฟิสิกส์

ชุดการสอนแบบศูนัยการเรียน เรื่องกำเนิดเอกภพ
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ชื่อ ชั้น เลขที่.....

แบบทดสอบ เรื่อง กำเนิดเอกภพ

คำชี้แจง นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้อง

1. ข้อใดกล่าวผิด
 - ก. เอกภพประกอบด้วยดาราจักรจำนวนมาก
 - ข. อาณาเขตของเอกภพกว้างขวางไม่มีขอบเขต
 - ค. วัตถุท้องฟ้าทุกชนิดที่อยู่ในอวกาศล้วนอยู่ในเอกภพ
 - ง. เอกภพประกอบด้วยดวงอาทิตย์ ดาวเนปจูน ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และฝุ่นธุลีในอวกาศ

2. ข้อใดกล่าวถึงดาราจักรได้ถูกต้อง
 - ก. ระบบที่เกิดจากการรวมตัวของดาวฤกษ์
 - ข. ระบบของดาวที่กระจัดกระจายในเอกภพ
 - ค. ระบบที่เกิดจากการรวมตัวของดาวเคราะห์
 - ง. ระบบของดาวที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มในเอกภพ

3. ทฤษฎีใดเกี่ยวข้องกับการเกิดเอกภพ
 - ก. ทฤษฎีจลน์
 - ข. ทฤษฎีบิกแบง
 - ค. ทฤษฎีปีทาโกรัส
 - ง. ทฤษฎีระเบิด

4. ดาวเทียมใดพิสูจน์ว่าฉากหลังไมโครเวฟมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน
 - ก. Cobe
 - ข. Code
 - ค. Cane
 - ง. Case

5. ข้อใดเป็นปัญหาแรกของทฤษฎีบิกแบง
 - ก. เอกภพมีความสม่ำเสมอหรือแบบเดียวกันอย่างเหลือเชื่อ
 - ข. เอกภพไม่มีความสม่ำเสมอหรือแบบเดียวกันอย่างเหลือเชื่อ
 - ค. เอกภพมีความสม่ำเสมอและสังเคราะห์ด้วยแสง
 - ง. ถูกทุกข้อ

6. ข้อใดเกี่ยวข้องกับทฤษฎีบิกแบง

- ก. สังเคราะห์แสง
- ข. สะสมอาหาร
- ค. การพองตัว
- ง. การหายใจ

7. สารใดเกี่ยวข้องกับทฤษฎีบิกแบง

- ก. มะนาว
- ข. ออกซิเจน
- ค. ลิเทียม
- ง. เหล็ก

8. ความหนาแน่นและอุณหภูมิของเอกภพทำให้เกิดสิ่งใด

- ก. ธาตุเบา
- ข. ธาตุหนัก
- ค. คลอโรฟิลล์
- ง. พลังงาน

9. เรขาคณิตเอกภพมีลักษณะอย่างไร

- ก. กลม
- ข. แบน
- ค. วงรี
- ง. สี่เหลี่ยม

10. สิ่งใดมาแทนที่เมื่อเอกภพมีอายุมากขึ้น

- ก. ความเรียบ
- ข. ความสว่าง
- ค. ความมืด
- ง. ความโค้ง

เฉลยแบบทดสอบ เรื่อง กำเนิดเอกภพ

1. ง.
2. ง.
3. ข.
4. ก.
5. ก.
6. ค.
7. ค.
8. ก.
9. ข.
10. ง.

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ



บัตรคำสั่ง

โปรดอ่านบัตรคำสั่ง แล้วปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประธานกลุ่มแจกบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหาและบัตรกิจกรรม ให้สมาชิกในกลุ่มทุกคน
2. สมาชิกในกลุ่มศึกษาบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา และบัตรกิจกรรม
3. สมาชิกทุกคนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการเรียนรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมลงใน

กระดาษคำตอบ

4. สมาชิกตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยกิจกรรม
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้ว สมาชิกในกลุ่มเก็บสื่อการเรียนให้เรียบร้อย เพื่อไป

ศูนย์ต่อไป

6. นำกระดาษคำตอบติดตัวไปศูนย์ต่อไปด้วย

ข้อเสนอแนะ นักเรียนต้องซื่อสัตย์ต่อตนเองในการทำกิจกรรมและมีเหตุผลในการตอบคำถาม การเรียนจึงจะมีประสิทธิภาพ

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

บัตรเนื้อหา

บิกแบงต้นตอ

ค.ศ. 1929 เอ็ดวิน ฮับเบิล พิสูจน์แผนที่ที่มีชื่อเสียง แสดงดาราจักรเกือบทั้งหมดเคลื่อนที่ห่างจากดาราจักรของเรา ด้วยความเร็วถอยห่าง เป็นสัดส่วนกับระยะทางปัจจุบัน หรือดาราจักรไกลกว่าก็เคลื่อนที่เร็วกว่าดาราจักรใกล้ๆ แม้แต่ฮับเบิลเอง ตอนแรกก็ปฏิเสธความคิดเช่นนี้ ข้อมูลเหล่านี้บอกว่า เอกภพทั้งหมดกำลังขยายตัวจากการยืดของอวกาศระหว่างดาราจักร เมื่อเอกภพขยายตัว หนาแน่นน้อยลงและเย็นตัวมากขึ้น การมองย้อนกลับไปในอดีตสรุปได้ว่าเอกภพมีการเริ่มต้นแน่นอน ตอนนั้นมันอยู่ในสภาวะที่ถูกบีบอัดและร้อนมาก จากจุดเริ่มต้นหนาแน่น มีการบวมตัวที่รู้จักในสภาพ บิกแบง (Big Bang)

เอกภพขยายตัวยังไม่มีนิยามของจุดเริ่มต้นดีพอ มีแต่การขยายตัวตลอดเวลา ความหนาแน่นเฉลี่ยยังคงเหมือนเดิม เพราะมีการสร้างมวลต่อเนื่อง เฟรด ฮอยล์ เฮอร์แมนน์ บอนดี และ ทอมัส โกลด์ เสนอทฤษฎีสภาวะคงที่ (Steady - state Theory) ใน ค.ศ. 1948 แม้มีความสุนทรีย์ในสายตานักดาราศาสตร์บางคน แต่ทฤษฎีสภาวะคงที่ ก็ไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างเดียวกับเอกภพบิกแบง ใน ค.ศ. 1965 อาร์โน เพนเซียส และ โรเบิร์ต วิลสัน ค้นพบรังสีจากหลังไมโครเวฟคอสมิก (CMB : Cosmic Microwave Background) ที่เป็นรังสีเรืองจางหลงเหลือจากอดีตร้อนไกล ทฤษฎีสภาวะคงที่ไม่มีเหตุผลอธิบายรังสีแบบนี้ แต่แบบจำลองบิกแบงอธิบายได้ ยิ่งกว่านั้น ทฤษฎีสภาวะคงที่ไม่สามารถอธิบายจำนวนไฮโดรเจนธรรมดา (โปรตอน) ไฮโดรเจนหนัก (ดิวเทอเรียม) ฮีเลียม และลิเทียม ในก๊อสนาซระหว่างดาราจักร ที่ไม่ได้รับผลใดๆจากขบวนการวิวัฒนาการในดาว ภายในไม่กี่นาทีแรกหลังบิกแบง ความหนาแน่นและอุณหภูมิของเอกภพ เป็นตัวทำให้เกิดธาตุเบาในก๊อสนาซเริ่มแรก ที่สอดคล้องกับที่วัดในก๊อสนาซดั้งเดิมเหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์เกือบทั้งหมด เชื่อแล้วว่า ทฤษฎีสภาวะคงที่ไม่ถูกต้อง

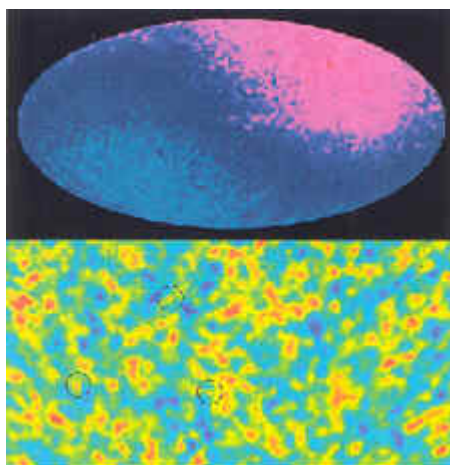
ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

บัตร์เหือหา



อาร์โน เพนเซียส (ซ้าย) และโรเบิร์ต วิลสัน อยู่ข้างหน้าสายอากาศที่ใช้วัดฉากหลังไมโครเวฟ เอกภพ การค้นพบนี้ได้รางวัล โนเบลค.ศ.1978 ในสาขาฟิสิกส์ การมีฉากหลังไมโครเวฟ เป็นหลักฐานที่ดีว่าเอกภพเริ่มต้นจากสภาพบิกแบง



ภาพบน

ดาวเทียมโคบ (COBE) พิสูจน์ว่า ฉากหลังไมโครเวฟ เอกภพมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย (สีน้ำเงินเป็นพื้นที่ร้อน สีแดงเป็นพื้นที่เย็น) มาจากการเคลื่อนที่ของดาราจักรเราผ่านเอกภพ

ภาพล่าง

การสังเกตการณ์ฉากหลังไมโครเวฟ เอกภพที่มีกำลังแยกภาพสูงไม่นานมานี้ จากการทดลองบนบัลลูน บুমเมอแรง แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเล็กน้อย สนับสนุนความคิดว่าเอกภพแบนตามแบบจำลองการพองตัว

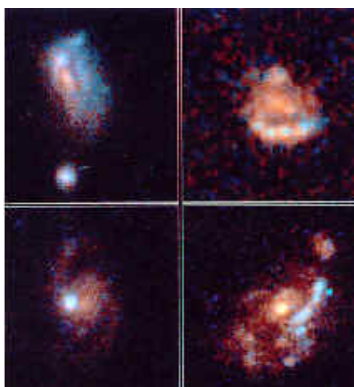
ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

บัตรเนื้อหา

ปัญหาของบิกแบง

แม้ทฤษฎีบิกแบงร้อนที่เป็น "มาตรฐาน" ต้นตอประสบความสำเร็จในการอธิบายลักษณะที่สังเกตการณ์ได้มากมาย แต่เอกภพของเรามีลักษณะบางอย่างน่าฉงนที่ทฤษฎีอธิบายไม่ได้ โดยเฉพาะสภาวะเริ่มแรกที่ดูคล้ายเป็นไปได้ไม่ได้และยังไม่ได้ตัดสินว่าเป็นแบบใดแน่



ดาราจักรระยะทางไกลมากถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลมันดูแปลกชอบกมลเมื่อเทียบกับดาราจักรที่อยู่ใกล้ๆ แสดงว่าเอกภพกำลังมีวิวัฒนาการ นี่เป็นสิ่งที่เราจะคิดว่าอยู่ในเอกภบบิกแบงไม่ใช่อยู่ในเอกภพสภาวะคงที่

ปัญหาแรกคือว่า เอกภพมีความสม่ำเสมอหรือแบบเดียวกันอย่างเหลือเชื่อ เช่นอุณหภูมิชี้ให้เห็นถึงการแผ่รังสีหลังฉากเอกภพที่เหมือนกันทุกทิศทาง ไม่รวม 2 สาเหตุที่ไม่มีความเหมือนกัน คือ การเคลื่อนที่ของดาราจักรผ่านเอกภพ และการแปรเปลี่ยนความหนาแน่นที่เกิดกระจุกดาราจักร เอกภพเป็นเนื้อเดียวกันหรือเหมือนกันได้อย่างไร? บิกแบง อาจเริ่มต้นจาก "จุด" จึงมีอุณหภูมิเหมือนกันได้ แต่บิกแบงไม่ใช่เป็น "จุด" ที่แท้จริง สมการบิกแบงต้นตอที่ย้อนกลับไปในอดีต พบว่าเอกภพใหญ่โตกว่าระยะทางที่สัญญาณใดหรือแสงสามารถเดินทางได้ ภายในอายุเอกภพนั้น สภาวะแรกเริ่ม ยังไม่มีเหตุผลสนับสนุน สภาพเอกภพตอนกำเนิดที่เริ่มจากอุณหภูมิเท่ากัน

ปัญหาใหญ่ที่ 2 ที่มากับทฤษฎีบิกแบงต้นตอ คือ ไม่มีวิธีที่จะอธิบายว่า ทำไมเราคาดคิดของเอกภพ จึงใกล้เคียงกับยูคลิดเดียน (นั่นคือ มีความแบน หมายถึง มุมภายในของสามเหลี่ยมบวกกันได้ 180 องศา) ไม่นานมานี้ ได้วัดขนาดเชิงมุมของการแกว่งอุณหภูมิขึ้นลงในฉากหลังไมโครเวฟคอสมิกแสดงว่า เราคาดคิดเอกภพแบนจริงๆ ที่เรียกกันว่า "ปัญหาความแบน" ทำไมตอนนี้จึงพากันประหลาดใจเรื่องเอกภพแบน ตามสมการที่บรรยายวิวัฒนาการของเอกภพในทฤษฎีบิกแบงต้นตอ เอกภพต้องแบนมากอย่างยิ่งใกล้ตอนเริ่มเกิด มิฉะนั้นเมื่อเอกภพมีอายุมากขึ้น จะมีความโค้งมาแทนที่ความแบนโดยเร็วเพราะขอบเขตมหาศาล เราไม่น่าวัดความแบนได้ในปัจจุบัน

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

บัตรเนื้อหา

การพองตัวมาช่วยแล้ว

ค.ศ. 1979 อลัน กูธ (Alan Guth) นักฟิสิกส์หนุ่มปรากฏตัวพร้อมกับคำเฉลยที่ชาญฉลาดในปัญหาเหล่านี้ เขาเสนอ อินฟลาชันหรือการพองตัว(Inflation) เพื่อแก้ไขทฤษฎีบิกแบงต้นตอ แม้ความคิดที่เสนอมีข้อบกพร่องสำคัญ แต่สมมุติฐานมีพื้นฐานน่าสนใจมาก รอยตำหนินั้นแก้ไขใน ค.ศ. 1981 โดยแอนเดรีย ลินเด ปอล สไตน์ฮาร์ดท์ และแอนเดรียส์ อัลเบิร์ต แต่สูตรของกูธ และการแก้ไขจาก ลินเด สไตน์ฮาร์ดท์ และอัลเบิร์ต ยังมีหลักการจำเป็นอย่างมากที่คล้ายกัน กูธ เสนอว่า สมมุติว่า เอกภพเริ่มต้นเล็กกว่าขนาดที่มาจากสมการของทฤษฎีบิกแบงต้นตอ มันอาจพองตัว ขยายตัวเร็วมาก และมีแฟคเตอร์ที่มหึมาอาจเป็น 10 ยกกำลัง 50 หรือมากกว่านี้ การขยายตัวมหึมาได้จากเอกภพที่เติบโต 2 เท่า ทุกๆเศษส่วนเล็กน้อยของหนึ่งวินาที ภายในช่วงเวลาหนึ่ง ตรงกันข้ามกับเอกภพที่คงที่หรือการขยายตัวที่มีความหน่วงในทฤษฎีบิกแบงต้นตอ การพองตัวเป็นการขยายตัวแบบเอกซโพเนนเชียล ก่อนการพองตัวเอกภพแรกเกิดขนาดจิ๋วมีสมมูลความร้อน มันแตกต่างจากในทฤษฎีบิกแบงแรกต้นตอ เอกภพก่อนพองตัวมีขนาดเล็กมาก จนส่งสัญญาณเดินทางข้ามมันได้ การชนกันระหว่างอนุภาคและโฟตอน จะกระจายความร้อนสม่ำเสมอ เอกภพมีความสม่ำเสมอจากการพองตัว เอกภพที่สังเกตการณ์ในปัจจุบันมีความสม่ำเสมอ ยิ่งกว่านั้นการพองตัวจะทำให้ความโค้งเริ่มแรกแบนได้ เหมือนบัลลูนขยายตัวได้ขนาดใหญ่มาก เอกภพใหญ่มากจนบริเวณทั้งหมดที่เราเห็นด้วยกล้องโทรทรรศน์มีประสิทธิภาพมากที่สุด (ราว 10 ยกกำลัง - 30 ของเอกภพที่มีอยู่จริง) ปรากฏแบนหรือเกือบแบนอย่างผิวโลกที่ปรากฏแบนต่อเราเมื่อมองในระยะทางไกล การพองตัวแก้ปัญหาความแบนได้แล้ว หลังการพองตัวสิ้นสุด เอกภพจะยังคงขยายตัวด้วยอัตราที่สอดคล้องการขยายตัวในทฤษฎีบิกแบงต้นตอ ดังนั้นการพองตัว มีผลแค่ช่วงเวลาสั้นๆ ในชีวิตเริ่มต้นของเอกภพ มันไม่ได้มาแทนทฤษฎีบิกแบง แต่เป็นการแก้ไขเปลี่ยนแปลง การพองตัวสามารถเป็นกลไกที่จุดให้บิกแบงได้เกิด! ในเอกภพแห่งการพองตัว (Inflationary universe) อวกาศขยายตัวเร็วกว่าความเร็วของแสง เอกภพแรกเริ่มเล็กกว่าอะตอม แต่มันก็พองตัวเร็วมากและไปไกลได้หลายปีแสงในช่วงเวลาสั้น

บิกแบงยังมีชีวิตชีวา

ทฤษฎีบิกแบง อายุเก่าแก่มากถูกโจมตีเป็นบางครั้งคราว เพราะแทบไม่มีการสังเกตการณ์สนับสนุน และไม่มีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่น มีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงทฤษฎีที่สำคัญ ส่วนมากแก้ไขความคิดของการพองตัว แต่ผลกระทบแค่ช่วงกระพริบตาแรกของความเป็นตัวตนเอกภพเท่านั้น สมมุติฐานใหม่เหล่านี้ ไม่ได้เปลี่ยนลักษณะสำคัญของบิกแบง ยังไม่มีท่าทีที่ทฤษฎีจะล้มเลิกได้ มันกลับขยายตัวและงามสะพรั่ง เมื่ออธิบายลักษณะน่างงของเอกภพ (เช่นความแบนและความเหมือนกันได้) แต่มีผู้ตำหนิสภาพที่ทฤษฎีบิกแบง ต้องการมวลและพลังงานมากมายจากความไม่มีอะไรเลย คงเป็นเพราะยังไม่เคยกำหนดสิ่งที่มาก่อนการพองตัว เอกภพมาจากการแกว่งควอนตัม มันออกจากความไม่มีอะไรเลย หรือคลอจจากปริมาตรอวกาศต่างๆ กันได้ ความคิดเหล่านี้เป็นสมมุติฐานมีเหตุผลขึ้นกับกฎฟิสิกส์ที่ทราบแล้ว และมันแสดงว่าเอกภพของเราอาจเป็นเพียงเอกภพหนึ่งจากชุดเอกภพนับอนันต์หรือหลาย ๆ เอกภพ

ที่มา <http://www.webstory.netfirms.com>.

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

บัตรกิจกรรม

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ใจความสมบูรณ์ที่สุด

1. บุคคลใดเสนอทฤษฎีสภาวะคงที่
2. ทฤษฎีสภาวะคงที่ถูกล้มลงเพราะไม่สามารถอธิบายสิ่งใดได้
3. ปัญหาของบิกแบงได้แก่อะไร
4. สิ่งใดที่เข้ามาช่วยในเรื่องทฤษฎีบิกแบงต้นตอ

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

สื่อและวัสดุอุปกรณ์

1. วิดีทัศน์เรื่องทฤษฎีบิกแบง
2. บัตรคำสั่ง
3. บัตรเนื้อหา
4. บัตรคำถาม
5. บัตรเฉลย

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 1 บิกแบงต้นตอ

บัตรเฉลยกิจกรรม

- บุคคลใดเสนอทฤษฎีสภาวะคงที่

เฟรด ฮอยล์ เฮอร์แมนน์ บอนดิ และ ทอมัส โกลด์

- ทฤษฎีสภาวะคงที่ถูกล้มลง เพราะไม่สามารถอธิบายสิ่งใดได้

จำนวนไฮโดรเจนธรรมดา(โปรตอน) ไฮโดรเจนหนัก (ดิวเทอเรียม) ฮีเลียม และ ลิเทียม ในก้อนกาซระหว่างดาราจักร ที่ไม่ได้รับผลใดๆ จากขบวนการวิวัฒนาการในดาว ภายในไม่กี่นาทีแรกหลัง บิกแบง ความหนาแน่นและอุณหภูมิของเอกภพ เป็นตัวทำให้เกิด ธาตุเบาในก้อนกาซเริ่มแรก ที่สอดคล้องกับที่วัดในก้อนกาซดั้งเดิมเหล่านี้

- ปัญหาของบิกแบง ได้แก่อะไร

3.1 เอกภพมีความสม่ำเสมอหรือแบบเดียวกันอย่างเหลือเชื่อ

3.2 ไม่มีวิธีที่จะอธิบายว่าทำไมเรขาคณิตของเอกภพจึงใกล้เคียงกับยูคลิเดียน (นั่นคือ มีความแบน หมายถึง มุมภายในของสามเหลี่ยมบวกกันได้ 180 องศา)

- สิ่งใดที่เข้ามาช่วยในเรื่องทฤษฎีบิกแบงต้นตอ

ทฤษฎีการพองตัว

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

โปรดอ่านบัตรคำสั่ง แล้วปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

บัตรคำสั่ง

1. ประธานกลุ่มแจกบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหาและบัตรกิจกรรม ให้สมาชิกในกลุ่มทุกคน
2. สมาชิกในกลุ่มศึกษาบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา และบัตรกิจกรรม
3. สมาชิกทุกคนแลกเปลี่ยนกันเล่นเกมเอกภพ
4. สมาชิกตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยกิจกรรม
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้ว สมาชิกในกลุ่มเก็บสื่อการเรียนรู้ให้เรียบร้อย เพื่อไปศูนย์ต่อไป
6. นำกระดาษคำตอบติดตัวไปศูนย์ต่อไปด้วย

ข้อเสนอแนะ นักเรียนต้องซื่อสัตย์ต่อตนเองในการทำกิจกรรมและมีเหตุผลในการตอบคำถาม การเรียนจึงจะมีประสิทธิภาพ

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

บัตรเนื้อหา

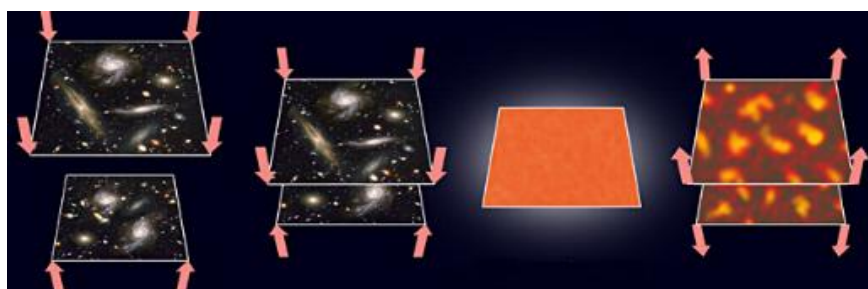
เอกภพจากการชนกัน

ราว 20 ปีที่แล้ว การรวมทฤษฎีบิกแบงเข้ากับการพองตัวได้เสนอสิ่งที่ปฏิเสธกันไม่ได้ แบบจำลองนี้ได้อธิบายการสังเกตการณ์เกือบทั้งหมดในเอกภพที่เคยทำนายไว้อย่างได้ผล แต่แบบจำลองกำเนิดเอกภพยังน่าท้าทายต่อไป ไม่นานมานี้เกิดทฤษฎีใหม่ๆที่เพิ่งจะเริ่มต้น รายล่าสุดเรียกแบบจำลองไซคลิก หรือแบบจำลองวงกลม หรือวงจร หรือวัฏจักร (Cyclic Model) ที่ทำให้เห็นวงจรมันเป็นนิรันดร์ของบิกแบงและบิกครันช์หรือการเค้นอัดใหญ่ (Big Crunch) แต่แบบจำลองเอกไพโรติก (The Ekpyrotic Model) มาก่อนทฤษฎีไซคลิก (เป็นคำกรีกโบราณที่แปลว่าโกลาหล) เปิดตัวออกมาเมื่อ เมษายน ค.ศ. 2001 โดยปอล สไตน์ฮาร์ดท์ และ จัสติน คูรี จากมหาวิทยาลัยพรินซ์ตัน เนล ทูรอก จากมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ และ เบิร์ต โอฟรีท จากมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย แมสไตน์ฮาร์ดท์เคยเป็นหนึ่งในผู้กำเนิดทฤษฎีการพองตัว แต่ดูท่าความคิดแบบจำลองเอกไพโรติกจะเข้ามาแทนที่การพองตัวแล้ว เอกภพเอกไพโรติก (Ekpyrotic Universe) มาจากทฤษฎีเอ็ม (M Theory) เป็นเวอร์ชันใหม่ของทฤษฎีสั้นเชือกยิ่งยวดหรือทฤษฎีซูเปอร์สตริง (Superstring Theory) ที่มี 11 มิติในที่ซึ่ง 6 มิติม้วนตัว ไปเป็นปริมาตรเล็กๆ ที่ไม่มีบทบาทสำคัญ ในทฤษฎีเอ็ม เอกภพ 4 มิติของเรา (3 มิติของอวกาศและ 1 มิติของเวลา) สามารถที่จะคิดเป็นแผ่นบาง(membrane)หรือเรียกสั้นๆ ว่าเบรน (Brane) มี 3 มิติที่มีอาณาเขตอนันต์ฝังในกาลอวกาศ มิติที่ 5 เอกภพเอกไพโรติกผุดผ่องไปจากแบบจำลองบิกแบงมาตรฐานในหลายรูปแบบ ตามทฤษฎีบิกแบง เอกภพมีจุดเล็กจิ๋วเริ่มต้นที่ร้อนและหนาแน่นมากราว 14 พันล้านปีมาแล้ว แบบจำลองเอกไพโรติกให้เอกภพมีอายุยาวนานมากซีกล้านล้านล้านล้านปี และมีอาณาเขตอนันต์ จนกระทั่ง 14 พันล้านปีมาแล้วมันอยู่เป็นเบรนที่เย็น เบรนขนานเคลื่อนที่ในมิติที่ 5 เคลื่อนเข้าหาเบรนของเราบ้าง จนเบรนทั้งสองชนกัน เหตุการณ์นั้นจุดประกายการเกิดบิกแบง พลังงานจลน์ของการชนเปลี่ยนไปเป็นควาร์ก อิเล็กตรอน โฟตอน และอนุภาคอื่นๆที่เห็นทุกวันนี้ การชนกันก็ทำให้เบรนของเรายืดยาว ให้เอกภพอยู่ในลักษณะขยายตัว

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

บัตร์เนื้อหา



จากจุดนี้ แบบจำลองเอกภพโรติกต่างจากทฤษฎีบิกแบงเดิมออกไปที่ไม่มีการพองตัว ลักษณะที่ดึงดูดใจของ แบบจำลองเอกภพโรติกคือ มันหลีกเลี่ยงการพองตัว ไม่มีใครทราบว่าจะอะไรเริ่มต้นการขยายตัวเร่งจัด (Hyper Expansion) ของการพองตัวหรือทำไมการพองตัวถึงยุติเอกภพเอกภพโรติก แก้ปัญหาได้เหมือนดังการพองตัวแก้ปัญหาทฤษฎีบิกแบงต้นตอ เช่น เบน 2 เบนเคลื่อนเข้าหากันช้าๆ มีเวลาที่จะถึงจุดสมดุลและมีความแบน การชนกันของเบนแบน 2 แผ่น ผลิตเอกภพแบน ฉะนั้นการขยายตัวรุนแรงของการพองตัว จึงไม่มีความจำเป็นที่จะเป็นสาเหตุของความโค้งแบนของเอกภพเริ่มแรก

เนื่องจากเบนที่ชนกัน 2 แผ่น ขนานกันและแบนเหมือนตีฉิ่งฉาบ ความสะท้อนแผ่ไปพร้อมกันทุกแห่ง บริเวณที่ห่างกันรับการกระแทกเริ่มแรกเหมือนกัน อธิบายได้ว่า ทำไมเอกภพ (โดยเฉพาะจากหลังไมโครเวฟเอกภพ) จึงเหมือนกันในทุกทิศทาง อย่างไรก็ดี ระลอกควอนตัมภายในเบนที่เข้าหากันหมายถึง การชนเผยตัวที่เวลาต่างกัน เล็กน้อยในเบนของเรา ทำให้มีการแปรอุณหภูมิบ้างในฉากหลังไมโครเวฟสอดคล้องกับการสังเกตการณ์ในปัจจุบัน การแปรอุณหภูมิเหล่านี้วิวัฒนาการไปเป็นการเพิ่มความหนาแน่นของมวลในอวกาศ แล้วในที่สุดจะกลายเป็นการเกิดดาราจักร

ที่มา <http://www.webstory.netfirms.com>.

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

บัตรกิจกรรม

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ใจความสมบูรณ์ที่สุด

1. แบบจำลองที่มาก่อนทฤษฎีไซคลิก คือ ทฤษฎีใด
2. ทฤษฎีเอกไฟโรติกมาจากทฤษฎีใด
3. ลักษณะที่ดึงดูดใจของทฤษฎีเอกไฟโรติกเป็นอย่างไร
4. แบบจำลองเอกภพเอกไฟโรติกให้เอกภพมีอายุประมาณเท่าใด

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

สื่อและวัสดุอุปกรณ์

1. วัสดุที่ค้นเรื่องการชนกันของเอกภพ
2. บัตรคำสั่ง
3. บัตรเนื้อหา
4. บัตรคำถาม
5. บัตรเฉลย

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
ศูนย์ที่ 2 เอกภพการชนกัน

บัตรเฉลยกิจกรรม

1. แบบจำลองที่มาก่อนทฤษฎีไซคลิก คือ ทฤษฎีใด
แบบจำลองเอกไฟโรติก
2. ทฤษฎีเอกไฟโรติกมาจากทฤษฎีใด
ทฤษฎีเอ็ม (M Theory)
3. ลักษณะที่ดึงดูดใจของทฤษฎีเอกไฟโรติกเป็นอย่างไร
หลีกเลี่ยงการพองตัว
4. แบบจำลองเอกภพเอกไฟโรติกให้เอกภพมีอายุประมาณเท่าใด
ล้านล้านล้านล้านปี และมีอาณาเขตอนันต์

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
 ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรวจ) เกมเอกภพ



โปรดอ่านบัตรคำสั่ง แล้วปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

- ต่อไป
1. ประธานกลุ่มแจกบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหาและบัตรกิจกรรม ให้สมาชิกในกลุ่มทุกคน
 2. สมาชิกในกลุ่มศึกษาบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา และบัตรกิจกรรม
 3. สมาชิกทุกคนแลกเปลี่ยนกันเล่นเกมเอกภพ
 4. สมาชิกตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยกิจกรรม
 5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้ว สมาชิกในกลุ่มเก็บสื่อการเรียนรู้ให้เรียบร้อย เพื่อไปศูนย์ต่อไป
 6. นำกระดาษคำตอบติดตัวไปศูนย์ต่อไปด้วย

ข้อเสนอแนะ นักเรียนต้องซื่อสัตย์ต่อตนเองในการทำกิจกรรมและมีเหตุผลในการตอบคำถาม การเรียนจึงจะมีประสิทธิภาพ

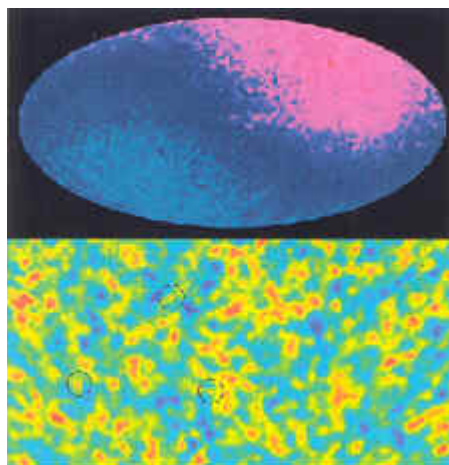
ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ

ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรอง) เกมเอกภพ

บัตรที่ 2
บัตรเนื้อหา



อาร์โน เพนเซียส (ซ้าย) และโรเบิร์ต วิลสัน อยู่ข้างหน้าสายอากาศที่ใช้วัดฉากหลังไมโครเวฟ เอกภพ การค้นพบนี้ได้รางวัล โนเบลค.ศ.1978 ในสาขาฟิสิกส์ การมีฉากหลังไมโครเวฟ เป็นหลักฐานที่ดีว่าเอกภพเริ่มต้นจากสภาพบิกแบง



ภาพบน

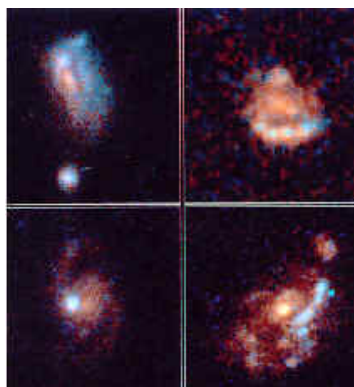
ดาวเทียมโคบ (COBE) พิสูจน์ว่า ฉากหลังไมโครเวฟ เอกภพมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย (สีน้ำเงินเป็นพื้นที่ร้อน สีแดงเป็นพื้นที่เย็น) มาจากการเคลื่อนที่ของดาราจักรเราผ่านเอกภพ

ภาพล่าง

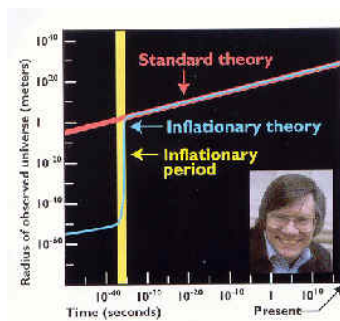
การสังเกตการณ์ฉากหลังไมโครเวฟ เอกภพที่มีกำลังแยกภาพสูงไม่นานมานี้ จากการทดลองบนบัลลูน บวมเมอเรง แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเล็กน้อย สนับสนุนความคิดว่าเอกภพแบนตามแบบจำลองการพองตัว

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
 ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรอง) เกมเอกภพ

บัตรที่ 3
 บัตรเนื้อหา



ดาราจักรระยะทางไกลมาก ถ้ายกจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล มันดูแปลกชอบกกล
 เมื่อเทียบกับดาราจักรที่อยู่ใกล้ๆ แสดงว่า เอกภพกำลังมีวิวัฒนาการ นี่เป็นสิ่งที่เราจะคิดว่าอยู่ในเอกภพ
 บิกแบงไม่ใช่อยู่ในเอกภพสภาวะคงที่

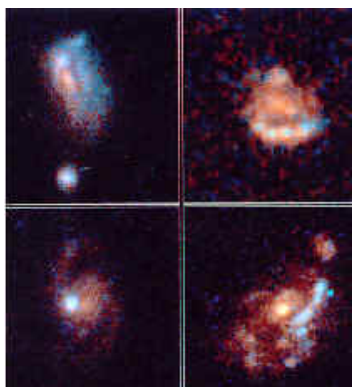


อลัน กูธ ที่เอ็มไอที คิดแบบจำลองการพองตัวของเอกภพใน ค.ศ. 1979 การพองตัวเป็น
 การแก้ไขทฤษฎีบิกแบงต้นตอ ระหว่างเสี้ยวเล็กของช่วงชีวิตเริ่มต้นการมีเอกภพ

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรวจ) เกมเอกภพ

บัตรกิจกรรม

1. อัลัน กูธ เกี่ยวข้องกับเรื่องใด
2. ภาพนี้เกี่ยวข้องกับสิ่งใด



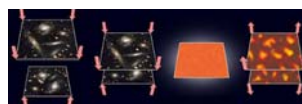
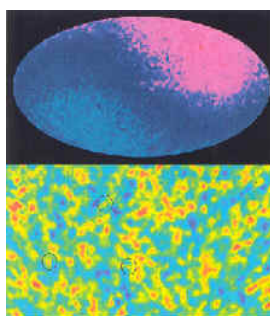
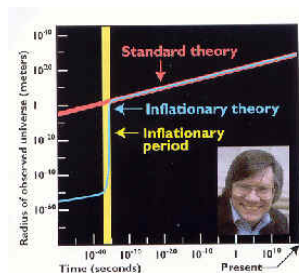
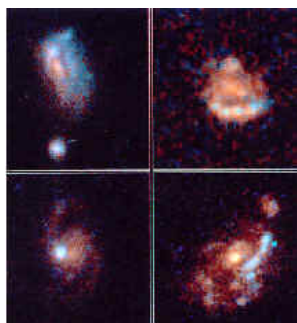
3. บุคคลในภาพคือใคร



ชุดที่ 4 เรื่อง กำเนิดเอกภพ ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรอง) เกมเอกภพ

สื่อและวัสดุอุปกรณ์

บัตรคำและบัตรภาพในการจับคู่

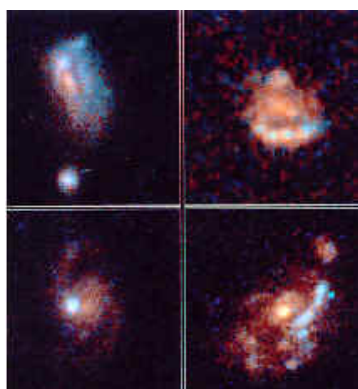


1. แบบจำลองเอกภพโรติก
2. อาร์โน เพนเซียส(ซ้าย) และโรเบิร์ต วิลสัน
3. ดาวเทียมโคบ (COBE) พิสูจน์ว่าหากหลังไมโครเวฟเอกภพมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน
4. อลัน กูธ
5. ดาราจักร
6. การทดลองบนบัลลูนบูมเมอแรง

ชุดที่ 1 เรื่อง กำเนิดเอกภพ
 ศูนย์ที่ 3 (ศูนย์สำรอง) เกมเอกภพ

บัตรเฉลยกิจกรรม

1. อัลัน กูธ เกี่ยวข้องกับเรื่องใด
 คิดแบบจำลองการพองตัวของเอกภพ
2. ภาพนี้เกี่ยวข้องกับสิ่งใด



ดารารัจกระยะทางไกลมากถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล

3. บุคคลในภาพคือใคร



อาร์โน เพนเซียส (ซ้าย) และโรเบิร์ต วิลสัน อยู่ข้างหน้าสายอากาศ ที่ใช้วัดฉากหลังไมโครเวฟเอกภพ การค้นพบนี้ ได้รางวัล โนเบล ค.ศ.1978 ในสาขาฟิสิกส์

6. อนุภาคพื้นฐานขณะเกิดบิกแบงคือข้อใด
- ควาร์ก อิเล็กตรอน นิวทริโน และโฟตอน
 - ควาร์ก อิเล็กตรอน นิวเคลียส และโปรตอน
 - ควาร์ก อิเล็กตรอน นิวตรอน และโฟตอน
 - ควอซาร์ อิเล็กตรอน นิวทริโน และโปรตอน
7. อุณหภูมิพื้นหลังของเอกภพหมายถึงข้อใด
- อุณหภูมิที่อยู่ไกลถึงอนันต์ของเอกภพ
 - อุณหภูมิของเอกภพในปัจจุบัน
 - อุณหภูมิของเอกภพในอดีต
 - อุณหภูมิที่อยู่ใจกลางของเอกภพ
8. ระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซี่ใด
- แมกเจลแลนใหญ่
 - แมกเจลแลนเล็ก
 - แอนโดรเมดา
 - ทางช้างเผือก
9. กาแล็กซี่ทางช้างเผือกมีรูปร่างเป็นกาแล็กซี่แบบใด
- รูปไข่
 - กึ่งหั่น
 - กึ่งหั่นบาร์
 - ไร้รูปทรง
10. การระเบิดอย่างรุนแรงของดาวฤกษ์มวลมากก่อนจะดับสลาย เรียกว่าอะไร
- เนบิวลาดาวเคราะห์
 - ซูเปอร์โนวา
 - กลุ่มก้อนแก๊สยักษ์
 - การระเบิดครั้งใหญ่
11. การจะวัดระยะห่างจากโลกถึงดาวฤกษ์จะต้องคำนวณจากสิ่งใดของดาวดวงนั้น
- แพริลแลกซ์ของดาว
 - ระยะห่างจากดาวฤกษ์ถึงดวงอาทิตย์
 - มุมวีกฤติของดาวฤกษ์
 - ปริมาณแสงและมวลของดาว

12. โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปของข้อใด
- ก. แสงและความร้อน
 - ข. อนุภาคและแสง
 - ค. ความร้อนและพายุเหล็ก
 - ง. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและอนุภาค
13. สิ่งเหมือนกันของดาวฤกษ์แต่ละดวง คือ ข้อใด
- ก. พลังงานและส่วนประกอบ
 - ข. แหล่งกำเนิดและส่วนประกอบ
 - ค. พลังงานและแหล่งกำเนิด
 - ง. สีและแหล่งกำเนิด
14. เมื่อดาวเคราะห์ขาวหยุดส่องแสงจะแปรสภาพเป็นอย่างไร
- ก. ดาวเคราะห์
 - ข. ดาวแคระดำ
 - ค. เนบิวลา
 - ง. หลุมดำ
15. เมื่ออุณหภูมิผิวของดวงอาทิตย์ลดลง จะทำให้สีของดวงอาทิตย์เปลี่ยนจากสีใดเป็นสีใด
- ก. สีเหลืองเป็นสีขาว
 - ข. สีขาวเป็นสีเหลือง
 - ค. สีเหลืองเป็นสีแดง
 - ง. สีขาวเป็นสีแดง
16. ต้นกำเนิดของเนบิวลาคือข้อใด
- ก. การระเบิดของดาวแคระขาว
 - ข. กลุ่มแก๊สที่ได้จากการระเบิดของดาวแคระดำ
 - ค. ซากที่เหลือจากการระเบิดของดาวฤกษ์
 - ง. มวลสารของดวงอาทิตย์หลังการเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์
17. การเกิดของระบบสุริยะจากเนบิวลา มวลสารจำนวนมากจะกลายไปเป็นสิ่งใด
- ก. โลก
 - ข. ดาวเคราะห์
 - ค. ดวงอาทิตย์
 - ง. ดาวเคราะห์น้อย

18. เหตุใดดาวเคราะห์ทั้ง 9 ดวง ในระบบสุริยะจึงต้องโคจรรอบดวงอาทิตย์
- ก. เพราะดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่กว่ามาก
 - ข. เพราะดวงอาทิตย์มีแรงโน้มถ่วงมาก
 - ค. เพราะดวงอาทิตย์มีแสงสว่างในตัวเอง
 - ง. เพราะดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ
19. ดาวเคราะห์ชั้นในได้แก่ข้อใด
- ก. โลกกับดาวอังคาร
 - ข. ดาวศุกร์กับดาวยูเรนัส
 - ค. ดาวเนปจูนกับดาวศุกร์
 - ง. ดาวพฤหัสบดีกับดาวเนปจูน
20. ดาวเคราะห์แก๊สหมายถึงดาวอะไร
- ก. ดาวพุธ
 - ข. ดาวอังคาร
 - ค. ดาวศุกร์
 - ง. ดาวเนปจูน
21. ดาวเคราะห์น้อยโคจรอยู่ระหว่างดาวเคราะห์ใด
- ก. ดาวพุธกับดาวศุกร์
 - ข. ดาวอังคารกับดาวพุธ
 - ค. ดาวอังคารกับดาวพฤหัสบดี
 - ง. ดาวพุธกับดาวเสาร์
22. เศษที่เหลือจากดาวเคราะห์ยักษ์จะเป็นสิ่งใด
- ก. อุกกาบาต
 - ข. ดาวตก
 - ค. ดาวหาง
 - ง. ดาวประหลาด
23. ข้อใดผิด
- ก. ดาวตกเป็นสะเก็ดของดาวหาง
 - ข. ดาวหางไม่มีแสงในตัวเองเช่นเดียวกับดาวเคราะห์
 - ค. มวลของดาวหางบางส่วนจะหายไปทุกรอบของการโคจร
 - ง. คนบนโลกจะสังเกตเห็นดาวหาง เมื่อดาวหางอยู่ใกล้โลก

24. เมื่อมีการปลดปล่อยพลังงานและอนุภาคจากดวงอาทิตย์ ข้อใดมีผลต่อโลกที่หลัง
- คลื่นวิทยุ
 - รังสีคอสมิก
 - แสงธรรมดา
 - รังสีอัลตราไวโอเล็ต
25. ถ้าโลกไม่มีบรรยากาศห่อหุ้ม สิ่งมีชีวิตจะได้รับอันตรายมากที่สุดจากชนิดของพลังงานที่ดวงอาทิตย์ส่งมายังโลก คือข้อใด
- แสงธรรมดา
 - รังสีเอกซ์
 - รังสีอัลตราไวโอเล็ต
 - อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า
26. การเกิดจุดบนดวงอาทิตย์มากที่สุด ระยะห่างประมาณกี่ปี
- 10 ปี
 - 11 ปี
 - 12 ปี
 - 13 ปี
27. ระบบใดมีขนาดใหญ่ที่สุด
- เอกภพ
 - กาแลกซี
 - ระบบสุริยะ
 - ทางช้างเผือก
28. ถ้าดาวหางวิ่งชนโลก จะเกิดเหตุการณ์ในข้อใด
- เกิดก้อนอุกกาบาตกระจายทั่วไป
 - ก้อนน้ำแข็งสกรปรกจากดาวหางกระจายทั่วไป
 - สิ่งแวดล้อมของโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง
 - เกิดแสงสว่างวูบวาบอันเนื่องจากการสะท้อนจากแสงอาทิตย์ทั่วไป
29. ปรากฏการณ์ที่ดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์ต่างส่งแรงโน้มถ่วงซึ่งกันและกันปรากฏการณ์นี้เรียกว่าอะไร
- แรงโน้มถ่วงสัมพันธ์กันในระบบสุริยะ
 - แรงโน้มถ่วงสัมพันธ์กันในระบบสุริยะ
 - ปฏิสัมพันธ์ระหว่างดวงดาวในระบบสุริยะ
 - ปฏิสัมพันธ์ระหว่างดวงดาวในระบบสุริยะ

30. ดวงอาทิตย์ที่มีสีแดงมีชื่อว่าอะไร
- ก. ดาวแดง
 - ข. ดาวยักษ์แดง
 - ค. เนบิวลาสีแดง
 - ง. ตะวันสีแดง
31. พลังงานจำนวนมากที่ได้จากปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ได้จากการเปลี่ยนแปลงในข้อใด
- ก. แสง
 - ข. ความร้อน
 - ค. ปฏิกิริยาเคมี
 - ง. มวลส่วนที่หายไป
32. ดาวเอซึนตรงเส้นขอบฟ้าทิศตะวันออกพอดีจงหาค่ามุมเงยและมุมอะซิมุท
- ก. มุมเงย 0 องศา มุมอะซิมุท 90 องศา
 - ข. มุมเงย 90 องศา มุมอะซิมุท 0 องศา
 - ค. มุมเงย 30 องศา มุมอะซิมุท 90 องศา
 - ง. มุมเงย 20 องศา มุมอะซิมุท 90 องศา
33. จุดเหนือศีรษะมีชื่อเรียกว่าอีกชื่ออะไร
- ก. จุดซีนิท
 - ข. จุดอะควินอกซ์
 - ค. จุดเรเดียน
 - ง. จุดดับ
34. การใช้แผนที่ดาวควรอ่านอย่างไร
- ก. นั่งอ่าน
 - ข. นอนขานกับท้องฟ้า
 - ค. นอนตะแคง
 - ง. นอนคว่ำ
35. ดวงดาวบนท้องฟ้าจะเคลื่อนที่ทุก 1 ชั่วโมง ใช้เวลากี่นาที
- ก. 30 นาที
 - ข. 25 นาที
 - ค. 20 นาที
 - ง. 15 นาที

36. ดาวบีมีค่ามุมอะซิมุท 120 องศา ดาวบีอยู่ระหว่างทิศใด
- ก. ทิศเหนือกับทิศตะวันออก
 - ข. ทิศตะวันออกกับทิศตะวันตก
 - ค. ทิศตะวันออกกับทิศตะวันตก
 - ง. ทิศใต้กับทิศเหนือ
37. ดาวซีมีค่ามุมเมย 0 องศา และมุมอะซิมุท 270 องศา ดาวซีอยู่ตรงตำแหน่งใด
- ก. ทิศเหนือ
 - ข. ทิศตะวันออก
 - ค. ทิศตะวันตก
 - ง. ทิศใต้
38. อุปสรรคสำคัญในการศึกษาทางช้างเผือกคือข้อใด
- ก. แสงจ้ามาก
 - ข. มีน้ำมาก
 - ค. มีไอน้ำมาก
 - ง. มีฝุ่นระหว่างดวงดาว
39. กลุ่มดาวแคสซิโอเปียคือกลุ่มดาวใด
- ก. กลุ่มดาวแอนโดรเมดา
 - ข. กลุ่มดาวค้างคาว
 - ค. กลุ่มดาวนายพราน
 - ง. กลุ่มดาวจระเข้
40. กลุ่มดาวจักรราศีจะเคลื่อนที่อย่างไร
- ก. ตามเส้นสุริยวิถี
 - ข. ตามเส้นดวงจันทร์
 - ค. ตามจุดเหนือศีรษะ
 - ง. ตามจุดเนเตอร์

แบบทดสอบวัดความมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

คำสั่ง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างด้านความมีเหตุผล

1. ด.ช. ไข่ชวน ด.ช.กั้ง ไปเล่นแต่ ด.ช.กั้งทำการทดลองอยู่ ถ้านักเรียนเป็น ด.ช.ไข่ นักเรียนจะทำอย่างไร
 - ก. หยุดทำการทดลองแล้วไปเล่น
 - ข. ทำการทดลองได้ครึ่งหนึ่งแล้วไปเล่น
 - ค. ทำการทดลองจนเสร็จก่อนแล้วไปเล่น
2. น้องทำการทดลองเรื่องเสียงครูให้น้องเลือกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเสียงมากที่สุดข้อใดต่อไปนี้น้องควรเลือก
 - ก. ขวดแก้ว
 - ข. ยางรัดของ
 - ค. ปรอทปากกา
3. มีกระดาษสามสีต่อไปนี้ เขียว ม่วง ฟ้ำ ครูให้นักหีบกระดาษใส่ตะกร้าโดยเรียงตามสีที่กำหนดกระดาษแผ่นใดที่นักเรียนเลือกหีบเรียง เขียว ม่วง ฟ้ำ เขียว ...
 - ก. ฟ้ำ
 - ข. ม่วง
 - ค. เขียว
4. ถ้าห้องฟ้ำมีเมฆสีดำฝนจะตก...แต่วันนี้ฟ้ำไม่มีเมฆ เหตุการณ์ใดต่อไปนี้น่าจะเกิดขึ้น
 - ก. ฝนตก
 - ข. ฝนไม่ตก
 - ค. ฝนเหมือนจะตก
5. วันนี้อากาศร้อนข้อใดบ่งบอกถึงอากาศร้อน
 - ก. นกบิน
 - ข. แมวกินปลา
 - ค. สุนัขกินน้ำ
6. ในการทดลองวิทยาศาสตร์เรื่องการทดสอบสารอาหารซึ่งต้องใช้หลอดหยดแต่ที่โรงเรียนอุปกรณ์ไม่เพียงพอ สิ่งใดที่นักเรียนจะเลือกใช้แทนหลอดหยด
 - ก. สายยาง
 - ข. หลอดฉีดยา
 - ค. หลอดกาแฟ

7. แสงแดดส่องมาที่ใบไม้จะทำให้เกิดสิ่งใด
- ก. ใบไม้ร่วง
 - ข. ใบไม้เปลี่ยนต้น
 - ค. ใบไม้ปรุงอาหาร
8. นพเป็นหวัดเนื่องมาจากอากาศเปลี่ยนข้อใดทำให้พเป็นหวัด
- ก. ออกจากห้องแอร์มาเจอแดด
 - ข. ดื่มน้ำเย็นในห้องแอร์
 - ค. อากาศร้อนแล้วทางร่ม
9. ข้อใดเป็นการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
- ก. ก.นกกินหนอนบนใบไม้
 - ข. ข.แมวกินปลาอย่าง
 - ค. ค.กิ้งก่าสีน้ำตาลอยู่ตรงต้นไม้
10. เอกอมข้าวในปากแล้วมีรสหวาน... ข้าวมีรสหวานเพราะอะไร
- ก. ใส่น้ำตาลลงไป ข้าว
 - ข. น้ำตาลถูกสะสมในรูปของแป้ง
 - ค. น้ำลายมีรสหวาน
11. ลมพัดให้เคลื่อนไหวข้อใดหมายถึงลมพัด
- ก. เป่าขลุ่ยเล่นกับเพื่อน
 - ข. ใบไม้พัดเป็นวงกลม
 - ค. กวาดถนนแล้วมีฝุ่น
12. นกบินโดยใช้ปีกสิ่งใดที่ไม่ใช้ปีก
- ก. นกกลับรัง
 - ข. นกออกหากิน
 - ค. นกจิกหนอน
13. ถ้าดื่มน้ำแล้วจะสดชื่น...ใครจะสดชื่นที่สุด
- ก. นิดดื่มน้ำหวานวันละแปดแก้ว
 - ข. หน้อยดื่มน้ำกาแฟวันละสองแก้ว
 - ค. เนยดื่มน้ำใบเตยวันละสี่แก้ว
14. อากาศร้อนควรเลือกสวมเสื้อผ้าอย่างไร
- ก. เสื้อผ้าขนสัตว์
 - ข. เสื้อผ้าฝ้าย
 - ค. เสื้อผ้าไนลอน

15. ครูให้ทำการทดสอบสารอาหารเรื่องการทดสอบแป้งข้อใดที่ควรเลือกไปทดสอบ
- แป้งเด็ก
 - แป้งฝุ่น
 - แป้งข้าวโพด

ด้านความซื่อสัตย์

16. ครูให้นักตัดก้าน้ำตาลกลูโคสเพียง 1 ซ้อน ในการทดลองเพื่อจะได้ผลการทดลองที่ถูกต้องแต่นิดใช้มากกว่า 1 ซ้อนผลการทดลองจึงได้แตกต่างจากคนอื่น ถ้านักเรียนเป็นนิตจะบอกครูอย่างไร
- ใช้เพียงซัอนเดียวจริงๆ ค่ะ
 - ใช้มากกว่า 1 ซ้อนค่ะ
 - เพื่อนเป็นคนตัดคะหนูไม่ได้ตัด
17. ถ้านักเรียนเก็บอุปกรณ์การทดลองโดยไม่ล้างแล้วครูตรวจเจอ..นักเรียนจะตอบครูอย่างไร
- ล้างแล้วแต่ไม่ได้ตากแดด
 - ล้างแต่ไม่ได้ใช้น้ำยาค่ะ
 - ยังไม่ได้ล้างค่ะ
18. ถ้านักเรียนไปซื้อหลอดทดลองจากร้านเมื่อเดินออกมาแล้วหลอดทดลองหล่นแตก นักเรียนจะทำอย่างไร
- บอกเจ้าของร้านว่าหลอดทดลองแตกตั้งแต่อยู่ในร้าน
 - ไม่เดินกลับเข้าไปในร้านเพราะเราทำหล่นแตกเอง
 - บอกเจ้าของร้านว่าให้หลอดทดลองมาไม่ครบ
19. ในขณะที่ทำการทดลองนักเรียนลืมบันทึกผลการทดลองเมื่อครูถามจะอย่างไร
- บอกครูว่าลืมบันทึกไว้แล้วขอทดลองใหม่
 - อ่านผลการทดลองของเพื่อนที่ทำการทดลองให้ครูฟัง
 - อ่านผลการทดลองของเพื่อนที่ไม่ได้ทำการทดลอง
20. วันนี้อากาศร้อนมากเมื่อครูถามเกมว่าอากาศวันนี้เป็นอย่างไรข้อใดที่เกมควรตอบครู
- อากาศเย็นสบายดีครับ
 - อากาศร้อนครับ
 - อากาศร้อนและมีฝน
21. ครูให้แก่งเพาะถั้วเขียวที่บ้านแล้วบันทึกผล ครูถามแก่งว่าสิ่งใดที่ได้มาเป็นอันดับแรกในการเพาะเมล็ด
- ใบครับ
 - รากครับ
 - รากพร้อมใบครับ

22. ข้อใดที่สมพรควรตอบครูในการทดลองเรื่องทดสอบน้ำตาลหลังจากที่ครูให้ทำการทดลองไปแล้ว
- ใช้สารละลายไอโอดีนในการทดลอง
 - ใช้สารละลายเบเนดิกต์ในการทดลอง
 - ใช้สารละลายไบยูเรตในการทดลอง
23. ครูเห็นแก้วไม่ช่วยทำกิจกรรมกลุ่มแต่เมื่อครูให้ส่งงานครูจึงถามผลการทดลองที่ได้มา ถ้านักเรียนเป็นแก้วจะตอบครูอย่างไร
- หนูทำการทดลองเองได้ผลแบบนี้คะ
 - หนูไม่ได้ช่วยเพื่อนทำการทดลองเลยคะ
 - เพื่อนไม่ให้หนูช่วยทำการทดลองคะ
24. ระบุว่าดวงที่ใช้ทำการทดลองมี 5 อันแต่ในการทดลองต้องใช้ทั้งหมด 6 อัน ข้อใดที่เก่งควรตอบครู
- เพื่อนทำแตกไป 1 อัน
 - มีอยู่แค่ 5 อันครับ
 - หายไป 1 อันครับ
25. การบันทึกผลการทดลองนักเรียนควรบันทึกผลการทดลองอย่างไร
- บันทึกที่ตัวเองทดลอง
 - บันทึกจากที่เพื่อนทดลอง
 - บันทึกขณะที่ครูสรุปตอนท้าย
26. เด็กชายเอใช้สารละลายผิดในการทดลอง ข้อใดที่เด็กชายเอควรทำ
- บันทึกผลที่ได้ตามความจริงแล้วบอกครู
 - บันทึกผลตามของเพื่อนไปก่อนแล้วบอกครู
 - ไม่บันทึกผลการทดลองเลยและไม่บอกครูด้วย
27. แนนซ้อมกิจกรรม Science Show กับเพื่อนแต่มีสารหนึ่งอย่างที่มีอันตราย แนนควรทำอย่างไร
- บอกให้เพื่อนระวังขณะซ้อม
 - ให้เพื่อนซ้อมไปแบบนั้น
 - ถ้าต้องใช้สารนั้นให้เพื่อนเป็นคนใช้
28. นิดเตรียมสารมาทดลองไม่ครบนิดควรแก้ปัญหาอย่างไร
- โทษว่าเพื่อนลืม
 - ยอมรับผิดว่าเอามาไม่ครบ
 - ไปขโมยของเพื่อนคนอื่นมา
29. ครูให้ทำการทดลองว่าแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตต่อพืชหรือไม่ข้อใดแสดงว่าด.ช.ปองกุล ทำการทดลองจริง
- นำกล่องมาครอบต้นพืช 2 ต้นเหมือนกัน
 - นำต้นไม้ 2 กระถางมาทดลองโดยต้นหนึ่งครอบกล่องไว้
 - นำต้นไม้ 3 กระถางมาทำการทดลองโดยครอบกล่องไว้ทั้ง 3 กระถาง

30. ครูให้เตรียมผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวมาทำการทดลองข้อใดที่เพลินควรทำถ้าเพลินเตรียมผลไม้มาผัด
- ก. บอกครูว่าทดลองสารที่มีน้ำตาลแทนได้หรือไม่
 - ข. บอกครูว่าเตรียมผลไม้มาแล้วแต่เพื่อนหยิบไป
 - ค. บอกครูว่าเตรียมผัดแล้วทำการทดลองร่วมกับเพื่อนแทน





ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวศันสนีย์ จันทะวงศ์
วัน เดือน ปีเกิด	23 กรกฎาคม 2523
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านคลองเจ้าเมือง สพป.ปท. เขต 1

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนกาญจนาอนุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรี
พ.ศ. 2544	ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จาก สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
พ.ศ. 2554	กศ.ม.การมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร