

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

สารนิพนธ์
ของ
ธนศักดิ์ ศรีพิทักษ์พาณิชย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กันยายน 2549

การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

สารนิพนธ์

ของ

ธนศักดิ์ ศรีพิทักษ์พาณิชย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

กันยายน 2549

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

บทคัดย่อ

ของ

ธนศักดิ์ ศรีพิทักษ์พาณิชย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

กันยายน 2549

ธนศักดิ์ ศรีพิทักษ์พาณิชย์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ
ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ :
รองศาสตราจารย์.ดร ชูติมา วัฒนศิริ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ
ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหา ความรู้เป็นกลุ่ม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอัสสัมชัญ
สำนักงานเขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการ
สุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลาก ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 16
ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
ตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t-test Dependent Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม หลังเรียนมี
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01
2. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มหลังเรียนมี
ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON SCIENCE ACHIEVEMENT AND CREATIVE DECISION MAKING
OF MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS THROUGH
GROUP INVESTIGATION MODEL

AN ABSTRACT

BY

THANASAK SRIPITAKPANICH

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

September 2006

THANASAK SRIPITAKPANICH.(2006) A Study on Science Achievement and Creative Decision Making of Mathayomsuksa iv Students through Group Investigation Model.

A Study of Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor : Assoc.Prof Dr.Chutima Wattanakere.

The purpose of this research is aimed at studying achievement in Science and creative decision making of Mathayomsuksa iv students through group investigation model.

Through simple random sampling, thirty Mathayomsuksa iv students at Assumption school ,Bangruk District, Bangkok, were selected as a sampling group. The study conducted during 16 hours of teaching in the first semester of the 2006 academic year.

The instruments used in this research were 6 lesson plans, science achievement test , creative decision making test. The data were statistically analyzed by t-test for dependent samples

The results revealed that :

1. The students' achievement in science after using group investigation model was significantly higher than that of pre-test at the .01 level

2. The students' creative decision making in science after using group investigation model was significantly higher than that of pre-test at the .01 level

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
ตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น
กลุ่ม ของธณศักดิ์ ศรีพิทักษ์พาณิชย์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนະศิริ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูติมา วัฒนະศิริ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนະศิริ)

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

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)
วันที่.....เดือน กันยายน พ.ศ. 2549

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชุดิมา วัฒนศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ สมจิต สวธนไพบูลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สรณยา ศรีบางพลี และดร.ราชันย์ บุญธิมา กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือเป็นกำลังใจ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้มีคุณภาพดังปรากฏ ผู้วิจัยซาบซึ้งในความเมตตาเป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณภราดา ดร. อานันท์ ปรีชาวุฒิ อธิการโรงเรียนอัสสัมชัญ ที่ได้อำนวยความสะดวกในการวิจัย ขอขอบพระคุณภราดาอาวุธ ศิลาเกษรองอธิการ และหัวหน้าฝ่ายกิจการนักเรียนที่เป็นกำลังใจและอำนวยความสะดวกในการวิจัย และขอขอบคุณโรงเรียนอัสสัมชัญที่มอบทุนเพื่อการศึกษาและการวิจัย

ขอขอบคุณอาจารย์ วัศมี เลิศอารมย์ อาจารย์ ปานแก้ว อักษรขำอาจารย์วิไล รัตนพลที่กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำ และแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย ขอขอบคุณ อาจารย์สุกัญญา งามวิมลวงศ์ อาจารย์ ตวงพร จันทน์โรจ อาจารย์เอกกมล สงวนนาม อาจารย์กิตติศิลป์ จ่างตระกูล ที่ได้เอื้อเฟื้อและอำนวยความสะดวกในการหาคุณภาพเครื่องมือและการทดลองอย่างดี ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพเครื่องมือและการทดลองเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาการมัธยมศึกษา กลุ่มการสอนวิทยาศาสตร์ทุกคนที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงมีจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ผู้มีพระคุณทุกท่าน ครูบาอาจารย์ที่ให้การอบรม ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

ธนศักดิ์ ศรีพิทักษ์พาณิชย์

สารบัญ

บทที่

หน้า

1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	4
ตัวแปรที่ใช้ศึกษา	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
สมมติฐานการวิจัย	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
เอกสารเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม	8
งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม	24
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์.....	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์.....	37
เอกสารเกี่ยวกับการตัดสินใจ	39
งานวิจัยที่เกี่ยวกับการตัดสินใจ.....	52
3 วิธีดำเนินการวิจัย	56
การกำหนดกลุ่มประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	56
การกำหนดเนื้อหาในการทดลอง.....	56
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง.....	57
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	57
การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	57

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

วิธีหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้.....	58
แบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	58
วิธีหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้.....	58
ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ..	60
วิธีหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์	61
วิธีดำเนินการวิจัย	62
การวิเคราะห์ข้อมูล	63
สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	63
สถิติที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพเครื่องมือ	63
สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน.....	65
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	68
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	68
สมมติฐานในการวิจัย	68
วิธีดำเนินการวิจัย	68
การวิเคราะห์ข้อมูล	69
สรุปผลการวิจัย	69
อภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูล	69
ข้อเสนอแนะ	73
บรรณานุกรม	74

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

ภาคผนวก.....	84
ภาคผนวก ก	85
ภาคผนวก ข	87
ภาคผนวก ค	92
ภาคผนวก ง.....	95
ภาคผนวก จ	178
ภาคผนวก ฉ	189
ภาคผนวก ช	196
 ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	 201

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest- Posttest Design	62
2	แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้ สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ก่อนและหลังการทดลอง	66
3	แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ จัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มก่อนและหลังการทดลอง.....	67
4	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..	87
5	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจ อย่างสร้างสรรค์.....	88
6	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง กำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการ ของดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ	89
7	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องกำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ	90
8	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องกำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ	92
9	แสดงคะแนนความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องกำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ	93
10	เปรียบเทียบ ระดับสี และ อุณหภูมิ.....	160

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1 แผนภูมิกิจกรรมขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	14
2 Group Investigation Model.....	24
3 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	34

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมากเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีการพัฒนาก้าวหน้าสูง มีการเชื่อมโยงถึงกันทั่วโลกในลักษณะใยแมงมุมทำให้ข่าวสารต่างๆ หลั่งไหลเชื่อมต่อถึงกันด้วยความเร็วมาก ประเทศไทยก็อยู่ในลักษณะดังกล่าวข่าวสารต่างๆ หลั่งไหลเข้ามาในสังคมไทยรวมทั้งการแพร่ขยายของวัฒนธรรมต่างๆ ได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรมและวิถีชีวิตของคนไทยอย่างมาก ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ขึ้นในสังคมไทยโดยรวม เนื่องจากประเทศไทยมีความเจริญแบบสังคมเกษตรกรรมจึงมีความแตกต่างในด้านเทคโนโลยีและวัฒนธรรมมาก เราจึงต้องหันมาทบทวนและให้ความสำคัญกับการศึกษาเพื่อการพัฒนาบุคลากรของประเทศให้มีความรู้ความสามารถในการปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข การจัดกระบวนการสำคัญในการพัฒนาความรู้ ความสามารถ ค่านิยม และเจตคติตลอดจนคุณภาพของบุคคล เพื่อเป็นพลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ ปัจจัยสำคัญที่จะให้บรรลุผลเช่นนั้นได้ก็คือการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพดังพระบรมราโชวาทของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงตรัสว่า “...การศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างและพัฒนาความรู้ ความคิด ความประพฤติและคุณธรรมของบุคคล สังคมและบ้านเมืองก็จะมีพลเมืองที่มีคุณภาพซึ่งสามารถธรรมาภิบาลรักษาความเจริญมั่นคงของประเทศชาติไว้ และพัฒนาให้ก้าวหน้าต่อไปได้โดยตลอด...” (วิทยาจารย์ 2543 : 1)

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีจุดมุ่งหมายในการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ คุณธรรม จริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข(กระทรวงศึกษาธิการ. 2541:47) สำหรับหลักสูตรทางวิทยาศาสตร์ก็มีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้เกิดกระบวนการคิด เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย พัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อเทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน. 2544:3) อันเป็นปัจจัยในการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถดำรงชีวิตในสังคมและประกอบอาชีพอยู่ได้ แต่ก็ยังมีครูอีกจำนวนไม่น้อยที่สอนแบบท่องจำทำให้เรียนยาก น่าเบื่อและผู้เรียนคิดไม่เป็น ทำไม่เป็น ขาดความสามารถในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ไม่ทันสมัยเนื่องจากความรู้ใหม่ๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมากทำให้ผู้เรียนตามโลกไม่ทันความคิดล้าหลัง ดังคำกล่าวของนายแพทย์ประเวศวະสี “...เรามีโรงเรียน เรามีมหาวิทยาลัย แต่วิธีการเรียนของเราไม่ได้ทำให้เราฉลาด เน้นแต่ท่องจำ ความรอบรู้ไม่มี ความคิดไม่มี ...”(ความฝันของแผ่นดิน. 2539:14) ดร.ชัยวัฒน์ อุประตกุล นักวิทยาศาสตร์ชั้นนำคนหนึ่งของไทย กล่าวว่า “...คนเก่ง

ในอนาคตมิใช่คนที่รู้หรือจำข้อมูลได้มากมาย แต่เป็นคนที่รู้ว่าสถานการณ์ใดจะต้องใช้ข้อมูลอะไร และจะไปหาข้อมูลนั้นได้ที่ไหน..."(กรุงเทพฯธุรกิจ 9 เมษายน 2539) ดังจะเห็นได้จากการจากการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติโดยสำนักทดสอบทางการศึกษา (สพฐ) ปีการศึกษา 2546 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าได้คะแนนเฉลี่ยวิชาต่างๆดังนี้ วิชาภาษาไทยได้ 44.50 เปอร์เซนต์ วิชาสังคมศึกษา 41.85 เปอร์เซนต์ วิชาภาษาอังกฤษ 39 เปอร์เซนต์ วิชาคณิตศาสตร์ 34 เปอร์เซนต์ วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 48.8 เปอร์เซนต์ วิชาเคมี 38.65 เปอร์เซนต์ วิชาชีววิทยา 36.75 เปอร์เซนต์ และวิชาฟิสิกส์ 32.57 เปอร์เซนต์ เมื่อมาดูผลในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็มีลักษณะคล้ายกัน และบางวิชาตกต่ำมากกว่าด้วย นับว่าเป็นเรื่องที่น่าเป็นห่วงมาก เมื่อดูพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ฉบับพุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ที่ให้ความสำคัญของผู้เรียนในลักษณะการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนวทางในการแสวงหาความรู้ แต่ครูผู้สอนบางคนยังขาดความรู้ความเข้าใจในวิธีการดังกล่าว จึงเกิดความสับสนในการจัดการเรียนรู้ ดังคำกล่าวของ รศ.ดร.สุมณฑา พรหมบุญ (2542:2) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในบ้านเรา ยังมีจุดบอดที่ผู้นำแนวคิดไปเผยแพร่ไม่เข้าใจ รับข้อมูลไม่ครบถ้วน หรือได้รับมาแบบหนึ่ง แต่คิดว่าสามารถนำไปใช้ได้ทุกสถานการณ์ ทั้งที่การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญต้องใช้วิธีที่หลากหลายเข้าถึงเด็ก เพราะแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้บรรลุจุดหมายของหลักสูตรครูผู้สอนต้องคำนึงถึงความแตกต่างกันของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปฏิบัติจริงเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและมีความสามารถในการตัดสินใจ ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางแห่งการเรียนรู้ ร่วมกันคิด ร่วมกันวิเคราะห์ ผู้สอนต้องจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาร่างกายอารมณ์สังคมและสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งครูผู้สอนเองจะต้องให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตลอดจนเอื้ออำนวยความสะดวกต่างๆ ให้กับผู้เรียนได้ทำงานร่วมมือกัน วางแผน แก้ปัญหา ตลอดจนแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ รับฟังความคิดเห็นสมาชิกภายในกลุ่มด้วยความตั้งใจอันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาอารมณ์สังคมความสามารถในการตัดสินใจและสติปัญญาให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของตนเองมีความมั่นใจในการเรียนรู้มากขึ้น

การสอนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มเป็นวิธีที่จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บรูซ จอยซ์ และมาร์ชา วิล (Bruce Joyce and Marsha Well. 1996 : 65 -78) กล่าวว่า เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่นักเรียนแก้ปัญหาโดยกระบวนการประชาธิปไตยเป็นกลุ่มที่สืบเสาะหาความรู้ภายใต้ความเป็นประชาธิปไตยเป็นหลักผู้เรียนต้องถกเถียงกันและตกลงกันภายในกลุ่มภายใต้ความสามารถของแต่ละบุคคล โดยมีการแข่งขันระหว่างกลุ่ม และมีการร่วมมือภายในกลุ่มเพื่อนำไปสู่จุดหมายของความเป็นพลเมืองดีของสังคม จอห์นสันและจอห์นสัน (Johnson and Johnson. 1987 : 23 -24) กล่าวว่า สมาชิกภายในกลุ่มมีความรับผิดชอบร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์

แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันมีความรับผิดชอบต่อตนเองในงานที่ได้รับมอบหมาย และมีทักษะในการทำงานกลุ่ม ชาแรนและชาแรน(Sharan and Sharan)กล่าวว่าเป็นวิธีที่จะช่วยผู้เรียนให้พัฒนาตนเองได้ ผู้เรียนได้เลือกหัวข้อที่ตนเองสนใจไปศึกษาวางแผนการทำงานร่วมกัน ช่วยกันศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเสนอผลงานและประเมินผลงานด้วยตนเองหรือให้เพื่อน ประเมินการใช้กระบวนการกลุ่มอย่างมีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างประสบการณ์ให้กับสมาชิกในกลุ่มทำให้สมาชิกเรียนรู้อยู่ร่วมกันการทำงานร่วมกันเข้าใจหน้าที่ของตนและรู้จักปรับตัวเข้าหากกลุ่มเป็นการเรียนรู้อันเป็นรากฐานในการดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข นับว่าเป็นเรื่องที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ. ศ.2545 – 2549) ที่ต้องการให้คนไทยทุกคนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น มีเหตุผล มีความคิดสร้างสรรค์สังคมมีความสมานฉันท์และเอื้ออาทรต่อการจัดการเรียนรู้ของแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 9 (พ.ศ.2545 – 2549)ที่ต้องการให้นักเรียนทำงานเป็นทีมเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันอย่างมีความสุขและสร้างสรรค์(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.2541) และการกำหนดลักษณะสำคัญเบื้องต้นของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มของ จอยส์ และเวลล์ (1985 : 239 – 240) สนับสนุนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มตามทฤษฎีของเดอเลนว่าเป็นรูปแบบที่ให้การอบรมแก่ผู้เรียนแล้วก่อให้เกิดการยอมรับศักยภาพของผู้อื่น มีเสรีภาพในฐานะที่เป็นผู้เรียน เกิดการยอมรับการมีส่วนร่วมทางสังคม สร้างความผูกพันและความอบอุ่นระหว่างบุคคล ที่มีประสิทธิภาพ

การตัดสินใจนับว่ามีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของบุคคล การทำกิจกรรมทุกอย่างจะต้องมีการตัดสินใจทั้งสิ้น หากการตัดสินใจผิดพลาดก็อาจมีผลถึงอนาคตของตนเองและผู้ที่อยู่ในวงจรแห่งการตัดสินใจทั้งในทางบวกและทางลบ แต่เป็นเรื่องที่น่าเสียดายมากที่กระบวนการจัดการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีโอกาสคิดและฝึกตัดสินใจน้อยมาก จากงานการวิจัยของซุลลิแวน(Sullivan.1976) ลาสกิน (Laskin.1980) และ แพทเทอร์สัน(Patterson.1996).พบว่านักเรียน นิสิตที่ได้รับการฝึกการตัดสินใจจะมีคุณภาพในการคิด และความสามารถในการตัดสินใจสูงกว่าผู้ไม่ได้รับการฝึก

การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มทำให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน เกิดการเรียนรู้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นประสบการณ์ เป็นการเรียนรู้ด้วยการลงมือด้วยตนเอง คิดเอง ทำเอง แก้ปัญหาเอง มีการฝึกหัดสื่อสาร ตลอดจนมีกระบวนการในการฝึกหัดการตัดสินใจตลอดเวลาที่ร่วมคิดร่วมทำกิจกรรม ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมาพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์และสติปัญญาของนักเรียนโรงเรียนอัสสัมชัญ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. เพื่อฝึกหัดให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สื่อสารเป็น บริหารจัดการกลุ่มย่อย เป็น และมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์
3. เพื่อเตรียมผู้เรียนให้เป็นประชากรที่มีคุณภาพและสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข และเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียน อัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 100 คนที่มีการจัดห้องเรียนแบบคละกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียน อัสสัมชัญ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่ม อย่างง่าย (Simple Random Sampling)

ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาในการทดลอง กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 กลุ่มตัวอย่างใช้เวลาทดลองสอน 16 คาบๆ ละ 50 นาที

เนื้อหาในการทดลอง

เป็นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 7 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแลกซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1.การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกัน โดยจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆละ4-5 มีการกำหนดบทบาทของกลุ่มและการหมุนเวียนบทบาทหน้าที่รวมทั้งจุดมุ่งหมายของการเรียนด้านวิชาการ และพฤติกรรมที่คาดหวังจากการทำงานกลุ่ม ผู้เรียนจะร่วมกันศึกษาค้นคว้าในประเด็นต่างๆ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันรับผิดชอบการทำงานของตนเองเท่าๆกัน รับผิดชอบการทำงานของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีการฝึกทักษะในการเรียนรู้ร่วมกันโดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงมาจากจอยซ์และเวลล์(Bruce Joyce and Mashar Well 1996:65-78) มีลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

- 1.1 ขั้นเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หมายถึง นักเรียนร่วมกันเสนอปัญหาที่ครูกำหนดสถานการณ์ให้
- 1.2 ขั้นพิจารณาปัญหา หมายถึง จัดกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 คน ที่มีความสนใจในปัญหาเดียวกัน เพื่อนำไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนด
- 1.3 ขั้นวางแผน หมายถึง ให้ผู้เรียนได้ร่วมศึกษา แต่ละกลุ่มร่วมกันคิดวางแผนขั้นตอนในการศึกษาค้นคว้า การกำหนดหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มและมอบหมายการทำงาน
- 1.4 ขั้นลงมือปฏิบัติ หมายถึงสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มค้นคว้าหาความรู้ตามที่กลุ่มมอบหมายการทำงาน และบันทึกผลการศึกษาในแบบบันทึกกิจกรรม นำผลมาอภิปรายเพื่อสรุปสาระสำคัญของกลุ่ม

1.5 ขั้นรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน หมายถึง สมาชิกเสนอผลงานที่ตนเองศึกษา ร่วมกัน อภิปรายสรุปเป็นความคิดของกลุ่ม แล้วบันทึกในแบบบันทึกกิจกรรม ส่งตัวแทนนำเสนอผล การศึกษาหน้าชั้นเรียน นักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายวิเคราะห์ ผลการศึกษาที่แต่ละกลุ่มเสนอว่าบรรลุ จุดมุ่งหมายหรือไม่

1.6 ขั้นทบทวนและเชื่อมโยงปัญหาใหม่ หมายถึง นักเรียนร่วมกันอภิปรายนำไปสู่การพบ ประเด็นใหม่ เพื่อให้นักเรียนลงมือศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง

2. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ซึ่งพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัด พฤติกรรมการเรียนการสอน 4 ด้านดังนี้

2.1 ด้านความรู้ – ความจำหมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้วเป็นเรื่อง เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ แปล ความ ตีความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.3 ด้านการนำไปใช้หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไป ใช้ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วน ที่เกี่ยวข้องกันชีวิตประจำวัน

2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบ เสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่ว ชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆได้อย่างเหมาะสมสำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การ จัดกระทำข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐานการทดลองการตีความหมาย ข้อมูลการพยากรณ์ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์วัดโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ว 40104 บทที่ 4 เรื่องกำเนิดเอกภพ บทที่ 5 เรื่องวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และบทที่ 6 เรื่อง กำเนิดระบบสุริยะ

3. **ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์** หมายถึง การตัดสินใจ ที่จะเลือกกระทำ หรือไม่กระทำพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งที่กำหนดให้ โดยใช้หลักการที่เป็นเหตุผลมีการพิจารณา ไตร่ตรองอย่างละเอียดรอบคอบ และการใช้สัญชาตญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม เพื่อใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์โดยปรับปรุงมาจากกลยุทธ์การตัดสินใจของ เกแลต (ชลสิทธิ์ จันทาสี. 2543 ; อ้างอิงจาก Gelatt. 1992 : 69-79) ซึ่งประกอบด้วย

- 3.1 การระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาจากสถานการณ์ได้
- 3.2 การกำหนดจุดมุ่งหมาย หมายถึง ความสามารถในการกำหนดเป้าหมายของปัญหาว่าต้องการแก้ไขปัญหาเพื่ออะไรจากสถานการณ์ที่กำหนดได้
- 3.3 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความคิดเพื่อบ่งบอกถึงความเป็นมา ความสำคัญของปัญหา
- 3.4 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการบอกได้ว่า สาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาคืออะไร จากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ที่กำหนด
- 3.5 การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด หมายถึง ความสามารถในการบอกถึงสิ่งที่คาดว่าจะให้ประโยชน์สูงสุด เป็นไปได้มากที่สุดโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และประสบการณ์เดิมเข้าไปตัดสินใจแก้ปัญหา
- 3.6 การเลือกทางเลือกโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และประสบการณ์เดิมเข้าไปตัดสินใจแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มหลังเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มหลังเรียน มีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม
3. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับการตัดสินใจ
6. งานวิจัยเกี่ยวกับการตัดสินใจ

1.เอกสารที่เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group Investigation) เป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งสอนกระบวนการเรียนแก่นักเรียน ประกอบด้วยการสอนให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเพื่อหาคำตอบสำหรับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง นักเรียนจะต้องทำงานเป็นกลุ่ม ต้องปรึกษาหรือแบ่งหน้าที่และงาน จะต้องอภิปราย ถกเถียง เสนอข้อมูล อธิบายข้อสรุปสำหรับข้อคิดเห็นแต่ละข้อ ครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยง ผู้ประสานงาน ที่ปรึกษาและผู้ติดตามผล การสอนตามรูปแบบนี้มีแนวคิดเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล กล่าวคือ เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นว่าผู้อื่นคิดอย่างไร และเข้าใจการทำงานของผู้อื่น ได้แก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่น การสอนแบบนี้จึงสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตแบบประชาธิปไตย (นวลจิตต์ เขากีรติพงศ์. 2540 : 70)

ดวงเดือน เทศวานิช (2535 : 20 - 22) กล่าวว่า Group Investigation ได้รับการพัฒนาจากกระบวนการประชาธิปไตย จอห์น ดุย (1971) เฮอร์เบิร์ต เอดเลน (1960) ชะเรนและคนอื่นๆ (1980) เป็นวิธีให้นักเรียนสังเกตปัญหา รวบรวมข้อมูล ทดสอบสมมติฐานและแก้ปัญหา วิธีสอนแบบนี้มีพื้นฐานมาจากระบอบประชาธิปไตย โดยจอห์น ดุย เสนอแนวคิดที่ว่า โรงเรียนควรให้ความรู้เกี่ยวกับการปกครองแบบประชาธิปไตยเพื่อที่จะพัฒนาสังคมต่อไป เอดเลน ได้พัฒนาแนวคิดนี้ โดยการนำไปใช้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในวิชาสังคมศึกษา โดยเสนอให้นักเรียนมีปฏิริยาโต้ตอบคิดวิธีการค้นคว้าหาคำตอบแล้ว เสนอผลการศึกษา ผลที่ได้รับคือ ได้ฝึกกระบวนการประชาธิปไตย นักเรียนยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนเข้าใจว่าช่วยกันคิดย่อมดีกว่าการคิดคนเดียว มีความรู้สึกว่าเป็นเจ้าของปัญหา เป็นหน้าที่ที่จะต้องหาวิธีการแก้ปัญหานั้นด้วยตนเอง และ

ความรู้สึกที่มีอยู่ทั่วโลก ฉะนั้น จึงเป็นหน้าที่ของนักเรียนที่จะเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ๆ ด้วยวิธีการต่างๆ

สุริย์ บาวเออร์ (2535 : 18) อธิบายว่า Group Investigation บางรายงาน กล่าวว่าเทคนิคนี้พัฒนาโดย ชะเรนและชะโลโม บางส่วนรายงานว่า เทคนิคนี้พัฒนาโดย ชะเรนและชะเรน และเอ็ท – ลาซาโรวิท ในปี ค.ศ. 1980 แต่อย่างไรก็ตาม แนวคิดของ ชะเรนและชะเรน ในปี ค.ศ. 1976 ได้ให้แนวคิดไว้ในกลุ่มการเรียนรู้ควรประกอบด้วยสมาชิก 2 – 6 คน โดยการร่วมมือกันวางแผน ถกปัญหาค้นหาคำตอบทั้งในและนอกห้องเรียน แล้วนำผลมาอภิปรายและสรุปผลเพื่อรายงานหน้าชั้นส่วนการวัดผลจะตัดสินใจจากผลงานสรุปการกลุ่ม นอกจากนี้ชะเรนและเอ็ท – ลาซาโรวิท ได้สนับสนุนให้ครูใช้วิธีวัดผลโดยการสังเกตทักษะต่างๆ ที่นักเรียนใช้ในการทำงานกลุ่ม เทคนิคนี้ใช้ได้เหมาะสมที่สุดกับการสอนเข้าใจแบบความคิดรวบยอด (Concept Understanding) และนักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าการสอนในห้องเรียนปกติแต่เทคนิคนี้ไม่เหมาะกับการสอนแบบหาคำตอบ (Specific Facts) การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มเน้นทักษะการพึ่งพาอาศัยกันและกันระหว่างกลุ่ม และการพึ่งพาอาศัยกันและกันระหว่างนักเรียนในกลุ่ม

สมควร เทียมมล (2540 : 12) กล่าวว่า เป็นกระบวนการสอนที่มีการสร้างสถานการณ์ขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และหาความรู้ด้วยตนเองโดยการพิจารณาถึงปัญหาเพื่อมาตั้งสมมติฐานแล้วออกแบบการทดลองเพื่อหาข้อสรุปของปัญหาที่เกิดขึ้น มีครูผู้สอนคอยช่วยเหลือแนะแนวทางหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนหาสาเหตุของปัญหาโดยใช้คำถาม

วินิจ วงศ์รัตน (2542 : 150)กล่าวว่า เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีอิสระในการศึกษาหาความรู้ตามหลักประชาธิปไตย ให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม และการศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่างๆ คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund. 1985 : 97 - 104) กล่าวว่าเป็นการใช้กระบวนการทางสมองของตนเองค้นหาคำรู้ในลักษณะการทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่ในการแก้ปัญหาโดยการระบุปัญหาการตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลองเพื่อหาวิธีการต่างๆ สืบสวนถึงปรากฏการณ์ความสัมพันธ์ต่างๆ ของธรรมชาติและรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเองซึ่งความสำเร็จของการสอนแบบนี้ขึ้นอยู่กับสติปัญญาของผู้เรียน

บรูซ จอยซ์ และมาร์ชา วิล (Bruce Joyce and Marsha Well. 1996 : 65 - 78) กล่าวถึงรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่นักเรียนแก้ปัญหาโดยกระบวนการประชาธิปไตยเป็นกลุ่มที่สืบเสาะหาความรู้ภายใต้ความเป็นประชาธิปไตยเป็นหลัก ผู้เรียนต้องถกเถียงกันและตกลงกันภายใต้ความสามารถของแต่ละบุคคลภายในกลุ่มโดยมีการแข่งขันระหว่างกลุ่มและมีความร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายของความเป็นพลเมืองดีของสังคม

จากงานวิจัยดังกล่าว สรุปได้ว่า รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้จากแหล่งต่างๆด้วยตนเอง อย่างอิสระ ทำร่วมมือกันเป็นกลุ่ม โดยผู้สอนตั้งประเด็นปัญหาให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยระดมความคิด ร่วมกันอภิปรายถกเถียงกันภายในกลุ่ม และวางแผนการทำงานร่วมกันภายใต้ความเป็นประชาธิปไตยของกลุ่มที่มีสมาชิกทำหน้าที่แตกต่างกัน มีการแข่งขันการทำงานระหว่างกลุ่มเกิดความกระตือรือร้นในการทำงานอย่างมีกฎเกณฑ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจสามารถที่จะแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

ดังนั้นรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ

1.การสืบเสาะหาความรู้

การสืบเสาะหาความรู้หมายถึงการค้นคว้าหาความรู้หรือความจริง โดยเน้นวิธีการที่ได้มาซึ่งความจริงมากกว่าตัวของความจริง เป็นผลของการค้นคว้าความรู้เองซึ่งได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล การสังเกต การพิจารณาหาเหตุผลจนเกิดความเข้าใจใหม่ๆ

การสืบเสาะหาความรู้ เป็นการค้นคว้าหาความรู้หรือความจริงภายใต้กระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์มีการตั้งคำถาม การกำหนดปัญหาค้นคว้าหาคำตอบ การสังเกต การทำนายการวิเคราะห์ข้อมูล และการลงข้อสรุป เพื่อนำหลักการและวิธีการต่างๆที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ในชีวิตประจำวัน ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ในลักษณะต่างๆ ดังนี้

ซันด์ และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbride. 1973 : 62 - 63) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่เน้นความสำคัญของการแสวงหาความรู้หรือความจริง

ฮาร์ม (Harm. 1981 : 54) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่ครอบคลุมถึงการใช้ยุทธศาสตร์ด้านต่างๆ ได้แก่ การแก้ปัญหา การใช้หลักฐาน การใช้ตรรกศาสตร์ การทำความเข้าใจในคุณค่าหรือนิยามต่างๆ การตัดสินใจ ตลอดจนการรู้จักใช้ตรรกศาสตร์ การทำความเข้าใจในคุณค่าหรือนิยามต่างๆ การตัดสินใจ ตลอดจนการรู้จักใช้ระเบียบข้อบังคับของการสืบเสาะอย่างเหมาะสม

นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2529 : 58) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการค้นหาความรู้จากข้อเท็จจริง การสอนแบบนี้โดยทั่วไปจะเริ่มต้นบทเรียนจากการสอนการทดลองหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทำให้เด็กเกิดข้อข้องใจหรือสงสัย

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 502) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งใดมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เป็นเครื่องมือ

ทวีศักดิ์ ไชยมาโย (2535 : 20) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซุคแมน (ดวงเดือน เทศวานิช. 2535 : 15 ; อ้างอิงจาก Suchman. 1962) ได้กล่าวไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่ให้นักเรียนพิจารณาหาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้องและคล่องแคล่ว สามารถสร้างและทดสอบสมมติฐาน

จากการที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ซึ่งครูมีหน้าที่เพียงเป็นผู้คอยช่วยเหลือและจัดเตรียมสภาพการณ์ กิจกรรม ให้เอื้อต่อกระบวนการแสวงหาความรู้ฝึกให้คิดหาเหตุผลสืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาให้ได้โดยใช้คำถาม และสื่อการเรียนการสอนต่างๆ เช่น ของจริง สถานการณ์ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ การสำรวจค้นหาด้วยตนเอง บรรยากาศการเรียนการสอนให้นักเรียนมีอิสระในการซักถาม การร่วมอภิปรายและมีแรงเสริม อาจกล่าวได้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้นั่นเอง

1.1 หลักจิตวิทยาในการสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้มีรากฐานมาจากจิตวิทยาเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญา และความคิดของเพียเจต์ ซึ่งกล่าวไว้ว่า คนมีการคิดเป็น 2 กระบวนการคือ การปรับตัว และการจัดระบบโครงสร้าง การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆ ตัว และเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม คือมีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น ซึ่ง Piaget เรียกรูปแบบของความคิดที่มีอยู่ในสมองนี้ว่า “Schme” กระบวนการปรับตัวประกอบไปด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2533 ; อ้างอิง จาก Flavell. 1977 : 5 - 11)

กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการซึมซับประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือน หรือคล้ายคลึงกันแล้วสมองจะรวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

การขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากการซึมซับเอาเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิม ถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามามีสมบัติเหมือนประสบการณ์เดิม ประสบการณ์ใหม่จะถูกซึมซับแล้วปรับตัวเข้าประสบการณ์เดิม คือทำให้ประสบการณ์เดิมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ถ้าไม่สามารถปรับ

ประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซับเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาแทนเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (อรุณี เมฆาธร. 2535 : 26 ; อ้างอิงจาก Australian Science Education Project. 1974 : 94)

การเรียนรู้แบบเป็นผู้กระทำ ทำให้เกิดการรับรู้ในการเรียนดีกว่าการเลียนแบบผู้ถูกกระทำ การเรียนรู้จะเกิดผลเมื่อสถานการณ์นั้นก่อให้เกิดความสำเร็จมากกว่าล้มเหลวความคิดสร้างสรรค์จะเกิดได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีโอกาสคิดอย่างสร้างสรรค์การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถทำให้เกิดการคิดอย่างมีเหตุผลและก่อให้เกิดเจตคติ

การสืบเสาะหาความรู้เป็นการค้นคว้าหาความรู้ความจริง โดยเน้นที่วิธีการได้มาซึ่งความจริง มากกว่าตัวความจริง เป็นผลของการค้นคว้าความรู้เองซึ่งได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล การสังเกต การพิจารณาหาเหตุผลจนเกิดความเข้าใจใหม่ๆ (รุ่งทิวา จักรกร ม.ป.ป. :56-57)

สุเทพ อุตสาหะ (2526 : 72 - 73) ได้กล่าวว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1.ครูไม่มีหน้าที่บรรยายหรือแก้ปัญหาให้นักเรียนทั้งหมด
- 2.ครูเป็นเพียงผู้แนะแนวทางและให้ความสะดวกในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนสร้างสมมติฐาน พิสูจน์สมมติฐาน สรุปและนำสรุปไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับปัญหาอันใหม่ต่อไป เครื่องมือดำเนินการคือคำถามและต้องใช้ให้เหมาะสมด้วย

จากการที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ซึ่งครูมีหน้าที่เพียงเป็นผู้คอยช่วยเหลือและจัดเตรียมสภาพการณ์ กิจกรรม ให้เอื้อต่อกระบวนการแสวงหาความรู้ฝึกให้คิดหาเหตุผลสืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาให้ได้โดยใช้คำถาม และสื่อการเรียนการสอนต่างๆ เช่น ของจริง สถานการณ์จำลอง ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ การสำรวจค้นหาด้วยตนเอง บรรยายภาคเรียนการสอนให้นักเรียนมีอิสระในการซักถาม การร่วมอภิปรายและมีแรงเสริม อาจกล่าวได้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้นั่นเอง

1.2 หลักการสืบเสาะหาความรู้

ลักษณะสำคัญของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (ญาดาพนิต พิณกุล.2539 : 287)

- 1.ประเด็นที่นำมาสอน ผู้สอนตั้งปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ผู้สอนต้องไม่เป็นผู้ตอบปัญหานั้น แต่ผู้เรียนต้องค้นหาคำตอบมาแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ผู้สอนกระตุ้น ยั่วยุ ให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และหาทางไปสู่สิ่งที่เป็นความรู้ความจริงให้ได้

ลักษณะสำคัญของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (วิทิต สุรัตน์เรืองชัย. 2540 : 82)

1. ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเน้นการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการใช้คำถามและการทดลอง

2. เน้นการสืบเสาะหาความรู้ระหว่างครูกับนักเรียนก่อนตั้งสมมติฐาน

คณะกรรมการการพัฒนากการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนทางวิทยาศาสตร์

(ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116 - 120) กล่าวว่า วิธีสอนวิทยาศาสตร์มีหลายแบบทุกแบบมุ่งที่จะสอนให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีหนึ่งในหลายวิธีคือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งมุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีนี้ มีกิจกรรมที่สำคัญ คือ การอภิปรายและการทดลองอาจแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

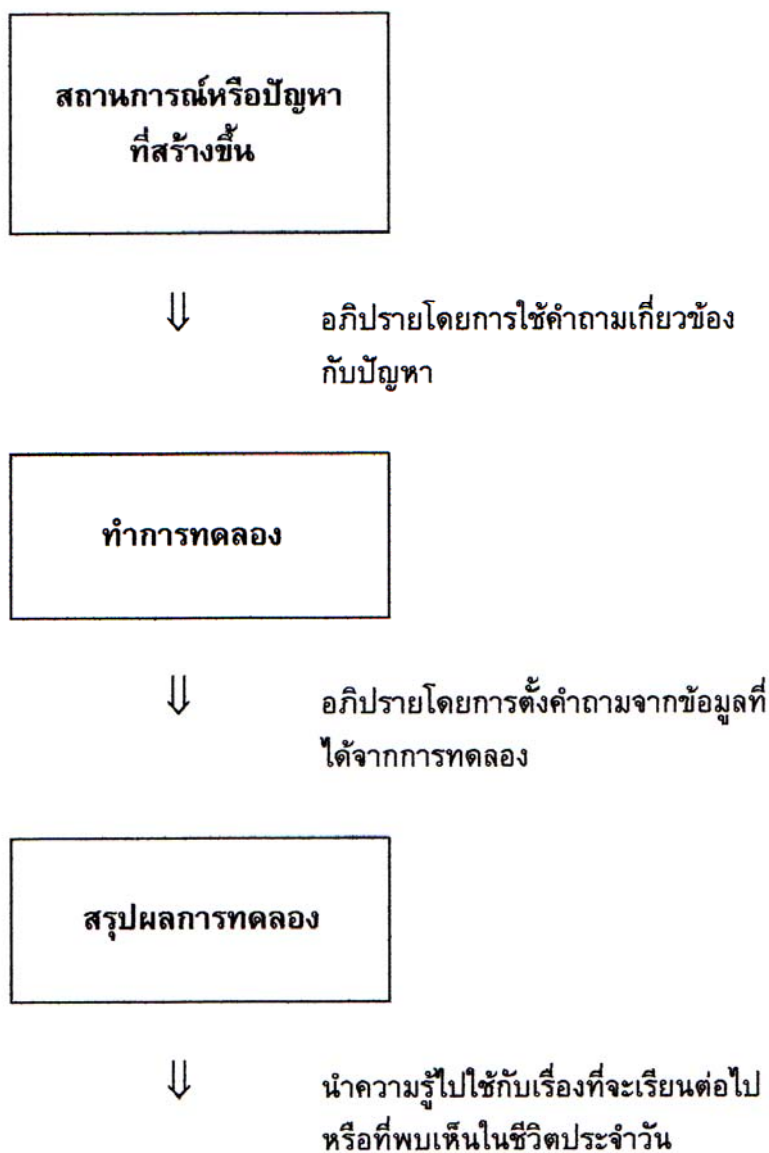
1. การอภิปรายการนำเข้าสู่การทดลอง

2. การทดลอง

3. อภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมสำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสมแล้วจะช่วยให้ฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถาม ถามครูหรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ ซึ่งผลการสอนในลักษณะนี้อาจเขียนแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงกิจกรรมขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.กลุ่ม การรวมกลุ่มของบุคคลเป็นเข้าเป็นกลุ่ม มีจุดมุ่งหมายจากธรรมชาติของมนุษย์ 2 ประการ คือ มนุษย์ไม่อาจอยู่โดดเดี่ยวได้จะต้องแสดงหาการอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม อีกประการหนึ่งคือการรวมกลุ่ม มีส่วยช่วยให้มนุษย์สามารถกระทำหรือมีความกล้าหาญที่กระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการกระทำเป็นรายบุคคล

ความหมายของกลุ่ม

เดวิส (Davis . 1962 : 405) กล่าวว่า กลุ่ม หมายถึงบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปมีปฏิสัมพันธ์กันโดยมีเป้าหมายร่วมกันอย่างเห็นได้ชัด กัลลี (Gulley) กล่าวว่า กลุ่มควรจะประกอบด้วยคุณลักษณะ 3 ประการ คือ

1. มีวัตถุประสงค์ร่วมกันและวัตถุประสงค์ควรสนองความต้องการของสมาชิก
2. มีผลการทำงานอันเกิดจากความร่วมมือของสมาชิก
3. มีการสื่อสารทางวาจาหรืออย่างใดอย่างหนึ่งระหว่างสมาชิกกลุ่ม

บรอคเบค (Cartwright and Zander . 1968 : 48 citing Brodbeck . n.d.) กล่าวว่ากลุ่ม คือ การรวมกลุ่มของบุคคลที่ตั้งอยู่บนความสัมพันธ์ที่แน่นแฟ้นซึ่งกันและกันและความสัมพันธ์นี้ขึ้นกับชนิดของกลุ่ม ฉลอง ภิมย์รัตน์ (2521 : 1 - 3) ได้ให้ความหมายของกลุ่มว่า กลุ่ม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปร่วมกันสนใจประพจน์ในสิ่งที่เป็นปทัสฐานและจุดมุ่งหมายร่วมกันโดยที่ต่างมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันด้วย หฤทัย อภิชาติพงศ์ (ม.ป.ป. : 2 - 12) ได้ให้ความหมายของกลุ่มว่า กลุ่ม หมายถึง การประกอบด้วยบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปทำงานร่วมกันเพื่อจุดประสงค์เดียวกัน

เคมปี (Kemp) กล่าวว่ากลุ่ม หมายถึง บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปรวมกันอยู่ที่แห่งใดแห่งหนึ่ง มีปฏิสัมพันธ์กันทั้งใช้และไม่ใช้ภาษา (Verbal and Nonverbal) มีผู้นำและสมาชิกหรืออาจไม่มีผู้นำก็ได้ มีการพึ่งพาอาศัยกัน (Independent) มีผลประโยชน์ร่วมกัน มีความพอใจ มีการยอมรับและให้ความเคารพซึ่งกันและกัน มีความรู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม มีความรู้สึกปลอดภัยเมื่ออยู่ในกลุ่ม (อ้างอิงมาจาก สุภาพร เสี่ยงเรืองแสง. 2540 : 62)

จวีรรณ วัฒนจิตพงศ์ (2537: 13) กล่าวว่า กลุ่ม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปมารวมกัน โดยมีวัตถุประสงค์และมีความสนใจร่วมกัน สมาชิกให้ความร่วมมือและรับผิดชอบในกิจกรรมต่างๆ มีความสัมพันธ์กันทางด้านความคิด การกระทำ คำพูดและท่าทาง

ฐิติพร คล้ายพันธ์ (2538 :28) กล่าวว่า กลุ่ม หมายถึง บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปมารวมกันโดยมีจุดมุ่งหมายเดียวกัน มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างสมาชิกและสนองความต้องการของสมาชิกทุกคน

สุภาพร เสี่ยงเรืองแสง (2540 :63) กล่าวว่า กลุ่ม หมายถึง การรวมตัวของคนตั้งแต่สองคนขึ้นไปอย่างมีจุดหมายเพื่อประกอบกิจกรรมใดๆ ตามความต้องการของสมาชิกภายในกลุ่มจะมีการปฏิสัมพันธ์กันทางกาย วาจา อารมณ์ ความรู้สึก

สรุปได้ว่า กลุ่ม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปมารวมกัน โดยมีความปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ทั้งทางกาย วาจา อารมณ์ ความรู้สึก โดยมีจุดมุ่งหมายในการทำงานเดียวกัน

2.1 ลักษณะพื้นฐานของกลุ่ม

เตื่อนใจ แวงงาม (2534 : 10) กล่าวถึงลักษณะพื้นฐานของการรวมกลุ่มประกอบด้วย

- 1.กลุ่มแต่ละกลุ่มจะต้องมีคนมารวมกันอย่างน้อย 2 คน ขึ้นไป
- 2.ภายในแต่ละกลุ่มจะต้องมีการติดต่อสัมพันธ์กันหรือมีปฏิสัมพันธ์กัน (Interaction) ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม ถ้ากลุ่มมีขนาดใหญ่ระบบปฏิสัมพันธ์จะผ่านข่ายงาน (Network) ภายในกลุ่ม
- 3.กลุ่มจะมีระบบพฤติกรรม ซึ่งเป็นแบบแผนเฉพาะที่สมาชิกจะต้องปฏิบัติตาม
- 4.กลุ่มจะต้องมีจุดมุ่งหมายร่วมกันที่จะทำให้เกิดแรงจูงใจและความพึงพอใจในการรวมกลุ่ม
- 5.รูปทฤษฎีฐาน (Group Norm) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่กลุ่มกำหนดขึ้นและให้เป็นเครื่องมือควบคุมกำกับพฤติกรรมของกลุ่ม
- 6.สมาชิกในกลุ่มมีบทบาทในความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ
- 7.กลุ่มแต่ละกลุ่มมีกลุ่มย่อยภายในไว้เป็นข่ายในการผูกพันต่อกัน

2.2 ประเภทของกลุ่ม

ในการจัดกลุ่มออกเป็นประเภทต่างๆ มีวิธีดำเนินการหลายวิธี ขึ้นอยู่กับแนวคิดเฉพาะแบบและการนำไปใช้ เตื่อนใจ แวงงาม (2534 : 10 - 11) ได้กล่าวการแบ่งกลุ่มไว้ 2 ประการคือ

- 1.กลุ่มที่เป็นทางการ (Formal Group) มักเป็นไปตามความต้องการของงานที่ต้องปฏิบัติจัดทำตามสายงาน ตามระบบงานที่องค์กรกำหนด ซึ่งโดยส่วนรวมแล้ว หมายถึง กลุ่มตามรูปงานหรือลักษณะของงาน
- 2.กลุ่มที่ไม่เป็นทางการ (Informal Group) เป็นกลุ่มเชิงสังคมสัมพันธ์ (Social Group) ซึ่งเป็นกลุ่มเล็กๆ มีการแทรกซ้อนอยู่ในองค์กร กลุ่มย่อยประเภทนี้ อาจมีอิทธิพลต่อการดำเนินงานและประสิทธิภาพขององค์กร จะเป็นการรวมตัวกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายหรือผลประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งมากกว่าการรวมกลุ่ม โดยแรงจูงใจทางด้านการงานโดยตรง

2.3 บทบาทและหน้าที่ของคนในกลุ่ม

กระบวนการทำงานเป็นกลุ่มเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาการทางประชาธิปไตย โดยเฉพาะในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน อันจะเป็นการปลูกฝังความเป็นประชาธิปไตยให้กับผู้เรียน การจัดกลุ่มที่ดีนั้นควรมีสมาชิกภายในกลุ่มประมาณ 2 - 8 คน ในแต่ละกลุ่มอาจให้ครูจัดแบ่งให้หรือจัดเอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมการเรียนการสอน กระบวนการทำงานในกลุ่มต้องแบ่งหน้าที่กันทำงานเพื่อให้กลุ่มทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 32 - 33)

1. ประธาน เป็นหัวหน้าดูแลสมาชิกปฏิบัติงานตามมติของกลุ่ม แจกงานทำ อภิปรายนำเสนอรูปติดต่อประสานงานกับครู ประธานได้มาจากการเลือกตั้งภายในกลุ่ม บางครั้งกลุ่มอาจมีรองประธานด้วยก็ได้

2. เลขานุการ มีหน้าที่จดบันทึกความคิดเห็นหรือข้อสรุป เป็นผู้ช่วยประธาน เป็นผู้ริเริ่มงานของกลุ่ม และทำหน้าที่ของสมาชิกของกลุ่มด้วย โดยปกติประธานเป็นผู้เลือกเลขานุการ

3. สมาชิก มีหน้าที่ร่วมกัน รับผิดชอบร่วมกัน ปฏิบัติตามมติและข้อตกลงของกลุ่ม ตลอดจนคอยตักเตือนซึ่งกันและกันให้ทุกคนปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ที่กลุ่มบัญญัติไว้

การกำหนดงานให้กลุ่มทำโดยถือหลักว่า งานทุกชิ้นทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมรับผิดชอบ ไม่ใช่คนในกลุ่มต่างคนต่างทำแล้วนำมารวบรวมเป็นกลุ่ม ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน ครูควรมอบหมายงานตามขั้นตอนดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 35 - 39)

1. มอบหมายงานเป็นลายลักษณ์อักษรด้วยบัตรงาน
2. การวางแผน
3. การปฏิบัติงานตามแผนงานที่วางไว้
4. การสรุปผลงาน
5. การรายงาน
6. การซักถาม
7. การอภิปรายและนำเสนอ
8. การจดบันทึก

จากแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มและกระบวนการทางประชาธิปไตย ดังกล่าวผู้เรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เกิดกระบวนการทำงานร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่ม มีการจัดแบ่งหน้าที่กันทำงาน เกิดกระบวนการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการทำงานที่ต้องร่วมมือ ร่วมใจ ร่วมสร้างสรรค์งาน อันเป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของสังคมไทย

2.4 ประโยชน์ของกระบวนการกลุ่ม

กระบวนการกลุ่มมีจุดมุ่งหมายที่จะช่วยส่งเสริมให้มนุษย์ได้พัฒนาทักษะต่างๆ โดยเฉพาะทักษะทางสังคมและความสัมพันธ์กับผู้อื่น ประโยชน์ของกระบวนการกลุ่มทำให้เกิดการพัฒนาทักษะต่างๆ ดังนี้ (เดียนใจ แวงงาม . 2534 : 20 - 21)

1. ทักษะทางสังคม (Social Skill) เป็นทักษะที่จะช่วยให้อยู่ร่วมกันและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างราบรื่น เช่น ทักษะการเป็นผู้ให้และผู้รับ การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การควบคุมตนเอง การยอมรับความสามารถของตนเองและผู้อื่น

2. ทักษะในการศึกษาค้นคว้า (Study Skill) เป็นทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ เช่น ทักษะในการเก็บรวบรวมข้อมูล การพูด การฟัง การอ่านและการรายงาน

3. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skill) ได้แก่ ทักษะในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า การวิพากษ์วิจารณ์ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีเหตุผล

4. ทักษะในการทำงานกลุ่ม (Group Work Skill) เป็นทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เช่น ทักษะในการวางแผน การเป็นผู้นำแสดงความคิดเห็นด้วยการอภิปราย การยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น

กระบวนการกลุ่มที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม การเรียนเป็นทีม การเรียนแบบร่วมมือ จะแตกต่างกันในเรื่องวิธีการ แต่จะเหมือนกันในเรื่องของการคิดร่วมกัน จะฝึกคิดให้เป็นระบบ

แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม (นวลจิตต์ เชาวเกียรติพงษ์. 2540 : 70 -74)

1. การได้เรียนในบรรยากาศของความเป็นประชาธิปไตย จะทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้เรียนรู้ได้ดี เกิดความคิดสร้างสรรค์ และเกิดความเข้าใจในการดำเนินชีวิตในสังคมประชาธิปไตย
2. การทำงานเป็นกลุ่มพื้นฐานของการเรียนรู้วิถีชีวิตประชาธิปไตย
3. กระบวนการเรียนรู้จะเกิดอย่างได้ผลดี เมื่อนักเรียนได้มีโอกาสแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง
4. การสอนให้นักเรียนรู้จักกระบวนการจะทำให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ได้ดี
5. ความอยากรู้อยากเห็นเป็นจุดเริ่มต้นของการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ๆ
6. ความขัดแย้งทำให้เกิดความหลากหลายของความคิดเป็นและวิธีการแก้ปัญหา
7. บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทั้งด้านความสามารถทางร่างกายและความคิดเห็น
8. การแสดงความคิดเห็นไม่ถูกหรือผิดถือเป็นมติเอกฉันท์
9. ข้อคิดเห็นที่ขัดแย้งหรือความคิดที่หลากหลายสามารถสรุปได้เฉพาะตัวของข้อคิดเห็นนั้น

เป้าหมายของวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม (นวลจิตต์ เชาวเกียรติพงษ์. 2540 : 70 - 74)

1. ต้องการให้นักเรียนได้รู้จักกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ต้องการให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิถีชีวิตในสังคมประชาธิปไตย
3. ต้องการให้นักเรียนเกิดความตระหนักในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลและยอมรับว่าคนเรามีความคิดที่แตกต่างกัน
4. ครูต้องมีความรู้เรื่องการทำงานกลุ่ม

5. ครูมีความสามารถและเทคนิคการคุมชั้นเรียน

6. ครูมีความสามารถและเทคนิคการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

จอยส์ และเวลล์ (1985 : 231 - 240) กล่าวถึงรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มตามทฤษฎีเดอลน ว่า รูปแบบจะเริ่มต้นโดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นโดยครูเป็นผู้เตรียมปัญหาและสถานการณ์ให้เด็ก ครูให้นักเรียนกำหนดและจัดโครงสร้างศึกษาปัญหาด้วยตนเอง ขั้นต่อไปนักเรียนพยายามวิเคราะห์หาคำตอบที่ต้องการ จัดระบบการศึกษาของตนเอง การแสดงออกและรายงานผล สุดท้ายกลุ่มจะประเมินผลโดยเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ในตอนเริ่มต้น ขั้นตอนการเรียนรู้จะเวียนเป็นวัฏจักรเรื่อยไป ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มตามทฤษฎีของเดอลน สรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนพบสถานการณ์ที่เป็นปัญหา
2. สำรวจปฏิกิริยาต่อสถานการณ์
3. กำหนดงานที่จะศึกษา จัดระเบียบสิ่งที่ศึกษา (การวางแผน การให้คำจำกัดความปัญหา กำหนดปัญหา บทบาท งานที่ต้องการ ฯลฯ)
4. การศึกษาเป็นกลุ่มและการศึกษาเป็นรายบุคคล
5. วิเคราะห์ความก้าวหน้าและวิเคราะห์กระบวนการ
6. ย้อนไปทำกิจกรรมใหม่

ชาเรน และชาเรน (Sharan and Sharan) แนะนำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนกำหนดปัญหา

ครูเสนอสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้บทอ่าน เรื่องสั้น วีดิทัศน์ ฯลฯ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน อยากเรียน อยากศึกษาเพิ่มเติมและแก้ปัญหา นักเรียนกำหนดปัญหา หรือหัวข้อที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติม นักเรียนแบ่งกลุ่มเลือกหัวข้อที่ตนสนใจ
2. ขั้นวางแผนการทำงาน

สมาชิกในกลุ่มอภิปราย ถกปัญหา แบ่งความรับผิดชอบในการทำงานและวิธีการค้นหา คำตอบจากแหล่งข้อมูลหรือแหล่งการเรียนรู้ต่างๆเช่นจะศึกษาเรื่องอะไร ศึกษาอย่างไรจะค้นหา คำตอบจากที่ไหน
3. ขั้นการทำงาน

นักเรียนแต่ละคนปฏิบัติงานที่ตนรับผิดชอบ รวบรวมข้อมูล เสนอความคิดเห็น อภิปราย ชี้แจง และสรุปแนวคิดของกลุ่ม

4.ขั้นเตรียมตัวรายงาน

นักเรียนตัดสินใจที่จะนำเสนอสิ่งที่ได้จากการค้นคว้า วางแผนการนำเสนอผลงานต่อที่ประชุม
เช่นการรายงาน แสดงบทบาทสมมติ สาทิต ฯลฯ

5.ขั้นเสนอรายงาน

นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลงานและกระบวนการทำงานของกลุ่มต่อชั้นด้วยวิธีต่างๆ

6.ขั้นการวัดผล

นักเรียนแลกเปลี่ยนและสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับหัวข้องานที่ทำ นักเรียนและครูร่วมกัน
ประเมินผลงานจากพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและการนำเสนอผลงานหน้าชั้น

สลาบิน (Slavin. 1990 :261 - 283) ได้เสนอขั้นตอนการสอนไว้ 6 ข้อดังนี้

1. ครูเสนอหัวข้อใหญ่ และนักเรียนเลือกหัวข้อย่อยเพื่อศึกษาตามที่ตัวเองสนใจ
2. นักเรียนวางแผนการทำงาน โดยคำนึงถึงหัวข้อที่จะศึกษา วิธีการรวบรวมข้อมูล และ
การแบ่งงานกันทำในกลุ่ม
3. ขั้นการทำงาน นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อภิปรายรวบรวมข้อมูลและสรุปผล
4. การเตรียมตัวรายงาน แต่ละกลุ่มสรุปสาระสำคัญของเรื่องที่จะศึกษา และเตรียมความ
พร้อม เพื่อรายงานต่อชั้น โดยครูให้ความช่วยเหลือ
5. การเสนอผลงาน การเสนอผลงานของกลุ่มต่อที่ประชุม
6. การวัดผล อาจทำโดยให้เพื่อนวัดผลกันเอง ครูและนักเรียนช่วยกันประเมิน หรือครู
ประเมินโดยการแจกคำถามแก่นักเรียนทุกคน

กรมวิชาการ (2542 : 20) ได้สนับสนุนแนวคิดดังกล่าว และแนะนำให้ครูนำมาใช้ ในการ
เรียนการสอนทุกวิชา

เอมบรอซ (Ambrose. 2003) แนะนำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มว่า มุ่งที่ความ
สนใจของนักเรียนเป็นสำคัญ และรวมถึงการสร้างกระบวนการทำงาน การกระตุ้นความสนใจ ทักษะ
การค้นคว้า การนำเสนอผลงาน ความรู้ และความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของ
การสอน 6 ประการ คือ

1. ฝึกให้นักเรียนรู้จักควบคุมตัวเอง มีความสนใจตลอดเวลา เพราะในการทำงานนักเรียน
ต้องตัดสินใจด้วยตัวเองหลายครั้ง
2. ฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และความร่วมมือของกลุ่ม
3. ฝึกทักษะการทำงานแบบร่วมมือ ผู้เรียนต้องพัฒนากระบวนการกลุ่มในการแก้ปัญหาที่
กลุ่มรับผิดชอบ
4. ส่งเสริมความรับผิดชอบ ในการนำเสนอผลงานของกลุ่มด้วยรูปแบบที่หลากหลาย

5. ผู้เรียนจะได้รับความรู้อย่างหลากหลายจากการรวบรวมข้อมูล รายงาน สิ่งที่ค้นพบในหัวข้อที่กลุ่มค้นคว้า

6. ผู้เรียนแต่ละคนจะเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องที่ตนรับผิดชอบ

เอมบรอส ยังให้ข้อเสนอแนะ เพื่อช่วยให้การสอนประสบผลสำเร็จยิ่งขึ้น ดังนี้

1. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม อาจเรียนพร้อมกันทั้งชั้น หรือแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ในบางกรณีอาจกำหนดให้กลุ่มย่อยทำงานค้นคว้าเป็นกรณีพิเศษ เพื่อนำคะแนนมาใช้ในการตัดสินผลการเรียน

2. บทบาทของครูคือ ผู้นำ ครูจะต้องกระตุ้นความสนใจของนักเรียน สังเกตการณ์ทำงานของกลุ่ม และแต่ละคน

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2537 : 111) เสนอว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ผู้สอนควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ผู้สอนต้องเตรียมการสอนและมอบหมายงานกลุ่มให้ผู้เรียนอย่างเหมาะสมกับ วิทยความสามารถ เวลาเรียน

2. งานที่มอบหมายให้ควรอยู่ในกรอบของหลักสูตร และเสริมความรู้ความเข้าใจ ในบทเรียนอย่างแท้จริง

3. ในกรณีที่มอบหมายงานให้แต่ละกลุ่มไม่เหมือนกันผู้สอนต้องกำหนดปริมาณงาน และความยากง่ายของงานให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน

4. ขณะที่ผู้เรียนทำงานกลุ่ม ผู้สอนต้องดูแลให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบการทำงานกลุ่ม อย่างทั่วถึงทุกคน บางครั้งอาจต้องกระตุ้นผู้เรียนบางคนที่ไม่สนใจทำงานกลุ่ม

5. ผู้สอนต้องเอาใจใส่ ดูแล ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ แนะนำผู้เรียนและย้าระเบียบวินัย ในการทำงานกลุ่ม ถ้าเกิดความวุ่นวายในกลุ่ม

6. ผู้สอนสรุปความรู้ ความคิด ประเด็นสำคัญของงานที่ผู้เรียนทำ ให้ผู้เรียนได้รับรู้ ตรงกันหลังจากที่ผู้เรียนเสนอผลงานกลุ่มแล้ว

7. ผู้สอนควรเลือกกิจกรรมหลายๆลักษณะ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด โดย อาจแบ่งกลุ่มให้ผู้เรียนเล่นเกม ทำการทดลอง แสดงบทบาท ฝึกทักษะ แข่งขันตอบปัญหา ศึกษาจาก ชุดการสอน แก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่าง หรือสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

8. การจัดกลุ่ม จะมีสมาชิกมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมาย เวลา ลักษณะ เนื้อหาและกิจกรรมที่จัด จำนวนสมาชิก 4-5 คนจะเหมาะสม เพราะทุกคนในกลุ่มจะร่วมกันคิด แก้ปัญหา หรือทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยทั่วถึงกัน ทุกคนจะให้ความร่วมมือต่อกันอย่างดี

สุริย์ บาวเออร์ (2535 : 20) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ครูอธิบายหัวข้อและจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถ นักเรียนเลือกหัวข้อที่ตนสนใจ
2. นักเรียนวางแผนการทำงาน โดยนักเรียนจะต้องคำนึงถึงหัวข้อที่จะเขียน วิธีการรวบรวมข้อมูลและการแบ่งงานกันทำ
3. ขั้นทำงาน ขั้นนี้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อธิบาย รวบรวมข้อมูลและสรุปผล
4. เตรียมตัวรายงานแต่ละกลุ่มจะสรุปสาระสำคัญของเรื่องที่ศึกษาเพื่อรายงานต่อชั้นเรียน
5. เสนอผลงาน
6. การวัดผล อาจจะทำในลักษณะโดยให้เพื่อวัดกันเอง ครูและนักเรียนช่วยกันวัดผล หรือปครูวัดผลโดยการแจกคำถามแก่นักเรียนทุกคน

พรทิพา ชีเดนท์ (2538 : 8 - 9) อธิบายว่า ขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มมีลำดับขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ขั้นเสนอปัญหา
2. ขั้นพิจารณาปัญหาและแบ่งกลุ่ม
3. ขั้นคิดวิธีการศึกษา
4. ขั้นดำเนินงาน
5. เตรียมรายงานขั้นสุดท้าย
6. ขั้นเสนอผลงาน
7. ขั้นสรุปและทบทวน

อรทัย คำมูล (2546 : 149 - 150) อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มว่า มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเสนอปัญหา

เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ เพราะปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเรียน เกิดความกระตือรือร้นที่จะหาทางแก้ไข โดยผู้สอนอาจนำเสนอได้หลายวิธี เช่น ฟังเทป ดูวีดิทัศน์อ่านข่าวให้ฟัง การเล่าเรื่อง เป็นต้น

2. ขั้นพิจารณาปัญหา ประกอบด้วย

2.1 ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนทั้งชั้นร่วมกันพิจารณาปัญหา หรือเรื่องที่ผู้สอนนำเสนอ โดยวิเคราะห์เป็นปัญหาหรือประเด็นย่อยหลายๆ ประเด็น

2.2 แบ่งกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 4 – 6 คน และมอบหมายงานให้กลุ่มย่อย โดยอาจจะให้กลุ่มเลือกปัญหาหรือผู้สอนมอบหมายเพื่อร่วมกันศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเป็นคำตอบหรือแนวทางแก้ไขปัญหา

3. ขั้นวางแผน

ผู้เรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการทำงาน โดยอาจแบ่งงานกันเพื่อเตรียมไปศึกษาค้นคว้าจากแหล่งต่างๆ อาจจะเป็นสถานที่ บุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่อยู่ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน เช่น ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์พื้นบ้าน บริษัทห้างร้าน ธนาคาร ตลาด กำนัน ฯลฯ โดยวิธีการอ่าน ค้นคว้า สอบถาม สัมภาษณ์ เป็นต้น

4. ขั้นลงมือปฏิบัติ

ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่ร่วมกันวางไว้ โดยแยกย้ายกันไปค้นคว้าหาข้อมูล อาจเป็นการแบ่งเป็นกลุ่มหรือแยกเป็นรายบุคคลก็ได้

5. ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน

5.1 ผู้เรียนแต่ละคนกลับเข้ากลุ่มย่อยร่วมกัน รวบรวม วิเคราะห์ เรียบเรียงข้อมูลและหาข้อสรุปเพื่อเตรียมนำเสนอต่อที่ประชุม

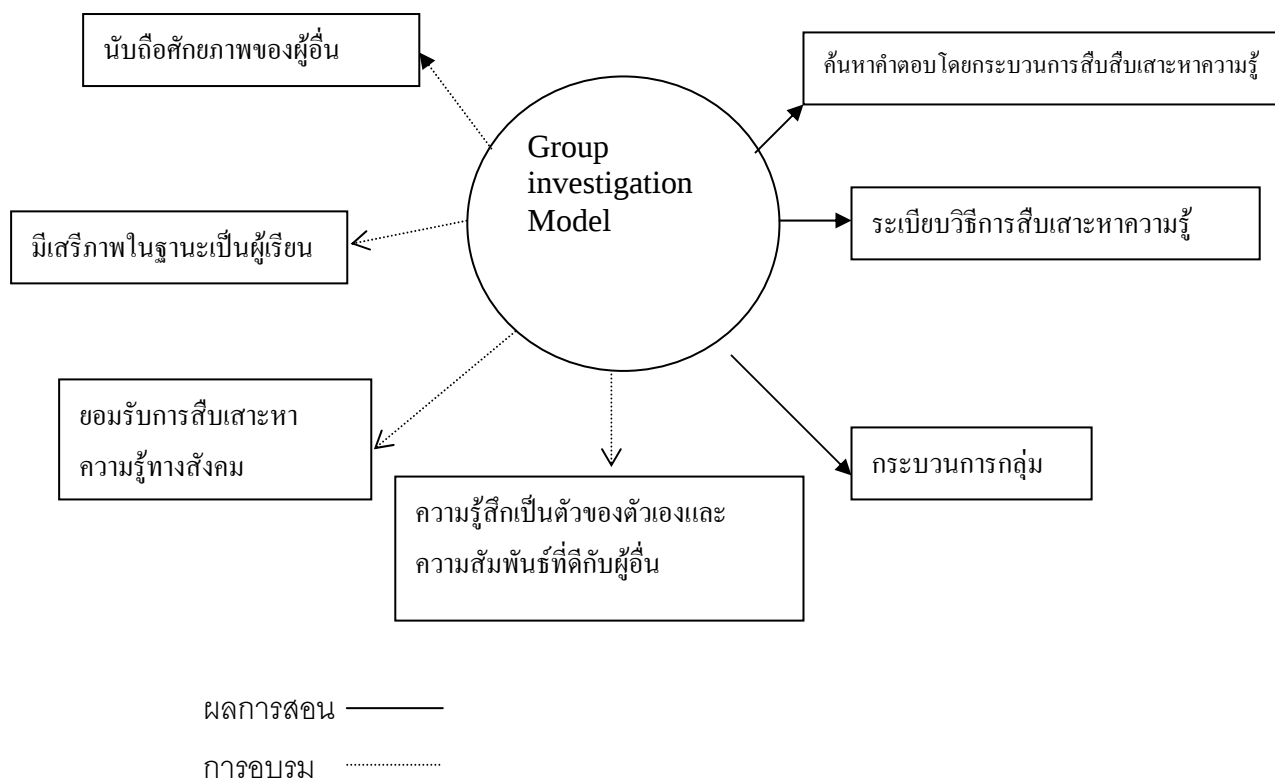
5.2 ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานต่อที่ประชุม โดยนำเสนอทั้งข้อมูลที่ค้นคว้าได้ ข้อสรุปของกลุ่มและวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของกลุ่ม

5.3 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการเรียนรู้

6. ขั้นทบทวนและเชื่อมโยงปัญหาใหม่

ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาทบทวนแต่ละประเด็นปัญหา ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาต่อเนื่อง ประเด็นใดเป็นปัญหาเพิ่มเติม เพื่อโยงการศึกษาค้นคว้าต่อเนื่องโดยเริ่มดำเนินการตามขั้นตอนที่ 1 ในวงรอบใหม่

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มของนักการศึกษา ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ จอยซ์ และเวลส์ (1985 : 231 - 240) มาปรับปรุงให้เหมาะสมกับระดับความสามารถ สาระวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังแผนภาพต่อไป



ภาพประกอบ 2 Group Investigation Model

งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม งานวิจัยในประเทศ

สุวณธ์ เย็นจะบก (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุวรรณมาลี นาคเสน (2544 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอน Group Investigation เรื่องวงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ Group Investigation สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิรันทร์ ศรีประดิษฐ์ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ระหว่างการสอนตามรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มกับการสอนตามคู่มือครูของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา สังคมศึกษา

ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

คริสเตนเซนและคณะ (Chirstensen and Other. 2000 : 409 - 393) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ในกลุ่มเด็กฝึกงาน โดยมีที่ปรึกษาคอยแนะนำ พบว่าตลอดการศึกษา 15 สัปดาห์ พบว่าเด็กมีความกระตือรือร้นในการทำงานมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน

บราวน์ และ เฮย์ (Brown and Hayes. 2002) ทำการวิจัยเรื่อง Professional Reading Circle : Towards a Callaborative model for life long learning ทำการทดลองกับนักศึกษาของมหาวิทยาลัยบัลลารัท (Ballarat University) ประเทศออสเตรเลีย โดยใช้รูปแบบการอ่านแบบวงกลม (Reading circle model) นักศึกษากลุ่มละ 4 คน แต่ละคนรับผิดชอบคนละหน้าที่ ทุกกลุ่มอ่านเรื่องที่กำหนด

ร่วมกันอภิปรายปัญหา เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา แล้วรวบรวมผลงานในแฟ้มผลงานของแต่ละคน

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อบทบาทของตนในกลุ่ม ทุกคนมีส่วนร่วมทำให้กลุ่มประสบผลสำเร็จ ผู้เรียนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และพัฒนาการอ่านของตนเองรู้จักการเลือกสิ่งที่ได้จากการอ่านนำเสนออย่างมีคุณค่า

แอลเลน (Allen. 2002) เสนอบทความเรื่อง Social Science Model of Teaching Path to Effective : The Group Investigation Model. กล่าวถึงกลุ่มการทดลองของ (Thelen) ซึ่งได้พัฒนาการสอนแบบสืบเสาะเป็นกลุ่มมาเป็นการสอนแบบเทเลน (Thelen Model) ซึ่งใช้วิธีการคล้ายกัน คือ กำหนดปัญหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแก้ปัญหาโดยการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม แล้วนำความรู้แต่ละคนมาอภิปรายร่วมกัน ดำเนินการวิเคราะห์ปัญหา จากนั้นนำเสนอโดยการแสดงบทบาทสมมติ รายงาน หรืออื่นๆ ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้ได้ผ่านการอ่านของทุกคนมาแล้ว การวิจัยพบว่านักเรียนรู้และสามารถปฏิบัติจริง จากการที่นักเรียนสามารถอธิบายแก้ปัญหา พัฒนาความคิดการประยุกต์ใช้ การสาธิต วิจาร์ณและสามารถเชื่อมโยงความคิดกับประเด็นต่างๆ ได้ และมีการตัดสินใจที่เที่ยงตรงต่อปัญหาต่างๆ

จากผลการในประเทศและต่างประเทศที่ได้กล่าวข้างต้นแสดงว่า การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นมีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตน มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์และมีความสามารถในการตัดสินใจ ซึ่งส่งผลต่อการทำงานหรือการมีชีวิตในสังคมในทางที่ดี

เอกสารเกี่ยวกับการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
2. เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะสำคัญในการค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิด

ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 1 - 5) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางด้านกระบวนการแสดงหาความรู้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุการสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 182 - 185) ได้กล่าวถึงการวัดผลและประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ เบนจามิน เอส บลูม (Benjamin S.Bloom) ว่า มี 5 ประการ ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านความสามารถการเรียนรู้ของผู้เรียน ด้านความมารถในการจดจำ อธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับคำศัพท์ ข้อเท็จจริง แนวความคิด กระบวนการ หลักการและทฤษฎีต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมพฤติกรรมดังต่อไปนี้

- 1.1. ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.2. ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 1.3. ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงที่ใช้ในวิทยาศาสตร์
- 1.4. ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและการเรียงลำดับ
- 1.5. ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทและหมวดหมู่
- 1.6. ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์
- 1.7. ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ
- 1.8. ความรู้เกี่ยวกับหลักการและแนวความคิดสรุป
- 1.9. ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง
- 1.10 การระบุหรือชี้แจงความรู้ที่อยู่ในสถานการณ์ใหม่หรือเรื่องใหม่
- 1.11.การสื่อความรู้ที่แตกต่างไปจากเดิม

2. พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านความสามารถในการสังเกต การวัด การมองเห็น ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา การตีความหมายและลงข้อสรุป ตลอดจนการสร้างการทดสอบและการแก้ไข แบบจำลองทฤษฎี ซึ่งแบ่งเป็น 4 ชั้น ดังนี้

2.1. พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นที่ 1 : การสังเกตและการวัด

- 2.1.1. การสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่างๆ
- 2.1.2. การบรรยายการสังเกตด้วยภาษาที่เหมาะสม
- 2.1.3. การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
- 2.1.4. การคาดคะเนการวัดและการรู้ถึงข้อจำกัดในความเที่ยงตรงในการวัด
- 2.1.5. การวัดสิ่งของและการวัดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ

2.2 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นที่ 2 : การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

- 2.2.1 การมองเห็นปัญหา
- 2.2.2. การตั้งสมมติฐาน
- 2.2.3. การเลือกวิธีการทดสอบสมมติฐาน
- 2.2.4. การออกแบบการทดลองหรือจัดลำดับขั้นในการทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม

2.3 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะแสวงหาความรู้

ชั้นที่ 3 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

- 2.3.1. การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- 2.3.2. การบันทึกข้อมูล
- 2.3.3. การตีความหมายข้อมูลจากการทดลอง
- 2.3.4. การขยายความข้อมูลโดยอาศัยการสรุปความจากแนวโน้มที่พบ
- 2.3.5. การปรับปรุงสมมติฐาน

2.4. พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นที่ 4 : การสร้างการทดสอบและแก้ไขแบบจำลองทางทฤษฎี

- 2.4.1. การมองเห็นความจำเป็นที่จะต้องมีแบบจำลองทางทฤษฎี
- 2.4.2. การสร้างแบบจำลองทางทฤษฎีเพื่อเชื่อมโยงหลักการให้เข้ากับปรากฏการณ์ใหม่ๆ
- 2.4.3. การบอกความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นใหม่
- 2.4.4. การอนุมานสมมติฐานใหม่จากแบบจำลองทางทฤษฎี
- 2.4.5. การตีความหมายและการประเมินผลที่ได้จากการทดลองเพื่อทดสอบ

แบบจำลองทางทฤษฎี

2.4.6. การแก้ไขแบบจำลองทางทฤษฎี

3. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้หมายถึงการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านความสามารถที่จะใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาใน สถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีพฤติกรรม ดังต่อไปนี้

3.1. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นใน วิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน

3.2. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นใน วิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ

3.3. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น นอกเหนือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. พฤติกรรมด้านเจตคติและความสนใจ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของ ผู้เรียนทางด้านความรู้สึกและอารมณ์ ซึ่งมีขอบเขตกว้างขวางรวมความสนใจและเจตคติ ซึ่งมี รายละเอียดครอบคลุมพฤติกรรมดังนี้

4.1 การมีเจตคติที่ดีและความสนใจต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์

4.2 การยอมรับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการคิด

4.3 การเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4.4 การเกิดความสนุกสนานต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.5 การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์

4.6 การพัฒนาความสนใจที่จะมีอาชีพทางวิทยาศาสตร์

5. พฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้าน ความสามารถที่จะใช้เครื่องมือปฏิบัติการ ซึ่งมีพฤติกรรมดังนี้

5.1. การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่วไป

5.2. การใช้เทคนิคการปฏิบัติการด้วยความระมัดระวังและให้เกิดความปลอดภัย

พฤติกรรมที่พึงประสงค์ในการเรียนการสอนทั้ง 5 ประการดังกล่าว จะช่วยเป็นแนวทางใน การจัดการเรียนการสอน ตลอดจนประเมินการเรียนรู้กับผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จริง

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบ ในการค้นหาข้อเท็จจริง หาความรู้ต่างๆ จากประสบการณ์ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535 : 101 - 103)

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

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้นๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- 1.มีความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ
- 2.มีความอดทน
- 3.มีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใดง่ายๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนเพียงพอ
- 4.ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนฝ่ายเดียว
- 5.สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
- 6.มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
- 7.มีความซื่อสัตย์สุจริต
- 8.ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่

นอกจากนี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยังเป็นส่วนสำคัญในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ 13 ทักษะ ดังนี้ (สสวท. 2536 : 1 - 6)แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ทักษะที่ 1 – 8

1.ทักษะการสังเกต (Observation)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งเป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

ชี้แจงและบรรยายคุณสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2.ทักษะการวัด (Measurment)

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- 2.บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัด
- 3.บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง
- 4.ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆ ได้ถูกต้อง
- 5.ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3.ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือลำดับวัตถุหรือสิ่งของ ที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยที่เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 2.เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 3.เกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้
- 4.ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space – Time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างของวัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุ มี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 2.วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้
- 3.บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเลขาคณิตได้

4. บอกว่าความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องมาจากการหมุนรูป 2 มิติ
ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

5. บอกรูปกรวยรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

6. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

7. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

8. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวา
ของกันและกันได้

9. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลง
ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

10. ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

11. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

12. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุกับการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิด
คำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือการนับ ได้แก่

1. นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

2. ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3. ตัดสินว่าของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

4. ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

1. บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย

2. หาค่าเฉลี่ย

3. แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การ
ทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น
โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็น
ต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลให้เหมาะสม
- 2.บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้
- 3.ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกได้
- 4.เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7.ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Infering)

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8.ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
- 2.การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ
- 3.ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- 4.ทำนายผลที่จะเกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ทักษะขั้นที่ 9 – 13

9.ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10.ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปรอุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือการออกแบบการทดลอง

1. กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายคือบรรยายคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

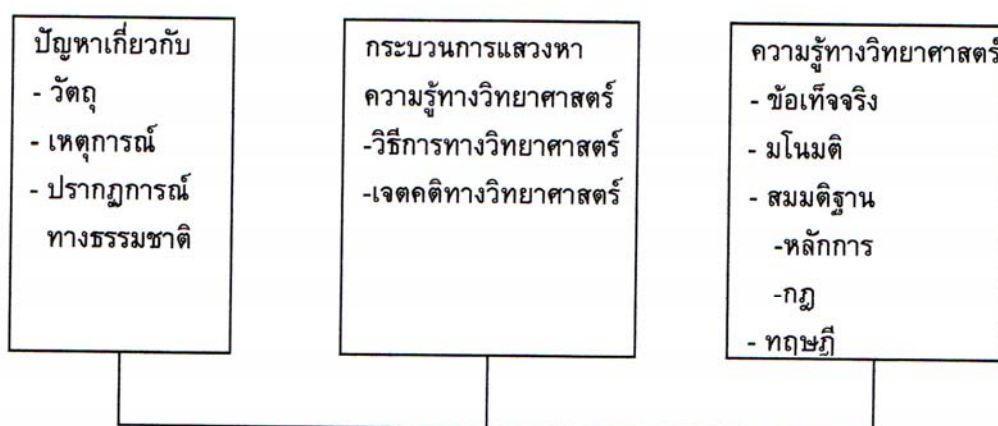
การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมาย ข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)

2.บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ดังกล่าวแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ทักษะที่ 1 – 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ทักษะขั้นที่ 9 – 13 ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะ ในการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2535 : 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสอง ลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชา วิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์ วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 21

1.ความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2.ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3.การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 40102 เรื่อง เอกภพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยภายในประเทศ

กมล เฟื่องฟู (2534 : 83) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับเรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัญชลีพร เตชะศิริกุล (2535 : 66) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศิลาจารพิพัฒน์ อำเภอคูสิด กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 จำนวน 100 คน กลุ่มทดลอง 50 คน ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจ กลุ่มควบคุม 50 คนได้รับการสอนตามคู่มือครูพบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู และ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลัดดา สายพานทอง (2535 : 108) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุบล ศรีช่อง (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปาริชาติ โชคพิพัฒน์ (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะทางสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะทางสังคมด้านความสามารถในการทำงานกลุ่ม และความมีเหตุผล สูงกว่าการฝึกตามโครงการ และฝึกตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิไลพร คำเพราะ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วนิดา อยู่เย็น (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมชัย อุ่นอนันต์ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียนที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รัตน์ะ บัวรา (2540 : 102) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

มะลิวรรณ วีระจิตต์ (2533: 80) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนกลุ่มควบคุม 40คน ได้รับการสอนตามคู่มือผลการศึกษพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และ การสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศจี อนันตโสภณจิตร (2540 : 72) ได้ศึกษาผลการสอนด้วยการจัดกิจกรรมมุขวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการจัดระบบสารสนเทศ ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดมุขวิทยาศาสตร์กับการสอนที่ไม่ได้จัดมุขวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543:69) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูผลการศึกษพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัตน์ะ บัวลา (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นุสรา เอี่ยมนวรรณ์ (2542 : บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนที่มีครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี โชติขุ่ม (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุชาดา ชัยขจรภัทร์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษากระบวนการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาคร ธรรมศักดิ์ (2541:บทคัดย่อ) ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4ที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบร่วมมือ กับการสอนตามคู่มือครูโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานครจำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ40 คนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ แบบร่วมมือ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กมล กมลานนท์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนวีดิทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมเรื่อง “วิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม” ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนวีดิทัศน์การสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่เรียนจากการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม เรื่อง เอกภพ ดาวฤกษ์ กำเนิดระบบสุริยะ

งานวิจัยต่างประเทศ

Christine Leow , s . (2002 : บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จาก 3 ประเทศ (อเมริกา , ออสเตรเลีย , อิสราเอล) โดยใช้ TIMSS ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสามประเทศไม่มีความแตกต่างกัน

Lany Ennis , S . (2002 : บทคัดย่อ) ผลการสอนแบบทฤษฎีโครงสร้าง ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เกรด 7 ในรัฐเคนตักกี ผลการศึกษาพบว่า การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การให้รูปแบบการสอนที่หลากหลาย รวมทั้งวิธีการอื่นๆ มีผลทำให้การเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

Victor & George. (1975 :156-161) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กับ นักศึกษามหาวิทยาลัยและครูวิทยาศาสตร์ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติทางวิชาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามวิธีของเทอร์สโตนโดยสร้างข้อความทั้งเชิงนิเสธและเชิงนิมาน จำนวน 36 ข้อไปทดสอบ ผลปรากฏว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับ นักศึกษามหาวิทยาลัยมีเจตคติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ครู จะต้องจัดให้มีนวัตกรรมหลากหลาย ตลอดจนสื่อต่างๆ มาช่วยในการจัดการเรียนรู้ อันเป็นแนวทางในการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

5.1 ความหมายของการตัดสินใจ

ราชบัณฑิตยสถาน (2538 : 338) ได้ให้ความหมายของคำว่า “ตัดสินใจ” หมายถึง

ตกลงใจนอกจากนี้ มีนักการศึกษาไทยและนักการศึกษาจากต่างประเทศได้ให้ความหมายของการตัดสินใจไว้ดังนี้

แพตเทสัน (Patterson. 1980 : 107) ได้ให้ความหมายว่า การตัดสินใจ หมายถึง การที่บุคคลเข้าไปสู่การเสี่ยง โดยมีการรวบรวมและประเมินข้อมูล มีทางเลือกหลายทาง และมีสิ่งประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญอันนำไปสู่การตัดสินใจเลือก

บรอซส์ (อรุณศรี กุมุท. 2529 : 4 ; อ้างอิงจาก Bross. 1953) ได้อธิบายเกี่ยวกับการตัดสินใจไว้ว่า ปัจจุบันพฤติกรรมของการตัดสินใจได้ทวีความยุ่งยากมากขึ้นมิใช่แต่จะมีทางเลือกมากมายให้ตัดสินใจเลือกเท่านั้น แต่มีความขัดแย้งในเรื่องค่านิยมที่ยึดถือด้วยบุคคลสามารถได้รับความช่วยเหลือ 2 ประการคือ ประการแรกในการตัดสินใจในเป้าหมายเฉพาะอย่างเรียกว่าผลที่ได้ และประการที่สองในการพิจารณาทางเลือกหลาย ๆ ทางและซึ่งนำนักทางเลือกเหล่านั้นในส่วนที่สัมพันธ์กับคุณลักษณะของเขาเองเพื่อให้สามารถตัดสินใจได้

กอร์ (Gore. 1964 : 30) กล่าวว่า การตัดสินใจคือการเลือกทางปฏิบัติซึ่งมีอยู่หลายทางเป็นแนวในการไปสู่เป้าหมายที่กำหนด

บาร์นาร์ด (วุฒิชัย จ้านง. 2523:3 ; อ้างอิงมาจาก Barnard. 1938) ได้กล่าวถึงกระบวนการตัดสินใจว่า เป็นเทคนิควิธีลดทางเลือกลงมา การเลือกนั้นจะใช้เทคนิควิธีใดก่อกกกกกก็ ตามที่จะเลือกทางเลือกเหล่านั้นลงมาเหลือทางเดียว

แฟรงค์ (ธงชัย สันติวงษ์. 2535 : 192 ; อ้างอิงมาจาก Frank. 1975 :32) ได้กล่าวถึงการตัดสินใจของฝ่ายบริหารว่า เป็นทางเลือกหลายทางที่มีการถ่วงถ่วงแล้วว่าดีที่สุดเพื่อให้ได้ทางเลือกอันหนึ่งอันใดที่จะก่อให้เกิดผลตามที่ต้องการให้ได้มากที่สุด ในเวลาเดียวกันจะต้องสามารถป้องกันผลเสียที่ไม่พึงปรารถนาให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

วุฒิชัย จ้านง (2533 : 3) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจว่า การตัดสินใจเป็นกระบวนการเลือกในระหว่างทางเลือกต่าง ๆ ให้เหลือทางเลือกเพียงทางเดียว ซึ่งจะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนในอันที่จะเลือกสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกมาสำหรับนำไปปฏิบัติจริง

สมพงษ์ เกษมสิน (2523 : 207) กล่าวว่า การตัดสินใจ หมายถึง การซึ่งใจไตร่ตรอง และเลือกทางดำเนินงานที่เห็นว่าดีที่สุดในทางใดทางหนึ่งจากหลาย ๆ ทางเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

กิตติมา ปรีดีติลล (2529 : 115) กล่าวว่า การตัดสินใจ หมายถึง การเลือกซึ่งถือเอาเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งเป็นเครื่องตัดสินใจ จากทางเลือกหลาย ๆ ทาง หากมีทางเลือกมากจะช่วยให้สามารถตัดสินใจได้ดีที่สุด

รศนา อัคระกิจ (2537 : 84) กล่าวถึงการตัดสินใจว่า การตัดสินใจเป็นพฤติกรรมขณะเมื่อบุคคลต้องเผชิญหน้ากับทางเลือกที่กำลังรอคอยการตัดสินใจ ตั้งแต่ 2 ทางเลือกขึ้นไป และจำเป็นต้องเลือกสิ่งหนึ่งจากหลายสิ่ง

การตัดสินใจเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งในทัศนะของ บาร์นาร์ด (Barnard) ไชมอน (Simon) กริฟฟิธ (Griffiths) และบุคคลอีกหลาย ๆ ท่าน มีความเห็นตรงกันว่า การตัดสินใจเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่ง จนอาจกล่าวได้ว่า ปัญหาต่าง ๆ ในองค์การไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านนโยบายหรือปัญหาด้านการปฏิบัติงาน ล้วนต้องอาศัยการตัดสินใจทั้งสิ้น นับแต่การสร้างทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ การเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งมาปฏิบัติ การตัดสินใจที่ดีที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์จะช่วยให้การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพหรืออาจกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพของการตัดสินใจเป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพของงาน

จากความหมายของการตัดสินใจที่กล่าว สรุปได้ว่า การตัดสินใจหมายถึงกระบวนการเลือกในระหว่างในระหว่างทางเลือกตั้งแต่สองทางเลือกขึ้นไปเป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่จะเลือกให้เหลือเพียงทางเลือกเดียว เพื่อนำไปปฏิบัติได้

5.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการตัดสินใจ

ได้มีผู้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการตัดสินใจในองค์การไว้มากมาย แต่ที่น่าสนใจพอสรุปได้ดังนี้

ลิทฟิลด์ (Litchfield. 1956 : 3 – 29) กล่าวว่า การตัดสินใจเป็นวัฏจักรของเหตุการณ์ (Cycless of Events) นับแต่การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา จนถึงการวางแผนแก้ไขปัญหา และการประเมินผล ที่ว่าการตัดสินใจเป็นวัฏจักรของเหตุการณ์ นั่นคือ เมื่อนำกระบวนการตัดสินใจไปแก้ปัญหานี้แล้ว มักจะมีปัญหาอย่างอื่นติดตามมา ปัญหาที่ติดตามานี้อาจเกิดขึ้นในช่วงใดช่วงหนึ่งของกระบวนการแก้ปัญหา และปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ก็ต้องอาศัยการแก้ปัญหาที่เป็นกระบวนการเช่นกัน อย่างไรก็ตาม บลอร์ และสกอต (Blau and Scott. n.d.) ได้ชี้ให้เห็นว่า ประสพการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาหนึ่งจะมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาค้างครั้งต่อ ๆ ไป ดังนั้นแม้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาครั้งแรกมีแนวโน้มว่าจะก่อให้เกิดปัญหาค้างครั้งแรกมีแนวโน้มว่าจะก่อให้เกิดปัญหาอย่างอื่นแทรกซ้อนขึ้นมามากแล้ว แต่ประสพการณ์หรือการเรียนรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาครั้งแรกนั้นนับได้ว่ามีส่วนสำคัญในการแก้ปัญหาใหม่ได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปัญหาใหม่มีลักษณะเหมือนหรือคล้ายกับปัญหาเดิม

แทรนเนนโบม (สุนทรี วัฒนพันธุ์. 2535 ; อ้างอิงจาก Trannenbaum. 1950 : 2524) มีความเห็นว่า การตัดสินใจที่เป็นระบบนั้น ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การรับรู้และกำหนดปัญหา (Recognition and Defining the Problem) การรับรู้ปัญหามีความสำคัญต่อการตัดสินใจ การรับรู้ปัญหาไม่เพียงแต่รอให้ปัญหาเกิดขึ้นเสียก่อน แต่ต้องพยายามคาดการณ์ล่วงหน้าว่า น่าจะเกิดปัญหาอะไรบ้าง

2. การระบุปัญหา (Identifying the Problem) เมื่อรับรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือคาดการณ์ได้ว่า จะมีปัญหาอะไรเกิดขึ้นแล้ว ยังต้องสามารถระบุให้ชัดเจนไปว่าปัญหาที่เกิดขึ้นหรือจะเกิดขึ้นนั้น อยู่ตรงไหน ประกอบด้วยปัญหาย่อย ๆ อะไรบ้าง และจำเป็นต้องแก้ไขตรงจุดไหนก่อนหลัง ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานการณ์นั้นอาจมีมากกว่าหนึ่งปัญหา และการที่จะแก้ปัญหามากมาย ๆ ปัญหาไปพร้อม ๆ กันนั้น บางครั้งอาจมีข้อจำกัดหลาย ๆ อย่างที่ไม่อาจทำได้ จำเป็นต้องเลือกปัญหาที่สำคัญและเร่งด่วนมาแก้ไขก่อน

3. การสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา (Generalization of Alternatives) เนื่องจากปัญหาต่าง ๆ ทุกปัญหาย่อมมีหนทางที่จะแก้ไขได้หลาย ๆ ทาง ดังนั้นการกำหนดทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ไว้หลาย ๆ ทางจะช่วยให้การเปรียบเทียบผลดีผลเสียของแต่ละทางได้ชัดเจน และทำให้ได้ทางเลือกที่ดีที่เหมาะสมมากขึ้น นอกจากนั้นการสร้างทางเลือกต่าง ๆ ในการแก้ปัญหามักมีข้อจำกัดในเรื่องความรู้และประสบการณ์ ดังนั้นการเปิดโอกาสให้บุคคลหลาย ๆ คน จากหลาย ๆ ฝ่ายมีส่วนในการสร้างทางเลือกก็จะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ได้ทางเลือกมาก ๆ

4. การเลือกทางแก้ปัญหา (Selection of the Alternatives) เมื่อได้ทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นไปได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ จำเป็นต้องตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งมาดำเนินการแก้ไข ปัญหาในการบริหารบางครั้งไม่อาจเลือกทางที่ให้ผลสูงสุดได้เสมอไป เนื่องจากมีข้อจำกัดอย่างอื่นเป็นเงื่อนไขอยู่ เช่น เวลา งบประมาณ ฯลฯ จึงจำเป็นต้องเลือกทางที่ให้ผลกลาง ๆ แต่ลดเงื่อนไขข้อจำกัดต่าง ๆ ลงได้มาก

5. การดำเนินการและประเมินผล (Implementation and Evaluation) เมื่อได้ตัดสินใจเลือกทางเลือกใดแก้ปัญหาแล้ว ก็ดำเนินการวางแผนและดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวตามทางเลือกที่ได้ตัดสินใจไปแล้ว พร้อมทั้งติดตามประเมินผลเพื่อแก้ไขสิ่งบกพร่องต่าง ๆ อันอาจเกิดขึ้น การดำเนินการแก้ปัญหาและการประเมินผลนั้นว่ามีความสำคัญมากในกระบวนการตัดสินใจ การตัดสินใจเลือกทางเลือกจะดีมีเหตุผลเพียงใดก็ตาม หากการปฏิบัติตามทางเลือกไม่ดำเนินไปอย่างรัดกุมแล้วการแก้ปัญหาก็ไม่อาจบรรลุผลตามเป้าหมายได้

ทฤษฎีการตัดสินใจของเกแลต (Gelatt's Decision Making Theory) (อรอนงค์ ธีญญะวัน. 2539 :71-72 ; อ้างอิงมาจาก Gelatt. n.d.) เป็นทฤษฎีที่แสดงถึงวงจรกระบวนการตัดสินใจโดยเริ่มจากจุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์ และเมื่อบุคคลมีความประสงค์ที่ต้องการจะตัดสินใจ บุคคลนั้นก็จะได้รับข้อเสนอแนะ โดยเขาจะรวบรวมข้อมูลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการตัดสินใจของ

เขา ต่อจากนั้นบุคคลก็จะพิจารณาข้อมูลที่ได้รับและพยายามนำมาประยุกต์ให้สอดคล้องกับการเลือกพิจารณาความเป็นไปได้ของทางเลือกสำหรับทำนายผลอาจจะขึ้นอยู่กับความสำเร็จของประสบการณ์ในอดีตและระดับความปรารถนาของบุคคลนั้นซึ่งการทำนายผลจะมีประสิทธิภาพหรือไม่เพียงใดจะขึ้นอยู่กับสิ่งสองประการคือ ข้อมูลที่รวบรวมได้ และน้ำหนักในการคาดคะเนอย่างเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมสำหรับลำดับขั้นต่อไปเป็นระบบค่านิยม ในขั้นนี้บุคคลจะพิจารณาถึงผลที่พึงปรารถนาเขาจะเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับลำดับขั้นค่านิยม เช่น ถ้าเราเลือกวิชาชีพนี้เพื่อต้องการเงินเดือนมาก หรือคิดว่าเราสามารถจบในสาขาวิชานี้ได้และจะได้มีโอกาสศึกษาต่อ เขาอาจจะต้องตั้งคำถามว่า ค่านิยมสูงสุดของเขานั้นคืออะไรทั้งนี้เพื่อให้การตัดสินใจเลือกของเขาเหมาะสมยิ่งขึ้น ส่วนขั้นสุดท้ายเป็นการประเมินผลและการเลือก ตัดสินใจ ซึ่งจะเป็นผลจากการตัดสินใจได้ในครั้งนั้น โดยได้ผลที่ได้รับเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายและข้อมูล หรือตัดสินใจที่จะสำรวจต่อไปโดยวางแผนเพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่เพื่อการตัดสินใจครั้งต่อไป

สรุปวงจรกระบวนการการตัดสินใจประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้คือ

1. จุดมุ่งหมาย บุคคลต้องการตัดสินใจเมื่อมีทางเลือกอย่างน้อยสองทางเลือก
2. ข้อเสนอแนะ บุคคลต้องหาข้อมูลเกี่ยวกับทางเลือกนั้นๆ
3. ความเป็นไปได้ โดยจะต้องค้นหาความเป็นไปได้ทั้งหมดของกิจกรรม
4. ความเป็นไปได้ของข้อมูลที่ได้รับ โดยจะต้องตรวจสอบลำดับความเป็นไปได้ในแต่ละทางเลือก
5. ความน่าจะเป็นของผลที่จะได้รับ โดยการทำนายความน่าจะเป็นไปจริงของแต่ละลำดับทางเลือก
6. ค่านิยม โดยการประเมินความต้องการของบุคคลในแต่ละลำดับ
7. การประเมินผล โดยประเมินความเหมาะสมและเลือกตัดสินใจ
8. การตัดสินใจ มีการตัดสินใจซึ่งอาจเป็น
 - 8.1 การตัดสินใจสิ้นสุดลง

8.2 การค้นหาข้อเสนอแนะใหม่

5.3 ประเภทของการตัดสินใจ

นวลศิริ เปาโรหิตย์ (2528 : 45) ได้แบ่งประเภทของการตัดสินใจไว้ดังนี้

1. การตัดสินใจที่ผลลัพธ์เป็นที่รู้แน่นอนชัด (Decisions with Certainty)

2. การตัดสินใจที่มีการเสี่ยงที่พอคำนวณได้ (Decision with Measured Risk) ผลลัพธ์ในกรณีนี้จะไม่น่าแน่นอนเหมือนในข้อแรก แต่พอจะคาดคะเนได้โดยใช้หลักความน่าจะเป็นไปได้มาพิจารณาประกอบ

3. การตัดสินใจที่ผลลัพธ์ไม่เป็นที่รู้ (Decision with Uncertainty) ในการเลือกแต่ละทางนั้นไม่สามารถคาดเดาว่าผลลัพธ์ออกมาจะเป็นอย่างไร นอกจากนี้วิธีการตัดสินใจยังสามารถจัดออกเป็นกลยุทธ์ต่าง ๆ กันได้หลายรูปแบบ

จำนง พรายแย้มแซ (2529 : 25) ได้แบ่งประเภทการตัดสินใจออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การตัดสินใจรายบุคคล เป็นการตัดสินใจโดยบุคคลเดียว บุคคลอาจขอคำแนะนำจากผู้อื่นแต่ความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจขึ้นอยู่กับเขาเพียงผู้เดียว

2. การตัดสินใจกลุ่ม เป็นการตัดสินใจที่มีหลายคนมีส่วนร่วมกระทำการ กระจายความรับผิดชอบ สมาชิกในกลุ่มมีความรู้สึกันว่า ถ้ามีความล้มเหลวเกิดขึ้น การตัดสินใจนั้น ๆ เป็นความผิดของกลุ่ม

วิชัย โสสุวรรณจินดา. (2535 : 185 – 186) ในการตัดสินใจของผู้บริหาร จะแตกต่างกันตามสภาพของปัญหา ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานประจำ การจัดสรรทรัพยากรหรือการปฏิบัติงานที่มีผลต่อองค์การ อย่างไรก็ตาม สามารถจำแนกประเภทของการตัดสินใจออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่แน่นอน เป็นการตัดสินใจที่อยู่บนพื้นฐานของผลลัพธ์ที่คาดหมายไว้แล้ว โดยเกิดขึ้นได้เมื่อผู้ตัดสินใจมีข้อมูล บ้างเพียงพอและทราบถึงผลของการเลือกแต่ละทางอย่างแน่น ในสถานการณ์เช่นนี้ ผู้ตัดสินใจจะพยายามเลือกทางเลือกที่ให้ประโยชน์สูงสุด

2. การตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่เสี่ยง หมายถึง การตัดสินใจที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของผลลัพธ์ที่ไม่น่าแน่นอน แต่ยังพอคาดคะเนความเป็นไปได้อยู่บ้าง ทั้งนี้ผู้ตัดสินใจทราบถึงผลลัพธ์ของทางเลือกต่าง ๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจ แต่โอกาสที่จะเลือกทางเลือกนั้นแตกต่างกัน อันเนื่องมาจากปัจจัยบางอย่างที่ไม่แน่นอน

3. การตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่ไม่แน่นอน เป็นการตัดสินใจที่ไม่สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ หรือความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นได้เลย ทั้งนี้เพราะผู้ตัดสินใจไม่มีโอกาสทราบผลลัพธ์ของทางเลือก ดังนั้นการตัดสินใจในสถานการณ์เช่นนี้ จึงไม่อาจเลือกใช้ทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด ผู้ตัดสินใจจึงต้องใช้ดุลยพินิจและวิจารณญาณ ช่วยในการตัดสินใจอย่างมาก

ไพลิน ผ่องใส (2531 : 160 – 161) แบ่งประเภทของการตัดสินใจออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การตัดสินใจภายใต้ความแน่นอน (certainty) หมายถึง การตัดสินใจที่ผู้บริหารทราบล่วงหน้าอย่างแน่นอนว่า ถ้าปฏิบัติการอย่างใดอย่างหนึ่งลงไปแล้วจะเกิดผลอย่างไร นั่นคือผู้ตัดสินใจทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ และคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ถูกต้อง หรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก อย่างไรก็ตาม ความเชื่อถือได้ของการตัดสินใจภายใต้ความแน่นอนนี้ ขึ้นอยู่กับกลวิธีและประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ประกอบการตัดสินใจ เครื่องมือที่นิยมใช้

รศนา อัมชะกิจ. (2537 : 86) ได้แก่

1.1 การปฏิบัติการวิจัย

1.2 วิธีการทางสถิติ

1.3 เศรษฐศาสตร์การบริหาร

1.4 วิธีการทางคณิตศาสตร์

2. การตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยง (risk) หมายถึง ผู้บริหารต้องคาดคะเนถึงโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้น ซึ่งผู้ตัดสินใจไม่อาจรู้ได้ว่าผลจากการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์นั้นจะเป็นอย่างไร การตัดสินใจจะกระทำตามข้อมูลที่มีอยู่แต่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งวิธีการนี้ไม่เป็นที่นิยม

3. การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน (uncertainty) หมายถึง ผู้ตัดสินใจไม่ทราบผลของการตัดสินใจจะเป็นอย่างไร การตัดสินใจลักษณะนี้เป็นการอาศัยประสบการณ์ ความเชื่อมั่น ลงสังหรณ์ของผู้ตัดสินใจมากำหนด เกณฑ์ที่ใช้ประกอบการตัดสินใจขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของผู้ตัดสินใจ แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

รศนา อัมชะกิจ. (2537 : 87)

3.1 บุคคลประเภทใช้หลักการได้น้อยดีกว่าไม่ได้เลย เป็นบุคคลที่ระแวดระวังภัย ไม่ไว้วางใจในความไม่แน่นอน มีประสบการณ์ในทางคาดการณ์ด้านร้ายฉะนั้นจึงตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติที่แน่ใจว่าประสบผลสำเร็จต่ำสุด แต่มีความแน่นอน

3.2 บุคคลประเภทผู้โชคดีเสมอ เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในทางคาดการณ์ล่วงหน้าในแง่ดี ไม่คำนึงถึงความไม่แน่นอน เพราะเชื่อมั่นในความเชี่ยวชาญสูงสุดของตน

3.3 บุคคลประเภทใช้หลักประนีประนอม เป็นบุคคลที่เหมาะสมสำหรับอยู่ร่วมในสถานการณ์ที่ประกอบด้วยบุคคลทั้งสองประเภทดังกล่าวข้างต้น

3.4 บุคคลประเภทนิยมความเสมอภาค จะนำทางเลือกมาคิดถ่วงน้ำหนักให้เท่ากันและเหมือนกันหมด ส่วนการตัดสินใจจะพิจารณาจากค่าสูงสุดของปริมาณตามที่คาดหวัง

3.5 บุคคลประเภทใฝ่สูงเกินศักดิ์ คือจะพยายามรักษาโอกาสที่จะได้รับประโยชน์สูงสุด หรือปฏิบัติตามทางเลือกที่มีโอกาสเสียน้อยที่สุดนั่นเอง

จุมพล หนีมพานิช (2533 : 28 – 31) ให้ความเห็นว่า กระบวนการตัดสินใจของผู้บริหารที่จะทำให้องค์การประสบความสำเร็จ ควรมีขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา (identification of problem) ปัญหาอาจเกิดขึ้นหลายรูปแบบที่แตกต่างกัน ปัญหาบางปัญหาผู้บริหารอาจทราบได้ทันที เพราะเกิดขึ้นต่อหน้าฝ่าย

2. การแสวงหรือค้นหาทางเลือกต่าง ๆ (search for alternatives) เป็นการพิจารณาถึงทางเลือกที่ใช้ในการแก้ปัญหา ผู้บริหารควรแสวงหาทางเลือกไว้หลาย ๆ ทางสำหรับการแก้ปัญหา และควรมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หาวิธีการแก้ไขปัญหาคือวิธีที่เป็นไปได้ ปัญหาบางปัญหา อาจมีทางเลือกให้เห็นเด่นชัดพอสมควร แต่บางปัญหาอาจต้องอาศัยผู้ที่ใกล้ชิดคุ้นเคยกับปัญหามาช่วยหาทางแก้ไข

3. การประเมินทางเลือกต่าง ๆ (evaluation of alternatives) เป็นการนำทางเลือกมาให้น้ำหนักเปรียบเทียบดูความสำคัญของแต่ละทางเลือก โดยยึดหลักว่าพยายามเลือกทางเลือกที่ให้ประโยชน์สูงสุด สำหรับวัตถุประสงค์ที่มีอยู่ก่อนมีการประเมินทางเลือกควรมีการรวบรวมข่าวสารหรือข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง

4. การตัดสินใจเลือกทางเลือก (choice of alternatives) เป็นขั้นที่ผู้บริหารตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด การตัดสินใจจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดความชัดเจนจัดบรรยากาสความไม่แน่นอนออกไป

5.4 กระบวนการตัดสินใจ

จำนง พรายแย้มแซ (2529 : 25 – 26) กล่าวว่า ในการตัดสินใจของคนเราแต่ละครั้งไม่ว่าจะเป็นเรื่องเล็กหรือเรื่องใหญ่ก็ตาม ย่อมจะต้องเป็นไปตามกระบวนการอย่างเดียวกันทั้งสิ้น เว้นแต่จะใช้เวลามากน้อยต่างกันในบางขั้นตอนเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทักษะและความสามารถของแต่ละบุคคลเป็นสำคัญ

ดังนั้นเมื่อบุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่จะต้องแก้ปัญหาโดยฉับพลันทันทีทันใดหรือไม่ก็ตามขั้นตอนสำคัญก่อนเริ่มเข้าสู่กระบวนการตัดสินใจก็คือ บุคคลนั้นจะต้องมีสติสัมปชัญญะที่มั่นคงไม่ตื่นตระหนกต่อเหตุการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ และพร้อมกันนั้นจะต้องขจัดอคติหรือความลำเอียง (รัก-โกรธ-กลัว-เขลา) ออกจากจิตใจให้หมดเสียก่อน แล้วจึงเริ่มปฏิบัติไปตามขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งบ่อยครั้งที่เดียวที่เราจะเห็นบุคคลบางคนชอบทำเรื่องเล็กให้

เป็นเรื่องใหญ่ หรือเรื่องง่ายให้เป็นเรื่องยากเพราะความขาดสติและเมื่อมีคติขณะที่ตัดสินใจแก้ปัญหา นั้น ๆ

รศ.นา อัมชะกิจ (2537 : 97) กล่าวถึงกระบวนการตัดสินใจว่า กระบวนการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ ควรดำเนินการในลักษณะของทีมงานความสามารถในการสื่อสารด้วยภาษาที่ปรับให้เข้าใจตรงกันสำหรับปฏิบัติงานภายในกรอบอย่างเป็นระบบ ขั้นตอนจะช่วยให้ทุกฝ่ายเข้าใจกลวิธี ในการเสนอข้อคิดเห็นสามารถสื่อสารความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล ในกระบวนการคิดค้น ผู้ตัดสินใจต้องพยายามทำใจ เป็นอิสระ พิจารณาให้รอบด้าน กว้างไกล อุทิศเวลาให้นานมากเพียงพอไม่รีบเร่งจนเสียการงาน แม้ว่าทุกขั้นตอนจะดำเนินมาด้วยดีแต่เริ่มต้น ถ้าตัดสินใจผิดพลาด การแก้ปัญหาอย่างล้มเหลวเป็นธรรมดา จึงกล่าวได้ว่า ก่อนจะตัดสินใจ แก้ปัญหาใด ๆ จะต้องพิจารณาให้รอบคอบ คิดให้กว้างไกล มีใจอิสระปราศจากอคติ มีสติสัมปชัญญะ จึงทำให้การตัดสินใจผิดพลาดน้อยที่สุด

วรรณ พรมบุรุษย์ (2540 : 41) ได้กล่าวถึงกระบวนการตัดสินใจว่า การคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น คือการตัดสินใจที่เหมาะสมถูกต้องเป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นการคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เป็นการนำความคิดและการกระทำมาสัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดการปฏิบัติ คือการตัดสินใจกระทำที่ จะนำความคิดและการกระทำมาสัมพันธ์กันนั้นจะต้องฝึกตั้งแต่ขั้นตอนการคิดหาเหตุ หาผล การเลือก การฝึกความรู้สึกซาบซึ้งกับสิ่งที่ตั้งงามที่กระทำและการลงมือกระทำถ้าศึกษา รูปแบบจะได้ดังนี้

- 1.การคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น คือการตัดสินใจ
 - 2.การตัดสินใจคือ การนำความคิดและการกระทำมาสัมพันธ์กัน เพื่อเกิดการกระทำ
 - 3.การนำความคิดและการกระทำมาสัมพันธ์กันคือ การศึกษาค่านิยม
 - 4.ค่านิยม คือสิ่งที่เรายึดถือเป็นแนวทางในการเลือกตัดสินใจ
- สิ่งที่เรายึดถือเป็นทางในการเลือกตัดสินใจคือ จะต้องศึกษากระบวนการสำรวจ และเลือกหาเหตุผล นิยม มองสิ่งที่เลือก ประกาศยืนยันแสดงและทำซ้ำจนเป็นนิสัย ที่เรียกว่า มาตรการ 7 ขั้นในการพิจารณาสร้างเสริมค่านิยม

5.5 ขั้นตอนการตัดสินใจ

จากกระบวนการตัดสินใจที่กล่าวมาแล้ว พบว่าการตัดสินใจจะต้องปฏิบัติอย่างเป็นไปตามลำดับขั้นตอน มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาเสนอขั้นตอนการตัดสินใจไว้นหลาย ๆ แนวคิดด้วยกันดังนี้

เกลต (Gelatt. 1992 : 70 – 75) กล่าวว่า เหตุผลเป็นรูปแบบพื้นฐานในการตัดสินใจที่ดี ซึ่งหลักการของการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลนั้น มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การระบุปัญหา เป็นความสามารถในการบอกปัญหาที่จะเกิดขึ้นเป็นปัญหาที่สำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไข
2. การกำหนดจุดมุ่งหมาย เป็นการกำหนดถึงเป้าหมายของปัญหา
3. การวิเคราะห์ เป็นการใช้ความคิดเพื่อบ่งบอกถึงความเป็นมา ความสำคัญของปัญหา
4. การตั้งสมมติฐาน เป็นความสามารถที่จะบอกถึงสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา
5. การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด เป็นการเลือกทางเลือกออกมาเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาเป็นการเลือกอย่างมีเหตุผล และเป็นสิ่งที่คาดว่าจะให้ประโยชน์สูงสุด

กริฟฟิธส์ (Griffiths. 1959 : 94) ได้เสนอแนะว่า การตัดสินใจควรมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาดูว่าปัญหาคืออะไร และวางขอบเขตของปัญหานั้น
2. วิเคราะห์และประเมินผลปัญหานั้น
3. สร้างเกณฑ์และมาตรฐานเพื่อประเมินทางเลือก หรือการตัดสินใจ
4. รวบรวมข้อมูล
5. หาทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
6. ลงมือปฏิบัติตามทางเลือกที่ดีกว่า โดย
 - 6.1 วางโปรแกรมการแก้ปัญหา
 - 6.2 ควบคุมกิจกรรมในปัญหานั้น
 - 6.3 ประเมินผลที่ได้และกระบวนการที่ทำไป

วุฒิชัย จ่านอง (2523 : 76) กล่าวถึงแนวความคิดที่มีมาตั้งแต่สมัยของ Frededric W. Taylor เกี่ยวกับเรื่องการจัดการตามแนววิทยาศาสตร์ว่าจริง ๆ แล้ว ขั้นตอนที่ Taylor เสนอออกมานั้นเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาซึ่งแน่นอนว่า กระบวนการตัดสินใจจะใช้กระบวนการขั้นตอนในการแก้ปัญหาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยอยู่เสมอ จึงแบ่งขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การแยกแยะตัวปัญหา เป็นการสร้างความไม่แน่ใจโดยการค้นหาทำความเข้าใจกับปัญหาที่แท้จริง เมื่อผู้ทำการตัดสินใจมีความรู้สึว่าได้เกิดปัญหาขึ้นมา
2. การหาข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับตัวปัญหานั้น การที่จะเกิดปัญหาใด ๆ ขึ้น จำเป็นต้องมีเหตุผล ฉะนั้นการหาข่าวสารก็คือการเสาะหาสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหานั้น

3. การประเมินค่าข่าวสาร ในบรรดาข่าวสารที่หาไม่ได้หมายความว่าข่าวสารนั้นเกี่ยวข้องกับตัวปัญหาเสมอไป จึงจำเป็นต้องมีการประเมินค่าดูว่าข่าวสารที่ได้มาถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เพื่อจะได้มีการเสาะหาข่าวสารเพิ่มเติม

4. การกำหนดทางเลือก เป็นการที่พยายามจะครอบคลุมวิถีทางที่จะแก้ปัญหาได้ในหลายวิถีทางเลือกทุกทางอาจจะช่วยเราแก้ปัญหา แต่อาจจะมีผลสำคัญหรือจำเป็น ตลอดจนความเหมาะสมในหลาย ๆ ระดับด้วยกัน ฉะนั้นความจำเป็นอย่างหนึ่งคือการกำหนดทางเลือกที่มีความสำคัญของการแก้ปัญหา เพื่อที่จะสรุปในการเลือกในขั้นต่อไป

5. การเลือกทางเลือก ในขั้นนี้เป็นที่ยอมรับกันว่าเป็นการตัดสินใจอย่างแท้จริง แต่ยังไม่สามารถกล่าวได้ว่าสมบูรณ์ เพราะจำเป็นต้องมีอีกขั้นหนึ่ง

6. การปฏิบัติตามการตัดสินใจเป็นการปฏิบัติตามผลของการตัดสินใจหรือทางเลือกนั้น เราจะทราบได้ว่าการตัดสินใจนั้นถูกต้องเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับว่าสามารถที่จะแก้ปัญหาที่ได้แยกแยะออกมาได้ตามขั้นตอนแรกได้หรือไม่

อาภรณ์พันธ์ จันทรส่วง (2525 : 156) ได้สรุปขั้นตอนของการตัดสินใจเป็น 4 ขั้น ใหญ่ ๆ คือ

1. การพิจารณาถึงตัวปัญหา เพื่อดูว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร
2. การพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจ กล่าวคือ ภายหลังจากที่พบปัญหาแล้ว จะต้องพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ ที่จะใช้แก้ปัญหาซึ่งมีหลายวิธี
3. การประเมินผลทางเลือกต่าง ๆ เหล่านั้น เป็นการประเมินทางเลือกว่าทางเลือกใดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด คือ ดีกว่าทางเลือกอื่น ๆ ทั้งหมด
4. การตัดสินใจเลือกทางเลือกที่นำไปใช้แก้ปัญหา เมื่อได้ทางเลือกแล้วก็ตัดสินใจเลือกทางเลือกนั้นสำหรับแก้ปัญหาต่อไป

จำนง พรายแย้มแซ (2529 : 27) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจที่จะทำการใด ๆ อย่างมีประสิทธิภาพดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้น ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
2. ประเมินค่าและวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูล เพื่อที่จะแยกความจริงออกจากความเห็น จนสามารถมองเห็นสาเหตุที่แท้จริงของเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน
3. กำหนดทางเลือกและทางออก สำหรับสถานการณ์และปัญหาไว้หลาย ๆ ทาง
4. กำหนดเกณฑ์อย่างมีหลักการ เพื่อใช้คัดเลือกแนวทางหรือทางเลือกที่ดีที่สุด
5. กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายเกี่ยวกับสิ่งที่เราคาดหวังจะให้สัมฤทธิ์ผล
6. วางแผนปฏิบัติงานอย่างรอบคอบตามวิถีทางที่เป็นไปได้

7. ตัดสินใจลงมือดำเนินการจนบรรลุผลตามที่ต้องการ

พิมลจรรย์ นามวัฒน์ (2532 : 263 – 264) ได้กล่าวถึงรูปแบบของการตัดสินใจไว้ดังนี้ ใน การตัดสินใจอาจทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละแบบก็มีความเหมาะสมในแต่ละเรื่อง ผู้บริหารจึงควร รู้จักเลือกใช้รูปแบบการตัดสินใจที่เหมาะสม

1. การตัดสินใจโดยบุคคลคนเดียว เหมาะสำหรับการตัดสินใจที่กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว และเป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน นอกจากนี้การตัดสินใจโดยบุคคลคนเดียวยังเหมาะสำหรับการ ตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ฉุกเฉินอีกด้วย

2. การตัดสินใจโดยกลุ่ม เหมาะสำหรับการตัดสินใจที่ไม่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า เป็น เรื่องที่ยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งผู้บริหารที่มีความรู้และทักษะไม่กว้างขวางพอควรใช้การตัดสินใจโดยกลุ่ม จะช่วยให้ได้ความคิดกว้างขวางจากผู้ที่มีประสบการณ์และความรู้ต่าง ๆ กัน

วุฒิชัย จานง (3223 : 76) ได้กล่าวถึงรูปแบบของการตัดสินใจสั่งการไว้ดังนี้

1. ตัดสินใจเองหลังจากได้พบปรึกษากับผู้บังคับบัญชาแล้ว
2. ตัดสินใจเองโดยมิได้ปรึกษากับผู้บังคับบัญชาและมีได้ชี้แจงเหตุผลให้ผู้บังคับบัญชาทราบ
3. ตัดสินใจเองโดยมิได้ปรึกษากับผู้บังคับบัญชา แต่ได้ชี้แจงเหตุผลให้ผู้บังคับบัญชา ทราบภายหลัง

4. ตัดสินใจเอง โดยได้ปรึกษาหารือกับกับผู้บังคับบัญชาก่อน

5. ร่วมทำการตัดสินใจกับผู้บังคับบัญชา

6. มอบหมายอำนาจหน้าที่ในการตัดสินใจให้แก่ผู้บังคับบัญชา

บัญชา อึ้งสกุล (2537 : 2 – 4) ในการทำงานใด ๆ มักมีปัญหาก่เกิดขึ้นเสมอ ซึ่งเป็นสิ่งที่ ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ โดยเฉพาะการตัดสินใจแก้ปัญหาของผู้บริหารโรงเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาในการปฏิบัติงาน ดังนั้น ผู้บริหารจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจและมี ทักษะในการปฏิบัติ มีความเห็นว่า วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดควรมีองค์ประที่สำคัดังนี้

1. การวิเคราะห์สภาพการณ์ (situation analysis) หมายถึง การสำรวจสภาพการณ์การ ทำงานในปัจจุบัน และยอมรับว่าปัญหาในการทำงานเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ดังนั้น ผู้บริหารจึงต้อง พิจารณาสภาพการปฏิบัติงานในปัจจุบันของโรงเรียนว่ามีอะไรบ้างอะไรเป็นปัญหาจริง ๆ อะไรเป็น ปัญหาความรู้สึก ปัญหานั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหานั้นมีเพียงพอหรือไม่ เชื่อถือได้ มากน้อยเพียงใด และปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่นี้มีความเร่งด่วนมากน้อยเพียงใดที่จะต้องรีบดำเนินการ แก้ไข

2. การวิเคราะห์ปัญหา (problem analysis) เมื่อผู้บริหารได้วิเคราะห์สภาพการทำงานในปัจจุบันจนสามารถระบุปัญหาได้แล้ว และต้องการให้เกิดผลอะไรในการแก้ปัญหา นั้น ในขั้นนี้เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาว่าปัญหานั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร มีสาเหตุมาจากอะไร

3. การพัฒนาทางเลือกในการแก้ปัญหา (develop alternatives) ค้นหาวิธีการต่าง ๆ ในการดำเนินงานเพื่อแก้ปัญหา ภายหลังจากการวิเคราะห์ปัญหาค้นหาสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดปัญหานั้นอย่างแน่ชัดแล้ว เทคนิคการระดมสมองจะช่วยให้เกิดการพัฒนาทางเลือกในการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ ทาง จากนั้นจึงอภิปรายทางเลือกในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ว่าสามารถทำให้เกิดผลตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่

4. การประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหา (evaluate the alternatives) เมื่อ ได้พัฒนาทางเลือกในการแก้ปัญหาหลาย ๆ ทางแล้ว ขั้นต่อไปซึ่งมีความสำคัญ คือการประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาก่อนตัดสินใจ

5. การวางแผนดำเนินการ (plan the solutions) เมื่อผู้บริหารได้ประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นนี้เป็นการนำทางเลือกที่ผ่านเกณฑ์ประเมินแล้วมาพิจารณาวางแผนดำเนินการต่อไป

6. การดำเนินการ (implement the solutions) เป็นการนำแผนไปสู่การปฏิบัติซึ่งผู้บริหารจะต้องมีการติดตามผลและควบคุมการดำเนินงานให้เป็นไปตามแผนอย่างใกล้ชิด ทั้งนี้เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการดำเนินงาน

7. การประเมินผล (evaluations) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ เพื่อให้ทราบว่าแผนงานต่าง ๆ เมื่อนำไปสู่ การปฏิบัติแล้ว

กิตติมา ปรีดีดิลก. (2529 : 155) การตัดสินใจหรือการวินิจฉัยสั่งการ เป็นหน้าที่ที่สำคัญของผู้บริหาร ซึ่งในการตัดสินใจมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ กล่าวว่าการตัดสินใจมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. ตัวผู้ตัดสินใจ หมายถึง ผู้ที่มีหน้าที่ในการตัดสินใจ โดยทั่วไป ได้แก่ ผู้บริหาร หรือผู้นำ หรือผู้มีหน้าที่กระทำการตัดสินใจ

2. จุดมุ่งหมาย ผู้ที่จะทำการตัดสินใจต้องทราบจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนและแน่นอนก่อนทำการตัดสินใจ

3. ทางเลือก พิจารณาทางเลือกต่าง ๆ ที่จะเป็นไปได้ในการที่จะตัดสินใจแล้วจัดหาทางเลือกที่ดีและเหมาะสมไว้หลาย ๆ ทาง หากทางเลือกที่นำมาพิจารณาไม่มีคุณค่า การตัดสินใจอาจไม่ประสบผลสำเร็จ

5.6 ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

เกแลต (Gelatt. 1992 : 69 – 79) กล่าวว่าความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ เป็นการผสมผสานระหว่างหลังเหตุผลตามคำสั่งสอน และการใช้สัญชาตญาณที่แหลมคมมาใช้ในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์การใช้เหตุผลและสัญชาตญาณในการตัดสินใจ

คำแนะนำสำหรับการทำตัวให้สนุกกับการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ก็คือให้ใช้เหตุผลและสัญชาตญาณในการตัดสินใจในที่นี้หมายถึง ความเอาใจใส่ ความเป็นเหตุเป็นผล และสิ่งที่สามารถพิสูจน์ได้ ส่วนสัญชาตญาณ หมายถึง ความรู้สึก ความรู้ที่มีมาจาประสบการณ์เดิม

หลักการที่เป็นเหตุเป็นผลมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. การระบุปัญหา เป็นความสามารถในการบอกปัญหาที่จะเกิดขึ้นเป็นปัญหาที่สำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไข
2. การระบุวัตถุประสงค์ เป็นความสามารถในการกำหนดถึงเป้าหมายของปัญหาว่าต้องการแก้ปัญหาเพื่ออะไร
3. การวิเคราะห์ เป็นการใช้ความคิดเพื่อบ่งบอกถึงความเป็นมา ความสำคัญของปัญหา
4. ตั้งสมมติฐาน เป็นความสามารถที่จะบอกถึงสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา
5. มีทางเลือกที่ดีที่สุด เป็นการเลือกทางเลือกออกมาเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการเลือกอย่างมีเหตุผล และเป็นสิ่งที่คาดว่าจะให้ประโยชน์สูงสุด

ส่วนวิธีการใช้สัญชาตญาณ เป็นการใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิม ความรู้สึกของตนเองเข้าไปตัดสินใจ

การตัดสินใจโดยใช้เหตุผลและสัญชาตญาณมีความสัมพันธ์กันซึ่งจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้โดยใช้สมองทั้งสองซีก ต้องมีความกล้าในการตัดสินใจ จำเป็นที่จะต้องใช้เหตุผลที่อยู่ในขอบเขต และใช้สัญชาตญาณ ในการใช้เหตุผลคือการปฏิบัติอยู่ในขอบเขต ส่วนการใช้สัญชาตญาณคือการปฏิบัติด้วยขอบเขต

หลักการของสมองซีกซ้ายและซีกขวา สามารถนำมาสนับสนุนการตัดสินใจได้ การคิดแบบตะวันตกมักจะคิดด้วยสมองซีกซ้าย คือการคิดแบบมีเหตุผล ให้ลองใช้สมองซีกซ้ายตัดสินใจแบบไม่มีเหตุผลเราไม่สามารถกระทำได้

ในการตัดสินใจจะต้องมีการพัฒนาทักษะการตัดสินใจทั้งสองแนว คือตัดสินใจโดยใช้สมองซีกซ้าย และสมองซีกขวา แต่ไม่จำเป็นต้องมีทักษะทั้งสองอย่างเท่ากัน

6. งานวิจัยเกี่ยวข้องกับความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

งานวิจัยเกี่ยวกับการตัดสินใจนั้น ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแนะแนวอาชีพ การศึกษาต่อ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษามีน้อย ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยดังกล่าวมาแสดงไว้ ดังนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

เพอร์โรน (Perrone. 1965 : 254 – 257) ได้ศึกษาการเลือกอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า เด็กที่มีระดับเชาว์ปัญญาสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดี มีปัญหาส่วนตัวน้อย เลือกอาชีพที่มีการแสดงออก และอาชีพที่ทำความพอใจส่วนตัวมาให้ และต้องการศึกษาต่อในระดับสูงต่อไป เพื่อนำตนไปสู่จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ในชีวิตตรงกันข้ามกับเด็กที่มีระดับเชาว์ปัญญาต่ำและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จะไม่สนใจการแสดงออกของตน และตั้งจุดมุ่งหมายในงานอาชีพที่เหมาะสมกับความสามารถของตน

แพทเทอร์สัน (Patterson. 1996 : 3061 - A) ได้ศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกรีฑาหญิงของสถาบันเอกชนขนาดเล็ก NAIA จำนวน 53 คน และไม่เป็นนักกรีฑาจำนวน 88 คน เปรียบเทียบการตัดสินใจ การศึกษาพบว่า ความพร้อมในการตัดสินใจเลือกอาชีพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการวัดโดย The Salience Inventory วัดความสำคัญของค่านิยม 21 อย่าง โดยการใช้วัดค่านิยม พบว่า นักกรีฑาหญิงและไม่เป็นนักกรีฑาหญิงมีค่านิยม 2 ด้าน คือ รูปแบบการใช้ชีวิตและความเชื่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสถานภาพกับรูปแบบการใช้ชีวิตและความเชื่อไม่มีความสัมพันธ์กัน นักกรีฑามีความต้องการเกี่ยวกับความพอใจในด้านการวางแผนด้านอาชีพและการบริการให้คำปรึกษา

ลาสกิน (Laskin 1980 : 4413 – A) ได้ทำการศึกษาผลของโปรแกรมการตัดสินใจที่มีต่อคุณลักษณะทางอาชีพของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 132 คน ผลปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมในโปรแกรมการทดลองได้คะแนนรวมจากแบบทดสอบพัฒนาการทางอาชีพสูงกว่ากลุ่มควบคุม

โรบินสัน (Robinson. 1996 : 243-A) ได้ศึกษาทางเลือกพฤติกรรมสุขภาพของวัยรุ่นซึ่งปัจจุบันมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการตัดสินใจเรื่องพฤติกรรมสุขภาพดีกว่าวัยรุ่นสมัยก่อน จุดมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกปฏิบัติด้านสุขภาพ โดยสอนตามทฤษฎี Ground Theory มักจะค้นหาประสบการณ์ด้านพฤติกรรมสุขภาพของวัยรุ่น กลุ่มตัวอย่างเป็นวัยรุ่น 15 คน อายุระหว่าง 12 – 14 ปี โดยการสัมภาษณ์ข้อมูลอย่างละเอียด วิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบแบบเมตริก (Matrix) พบว่า วัยรุ่นมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับกระบวนการตัดสินใจสุขภาพของวัยรุ่น คือ การประเมินคุณค่า การยืนยัน การเลือก และการป้องกัน ทั้ง 4 ประการนี้จะผสมผสานออกมาเป็นกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับ สุขภาพวัยรุ่นมีการพัฒนาสูงขึ้นในเรื่อง

ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับรูปแบบความเชื่อด้านสุขภาพ การสนับสนุนด้านสุขภาพและรูปแบบอื่นๆ ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการตัดสินใจที่ใช้ในการเลือกด้านพฤติกรรมสุขภาพของวัยรุ่น ใช้สำหรับการพัฒนาในสาขาส่งเสริมพยาบาลและสุขภาพ

ซุลลิแวน (Sullivan. 1976 : 3430 - A) ได้ศึกษาผลการตัดสินใจของกลุ่มและบุคคลเกี่ยวกับบุคลิกภาพทางอาชีพหลังจากให้คำปรึกษาทางอาชีพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัย จำนวน 128 คน ผลปรากฏว่า การฝึกตัดสินใจมีผลต่อภาวะทางอาชีพทั้งในกลุ่มที่ตัดสินใจโดยกลุ่มและกลุ่มที่ตัดสินใจโดยตัวเอง

จากงานวิจัยในต่างประเทศที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า การฝึกตัดสินใจ รูปแบบการใช้ชีวิต ความเชื่อ ค่านิยมทางศาสนา สติปัญญา มีผลต่อการตัดสินใจเลือกอาชีพแตกต่างกัน

งานวิจัยภายในประเทศ

เพ็ญรุ่ง วงษ์สังทอง (2531 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบการตัดสินใจแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการอบนมเลี้ยงดูต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการอบนมเลี้ยงดูต่างกัน มีเหตุผลในการตัดสินใจแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่ได้รับการอบนมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตยมีเหตุผลในการตัดสินใจแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการอบนมเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลยและแบบเข้มงวด การใช้ข้อมูลการตัดสินใจแก้ปัญหาพบว่า ส่วนใหญ่มีลักษณะเช่นเดียวกัน คือ ใช้ข้อมูล 2 ด้าน ประกอบการตัดสินใจ ข้อมูลที่ใช้มากที่สุดคือข้อมูลด้านสังคมกับข้อมูลด้านวิชาการ

อัญชลีพร เตชะศิริกุล (2535 : 64 - 66) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนทรี วัฒนพันธ์ (2535 : 92 – 93) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโพธิ์ทอง “จินตามณี” อ. โพธิ์ทอง จ. อ่างทอง จำนวน 70 คน โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับการสอนตามคู่มือครู สรุปผลการค้นคว้าได้ว่าความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองระหว่างก่อนการเรียนกับหลังการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัญชลีพร เตชะศิริกุล (2535 : 64 -66) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนทางวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนโดยใช้ชุดการตัดสินใจ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือหลังการสอน สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญยิ่ง วรรณศิริกุล (2540 : 81) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชินนรสถิตวิทยาลัยเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร จำนวน 70 คน โดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับการตัดสินใจที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการและการฝึกทักษะการตัดสินใจมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการตัดสินใจสูงกว่าไม่ได้รับการฝึกหัด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นแบบประชาธิปไตยและฝึกตัดสินใจด้วยตนเองและการตัดสินใจของกลุ่มนักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและมีความสามารถในการตัดสินใจสูงซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนเป็นกลุ่ม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม เพื่อให้การวิจัยบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด ผู้วิจัยได้ดำเนินการค้นคว้าตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีการวิจัย
5. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนอัสสัมชัญ จำนวน 5 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 250 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 100 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองศึกษาค้นคว้า คือ

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนอัสสัมชัญ จำนวน 1 ห้อง นักเรียนทั้งหมด 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เนื้อหาในการทดลอง

เป็นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สารที่ 7 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแลกซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะที่ใช้การทดลองจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โดยใช้เวลาสอน 16 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ขั้นเตรียม

1.1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์สาระการเรียนรู้และขอบข่ายเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.1.2 ศึกษารายละเอียด หลักการและแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มของ บรูซ จอยซ์ และมาร์ชา วิล

1.1.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มโนคติ เนื้อหาวิชา และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่อง เอกภพ ดาวฤกษ์ กำเนิดระบบสุริยะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 ขั้นสร้าง

สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติมากที่สุด โดยการแสวงหาความรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

1.2.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.2.3 สาระการเรียนรู้

1.2.4 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ก่อนทำการสอนดำเนินการดังนี้

ขั้นเตรียมก่อนการสอน

ทำการตกลงกับผู้เรียนทั้งห้องเรื่องแบ่งกลุ่ม การกำหนดบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ การกำหนดเวลาในการรายงานหรือเสนอผลงาน การแพร่ผลงานกลุ่ม การประเมินกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นตอนการสอนกิจกรรมมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. เสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา
2. ขั้นพิจารณาปัญหา
3. ขั้นวางแผน
4. ขั้นลงมือปฏิบัติการ
5. ขั้นรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน
6. ขั้นทบทวนและเชื่อมโยงปัญหาใหม่

1.2.5 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.2.6 ขั้นตอนวัดและประเมินผล

วิธีหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพหาค่า IOC ได้ค่า .67-1

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ไปแก้ไขและหาข้อบกพร่องในการดำเนินลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลา และเตรียมอุปกรณ์และสื่ออื่นๆ เพื่อให้การดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มเป็นไปอย่างสะดวกและเพียงพอต่อสมาชิก โดยขอคำปรึกษาชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญประกอบการทำแผนการจัดการเรียนรู้

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำเสนอให้กรรมการควบคุมปริมาณนิพนธ์ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และโครงสร้างพร้อมทั้งคำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปสอนจริง

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับเด็กนักเรียนในกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอัสสัมชัญ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเอกภพ ดาวฤกษ์กำเนิดระบบสุริยะผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลและการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์จากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของชวาล แพร์ตกุล(2520:11-406)เทคนิคการวัดผลของชวาล แพร์ตกุล(2521 :52-386)

2.2 ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเอกภพ ดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะเพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบโดยยึดพฤติกรรมของบลูม (Bloom.1971:141-223) แบ่งพฤติกรรมด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้-ความจำ
2. ด้านความเข้าใจ
3. ด้านการนำไปใช้
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก โดยสร้างสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 70 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(Content validity)หาค่า IOC ได้ค่า.67 - 1

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นปีที่ 5 โรงเรียน อัสสัมชัญ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 100 คน

2.6 นำกระดาษคำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทดลองใช้มาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของจุงห์ เทห์ฟาน (Fan.1952 : 6-32) โดยตัดเอา 27 % ของกลุ่มสูง และ 27 % ของกลุ่มต่ำ หาค่า p_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จ รูปที่จุงห์ เทห์ ฟาน สร้างไว้ เลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .22-.87 มีค่าอำนาจจำแนก (r) .20-.74 ไว้จำนวน 40 ข้อ (ล้วนสายยศ.2543:334-360)

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 2.6 ไปทดสอบกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 100 คน เพื่อหาอำนาจความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ .2540:123)ได้ค่าความเชื่อมั่น .87

2.8 นำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นแล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มทดลองซึ่งเป็นผู้เรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 30คน ก่อนและหลังการสอนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าวิธีสร้างแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี ความหมายของความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 8 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์สรุปเป็น 6 ขั้นตอน คือ

- 2.1. การระบุปัญหา
 - 2.2. การกำหนดจุดมุ่งหมาย
 - 2.3. การวิเคราะห์
 - 2.4. การตั้งสมมติฐาน
 - 2.5. การเลือกทางที่ดีที่สุด
 - 2.6. การเลือกทางเลือกโดยใช้ความรู้ที่ได้มาจากการประสบการณ์เดิมทางวิทยาศาสตร์
3. ลักษณะแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจเป็นแบบสถานการณ์

ประเภทปลายเปิด (Open Form) จำนวน 8สถานการณ์ 48 ข้อ

ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

โปรดอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วพิจารณาว่า ถ้านักเรียนอยู่ในสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนจะมีการตัดสินใจอย่างไร สำหรับการตัดสินใจนั้น ประกอบเกณฑ์ในการตัดสินใจต่อไปนี้

1. การระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถบอกปัญหาจากสถานการณ์ได้
2. การระบุจุดประสงค์ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมายของปัญหาว่าต้องการแก้ไขปัญหาเพื่ออะไรจากสถานการณ์ได้
3. การวิเคราะห์ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถใช้ความคิดเพื่อบอกถึงความเป็นมา ความสำคัญของปัญหาได้
4. การตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่า สาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา คือมีทางเลือกใดบ้างในการตัดสินใจเลือกเพื่อแก้ปัญหา
5. การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ทำให้ประโยชน์สูงสุด เป็นไปได้มากที่สุด และบอกเหตุผลในการเลือกทางเลือกด้วย

6. การเลือกทางเลือกโดยความรู้ที่ได้จากประสบการณ์เดิมทางวิทยาศาสตร์เข้าไปตัดสินใจแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้

4. นำแบบประเมินที่สร้างขึ้น เสนอต่อประธานกรรมการและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างตลอดจนความเหมาะสมของการใช้ภาษา

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์จะกระทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และทางการวัดผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษาที่ใช้เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

2. คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับ พฤติกรรมที่วัด (IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.2538:117) เลือกเอาข้อสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 0.67 หรือมากกว่า 0.67 ขึ้นไปไว้ ปรากฏว่าผ่านเกณฑ์ 7 สถานการณ์และนำสถานการณ์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาปรับปรุงใหม่

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน

4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนให้ข้อย่อยละ 2 คะแนน สำหรับคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไข ตรงประเด็นคำถาม และเป็นเหตุเป็นผล คำตอบที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ ให้ 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับคำตอบที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข ไม่ตรงประเด็นคำถาม และไม่เป็นเหตุเป็นผล โดยการให้คะแนนแต่ละข้อย่อยจะเป็นอิสระต่อกัน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

5. หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแต่ละสถานการณ์ โดยแบ่งกลุ่มที่ได้ให้นักคะแนนสูงออกเป็น 27% เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มที่ได้ให้นักคะแนนต่ำออกเป็น 27% เป็นกลุ่มต่ำ แล้วใช้วิธีการแจกแจงที (t-distribution) คัดเลือกสถานการณ์ที่มีอำนาจจำแนก (ค่า t ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป) ผ่านเกณฑ์ ปรากฏว่าผ่านเกณฑ์ 7 สถานการณ์ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกมากตามลำดับไว้ 4 สถานการณ์ จำนวน 24 ข้อ

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการ

ตัดสินใจที่คัดเลือกไว้แล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (พงษ์รัตน์ ทวีตน์. 2538 :125) ได้ค่าความเชื่อมั่น .62

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวิธีการรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เข้ากลุ่มทดลอง ให้มีนักเรียนกลุ่มละ 30 คน โดยวิธีจับฉลาก
2. ก่อนสอนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มทดลอง โดยใช้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจและนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทดลองเชิงปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแบบการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design ดังแสดงในตาราง 2 (Campbell and Stanley ;1966 :7)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
T ₁	X	T ₂

ความหมายของสัญลักษณ์

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบตัดสินใจเป็นกลุ่ม

2. วิธีการวิจัย

2.1 ก่อนการทดลอง ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจ กับกลุ่มทดลอง

2.2 ดำเนินการสอนโดยผู้สอนประจำวิชา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเอกภพ ดาวฤกษ์

กำหนดระบบสุริยะโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มที่สร้างขึ้น ระยะเวลาในการสอน 12 คาบ ๆ ละ 50 นาที

2.3 หลังการทดลอง ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์กับกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\bar{X}$) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2543 : 306)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2543 : 307)

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

เมื่อ S.D แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนกำลังสองของนักเรียนแต่ละคน
 n แทน จำนวนนักเรียน
 X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

2. สถิติใช้ทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบที่ใช้ในการฝึกโดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2539 : 2548 – 249)

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

เมื่อ	ICO	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27% ของจุง เดห์ฟาน เปิดตารางสำเร็จรูปของจุง เดห์ฟาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2543 : 334 – 360)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2539 : 215)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อทดสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนที่ทำผิด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ 1 - p
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม โดยแจกแจงค่าที่ (t - distribution)

$$t = \frac{\overline{X_H} - \overline{X_L}}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$\overline{X_H}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	$\overline{X_L}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
n_H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
n_L	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

2.4 หาความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนแบบตัดสินใจเป็นกลุ่มทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α
- Coefficient) ของครอนบัค Cronbach (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2538 : 170 – 172
)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อในแบบประเมิน
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐาน ได้แก่

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจ
ก่อนและหลังการทดลอง โดย t – test for dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.2540 : 165 – 167
) ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าวิกฤตที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงของค่า t
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างการทดสอบก่อนและหลังการฝึก
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างการทดสอบก่อนและหลังการฝึกแต่ละ ตัวยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนคู่ของคะแนนจากการทดสอบครั้งแรกและครั้งหลัง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน
SD.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าวิกฤตที่ใช้ในการพิจารณาแจกแจงค่า t distribution
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลอง
2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ก่อนทดลองและหลังทดลอง

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD.	t
ก่อนเรียน	30	17.90	2.42	20.62**
หลังเรียน	30	28.30	2.94	

$$t(.01,39) = 2.70$$

จากตาราง แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 คือนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มหลังเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD.	t
ก่อนเรียน	30	13.16	2.39	41.36**
หลังเรียน	30	28.90	3.39	

$$t(.01,39) = 2.70$$

จากตาราง แสดงว่าความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนกับก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 คือนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม หลังเรียนมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม
2. เพื่อศึกษา ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มหลังเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม หลังเรียนมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียน

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม 6 แผน จำนวน 12 คาบรวม Pretest และ posttest อย่างละ 2 คาบรวมเป็น 16 คาบ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

3. ขั้นตอนการวิจัย

- 3.1 ขอความร่วมมือกันผู้บริหารในการทำวิจัย
- 3.2 ชี้แจงให้ครูประจำชั้นทราบรูปแบบงานวิจัย และขอความร่วมมือในการทำงาน
- 3.3 ทดสอบนักเรียนก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ซึ่งได้รับการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว และปรับปรุงแก้ไขแล้ว

3.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นเวลา 16 ชั่วโมง

3.5 ทดสอบนักเรียนหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดิม

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล มีวิธีการดำเนินการดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาหาค่า t-test แบบ dependent sample
2. เปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาหาค่า t-test แบบ dependent sample

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนโรงเรียนอัสสัมชัญชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

จากการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 จากผลการวิจัยดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้

ประการแรกการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มเป็นกระบวนการที่ส่งเสริม

ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน เกิดการพัฒนาในการทำงานเป็นกลุ่ม กล่าวคือ กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มจะมีการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นตอนสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะร่วมกันเสนอปัญหาที่ครูกำหนดสถานการณ์ให้ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะมีการใช้ความคิดเพื่อเสนอปัญหา ขณะเดียวกันก็ต้องสนใจติดตามข้อเสนอของเพื่อนๆ คนอื่นเพื่อไม่ให้ซ้ำกับเพื่อน ขั้นพิจารณาปัญหา นักเรียนแต่ละคนจะร่วมแรงร่วมใจกันคิดวิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน เกิดปฏิสัมพันธ์กัน รู้จักบริหารจัดการกลุ่มย่อยเพื่อให้งานบรรลุเป้าหมายขึ้นวางแผนผู้เรียนได้ร่วมศึกษา แต่ละกลุ่มร่วมกันคิดวางแผนขั้นตอนในการศึกษาค้นคว้า การกำหนดหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มและมอบหมายกันทำงาน ทำให้ทุกคนมีความสามัคคีมีน้ำใจต่อกัน และสิ่งสำคัญคือทุกคนจะต้องคิดตลอดเวลา มีการเชื่อมโยงถึงอนาคต ขึ้นลงมือปฏิบัติ สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มค้นคว้าหาความรู้ตามที่กลุ่มมอบหมายการทำงาน และบันทึกผลการศึกษาในแบบบันทึกกิจกรรม นำผลมาอภิปรายเพื่อสรุปสาระสำคัญของกลุ่ม ทุกคนฝึกความรับผิดชอบฝึกการทำงานร่วมกันเห็นอกเห็นใจกัน อันเป็นวิธีที่ฝึกให้มีชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข และเป็นประโยชน์ต่อคนโดยรวม ขั้นรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน สมาชิกเสนอผลงานที่ตนเองศึกษาร่วมกัน อภิปรายสรุปเป็นความคิดของกลุ่ม แล้วบันทึกในแบบบันทึกกิจกรรม ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการศึกษานำขึ้นเรียนนักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอที่ แต่ละกลุ่มเสนอว่าบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่ สมาชิกทุกคนจะมีการฝึกการสื่อสารการใช้เหตุผลตลอดเวลา นับว่าเป็นการพัฒนาสมองทั้งสองซีก ขั้นทบทวนและเชื่อมโยงปัญหาใหม่ นักเรียนร่วมกันอภิปรายนำไปสู่การพบประเด็นใหม่ๆ เพื่อให้ นักเรียนลงมือศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูล มีการค้นคว้ามีการใช้ความคิดตลอดเวลาที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา มีการพัฒนาความคิด และพัฒนาการทำงานร่วมกับผู้อื่นซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของบรูซ จอยส์ และมาร์ชาเวลล์(Bruce joyce and Marsha well.1996:65-78)ที่กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มเป็นการส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือในการแก้ปัญหา เกิดการแข่งขันระหว่างกลุ่มทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนวลจิตต์ เชาวศิริพงศ์(2540:70-74) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้แบบประชาธิปไตยโดยมีความแตกต่างระหว่างบุคคลมีการแสดงความคิดเห็นและ การยอมรับฟังความคิดเห็นเป็นการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ และเกิดความคิดรวบยอดได้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

จากการทดลองใช้จะพบว่านักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตัวเองมากขึ้น กล้าแสดงออก รู้จักการทำงานกลุ่ม รู้จักการบริหารจัดการกลุ่ม การวางแผนงาน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีเหตุมีผลเกิดทักษะในการอยู่ร่วมกันกับผู้อื่นอย่างสันติและสร้างสรรค์ เห็นคุณค่าของตนเองมีความมั่นใจในการ

ทำงาน การแสดงออกและความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดการยอมรับและเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น นับว่าเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนให้เข้าใจหลักประชาธิปไตย

จากงานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศดังกล่าวข้างต้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมีบทบาทสำคัญมากแบบหนึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองมีการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการทำงานควบคู่กันไป

ประการที่สอง กิจกรรมการเรียนรู้เป็นการฝึกผู้เรียนฝึกสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสืบค้นข้อมูลที่อาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับคนในสมัยปัจจุบัน อย่างไรก็ตามก็คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ มีกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดร่วมกันอภิปรายในกลุ่มย่อย เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ของแต่ละบุคคลมีการอภิปรายเพื่อระดมความคิดและนำเสนอผลงานให้เพื่อนๆในห้องได้รับรู้ ทำให้นักเรียนสามารถแสดงออกตามความสามารถของแต่ละบุคคล มีการฝึกหัดเพื่อให้เกิดทักษะ การวิเคราะห์ การใช้เหตุผล การตัดสินใจ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้สมบูรณ์รู้จักคิดรู้จักตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ บรรยายภาคในห้องเป็นกันเอง สนุกสนานซึ่งสอดคล้องกับประเวศ วะสี ที่ต้องการเห็นเด็กไทยมีโอกาสคิดมากกว่าการท่องจำ การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ(ความฝันของแผ่นดิน. 2539 : 14). และสอดคล้องกับชัยวัฒน์ อุประตุกุล ที่ กล่าวว่า "...คนเก่งในอนาคตมิใช่คนที่รู้หรือจำข้อมูลได้มากมาย แต่เป็นคนที่รู้ว่าสถานการณ์ใดจะต้องใช้ข้อมูลอะไร และจะไปหาข้อมูลนั้นได้ที่ไหน..." (กรุงเทพธุรกิจ. 2539,9 เมษายน). และสอดคล้องกับ พรบ.การศึกษา 2542 มาตรา 24(1) (พรบ .การศึกษาแห่งชาติ 2542 . 2544 :27) ที่กล่าวว่า ให้สถานศึกษาจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไคด์เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ซึ่งกล่าวว่าการฝึกหัดหรือการกระทำบ่อยๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่วเกิดทักษะ ผู้เรียนจะจดจำได้และมีเหตุผลก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ งานวิจัยของบั๊กกี้ (Buggy. 1971:2543-A) พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกให้เกิดความคิดที่จะนำความรู้หลากหลายมาผสมผสานกันในการแก้ปัญหาจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและสอดคล้องกับแนวคิดของคณะกรรมการพัฒนาการสอนและการผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 58-64). ที่กล่าวว่าวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ถ้านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีจะทำให้ส่วนที่เป็นตัวความรู้สูงขึ้นด้วยคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวจึงสนับสนุนได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2 การเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

จากผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 การที่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนทดลอง อาจเป็นผลมาจากการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนการใช้ความคิด ตลอดเวลา และรูปแบบของกิจกรรมแต่ละขั้นก็คล้ายชุดกิจกรรมกระบวนการตัดสินใจของเทิร์นเนมบอมซึ่งความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เป็นวิทยาศาสตร์และเป็นการตัดสินใจที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม

ประการแรกกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มทุกขั้นนอกจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะมีการฝึกการตัดสินใจ ในหลายขั้นกิจกรรมยังมีการอภิปรายร่วมกันมีการสืบค้นข้อมูลอย่างดีแล้วจึงมีการตัดสินใจ เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เป็นวิทยาศาสตร์และเป็นการตัดสินใจที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนนักเรียนจะฝึกและเลือกตัดสินใจได้ด้วยตนเองโดยใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล ใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมทางวิทยาศาสตร์และหลักวิทยาศาสตร์มาประกอบการตัดสินใจ ซึ่งสอดคล้องกับวุฒิชัย จานงค์(2533 : 4). ที่กล่าวว่าทั้งสองกระบวนการเป็นสิ่งคู่กันจะแยกจากกันได้ยาก ในกระบวนการตัดสินใจจะฝึกให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและเลือกข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากที่สุดโดยมีการอภิปรายร่วมกันทำให้ความสามารถในการตัดสินใจสูงซึ่งสอดคล้องกับสุนทรย์ วัฒนพันธ์ (2535 : 93). ที่ได้ศึกษาพบว่าความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประการที่สองการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มนักเรียนได้ฝึกการตัดสินใจตลอดเวลาของการทำกิจกรรมโดยใช้หลักวิทยาศาสตร์และสัญชาตญาณทำให้เรียนเรียนมีความกล้าที่จะตัดสินใจเพื่อพบปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น ไม่กลัวปัญหา ไม่หนีปัญหา ดังที่นวลศิริ เปาโรหิตย์(2528 : 23). กล่าวว่าในการทำกิจกรรมทุกอย่างต้องมีการตัดสินใจเข้าไปเกี่ยวข้องแทบทั้งสิ้น ซึ่งจะช่วยให้บุคคลเลือกตัดสินใจ โดยนำความสามารถ ความสนใจ และบุคลิกภาพของตนมาร่วมพิจารณาประกอบเพื่อให้การตัดสินใจดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับมัมฟอร์ด(บุญยิ่ง วรรณศิริกุล.2540:85; อ้างอิงจาก Mumford. 1937.n.d.). กล่าวว่า การฝึกการตัดสินใจภายใต้การคิดอย่างมีเหตุผล และการใช้ประสบการณ์เดิมเข้าช่วย จะเป็นประสบการณ์ที่ช่วยพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเองเกิดความพยายามที่จะแก้ไขปัญหาลงสำเร็จได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศ ลาสกิน (Laskin.1980) และแพทเทสัน(Patterson.1996)ที่วิจัยพบว่า นักเรียน และนิสิตที่ได้รับการฝึกตัดสินใจจะมีคุณภาพในการคิดและการ

ตัดสินใจสูงกว่านักเรียนและนิสิตที่ไม่ได้รับการฝึกหัด บุญยัง วรณศิริกุล(2540) พบว่านักเรียนที่ฝึกคิดแก้ปัญหาจะมีความสามารถในการตัดสินใจสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ฝึกหัด

จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นการสนับสนุนความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มหลังเรียนมีคะแนนความสามารถในการตัดสินใจสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มในระยะแรกนักเรียนอาจจะไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้จึงต้องให้โอกาสในการปรับตัวและมีการให้กำลังใจเพื่อให้ผู้เรียนมีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น

1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ควรปรับปรุงสถานการณ์และรูปแบบให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนที่จะนำไปใช้

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละชั้น ควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกิจกรรมอย่างเต็มที่ ให้กำลังใจ ฝึกให้มีการตัดสินใจร่วมกันระดมความคิดที่หลากหลายและสรุปเป็นความคิดเดี่ยว ฝึกความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี ฝึกการบริหารจัดการกลุ่มสลับกันทุกคน ฝึกการสื่อสาร ความเป็นประชาธิปไตย ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดและการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์เพื่อเป็นผู้ใหญ่ที่มีศักยภาพสูงในสังคม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มควรมีการทดลองใช้กับทุกระดับชั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งจะเป็นการฝึกหัดให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเป็น คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งจะช่วยลดภาระผู้ปกครองในการไปกวาดวิชาในที่ต่างๆจนเป็นประเพณี

2.2การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มควรมีการศึกษาตัวแปรตามอื่นๆเช่นความเชื่อมั่นในตัวเอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการบริหารจัดการกลุ่ม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล เฟื่องฟุ้ง (2534).โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน
 โครงงานการศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการทำโครงงาน
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์
 วิทยาศาสตร์. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542).พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: สำนัก
 นโยบายและ วางแผนการศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม กระทรวงฯ.
- กิตติมา ปรีดิolk. (2529). ทฤษฎีการบริหารองค์การ.กรุงเทพฯ : ณะการพิมพ์, คณะกรรมการ
 พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
 ฉบับที่ ๕ พ.ศ. 2545 -2549. กรุงเทพฯ.
- จวีรรณ วัฒนจิตพงศ์. (2537). การเปรียบเทียบผลของกิจกรรมกลุ่มและสถานการณ์จำลองที่มี
 ต่อทักษะทางสังคมของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 โรงเรียนบ้านไร่พัฒนา อำเภอสทิต
 จังหวัดชัยภูมิ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่าย
 เอกสาร.
- จุมพล หนิมพานิช. (2533). “ การอำนวยการ : การตัดสินใจและการติดต่อสื่อสาร” เอกสารการ
 สอนชุดวิชาองค์การและการจัดการ หน่วยที่ 9-15. หน้า 2-36. นนทบุรี :
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- จำนง พรายแถมแซ.(2529). เทคนิคการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเพื่อให้เกิดทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ฉลอง ภิรมย์รัตน์. (2521). กระบวนการกลุ่มคู่มือประกอบการเรียนวิชา 325 หลักสูตรการฝึกหัด
 ครู พุทธศักราช 2519. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.
- ชวาล แพรัตนกุล. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : พัทธอักษร.
- ชุติมา วัฒนศิริ. (ม.ป.ป.). รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ :
 ภาควิชา หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชลลีสดี จันทาสี. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ
 ความสามารถในการตัดสินใจ อย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับ
 การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู.ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
 (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่าย
 เอกสาร.

จิตติพร คล้ายพันธ์. (2538). ผลของกิจกรรมกลุ่มที่มีต่อเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลศรีบุญยานุสรณ์ อำเภอกระทุ่มแบนจังหวัดสมุทรสาคร. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ดวงเดือน เทศวานิช. (2534 – 2535, ธันวาคม- พฤษภาคม). “รูปแบบการสอน” พิมเนศวร.

วารสารวิชาการวิทยาลัยครูพระนคร สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์ 1(2).

_____. (2535). การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตรประถมศึกษาของประเทศญี่ปุ่นกับประเทศไทย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูพระนคร. เตือนใจ แวงงาม. (2535). พลวัตรกลุ่มและการทำงานเป็นทีม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เม็ดทรายพรินติ้ง.

ทวีศักดิ์ ไชยมาโย. (2535, มกราคม – เมษายน). “กลวิธีการฝึกทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้,” วิชาการ-อุดมศึกษา. 1 : 2.

ทศนา แชนณี และเยาวภา เตชะคุปต์. (2522). “ประวัติความเป็นมาและทฤษฎีเกี่ยวกับกลุ่มสัมพันธ์.” กลุ่มสัมพันธ์ : ทฤษฎีและแนวปฏิบัติเล่ม 1. กรุงเทพฯ : บุรพาศิลป์การพิมพ์.

ธงชัย สันติวงษ์. องค์การและการบริหาร. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

นวลศิริ เปาโรหิตย์. (2528). “กระบวนการตัดสินใจ,” แนวทางอาชีพเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมสมาคม. 2 : 43.

นวลจิตต์ เชาวเกียรติพงศ์. (2540, เมษายน-ตุลาคม). สารพัฒนาด้านหลักสูตร, วารสาร. “รูปแบบการสอน Group Investigation”. 16(129).

_____. (2537, ตุลาคม-ธันวาคม). วารสารครุศาสตร์. 23(2).

นิพนธ์ จิตภักดี. (2529, ตุลาคม). “สำหรับครูวิทยาศาสตร์,” สารพัฒนาด้านหลักสูตร อันดับที่ 55. 57- 59.

นิรันดร์ ศรีประดิษฐ์. (2539). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ระหว่างการสอนตามรูปแบบการสืบสวนโดยใช้กระบวนการกลุ่มกับการสอนตามคู่มือครูของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บัญชา อิงสกุล. (2537, ตุลาคม). การแก้ปัญหาเพื่อการตัดสินใจของผู้บริหารในสถานศึกษาด้วยวิธีเชิงระบบ วิจัยสนเทศ. 15(169) : 2-4.

- บุญยิ่ง วรรณศิริกุล. (2540). *การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ
ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบ
ฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ*.ปริญญาานิพนธ์ กศ.
ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่าย
เอกสาร.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). "หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่,"เอกสารการนิเทศ
การศึกษา.กรุงเทพฯ:ภาคพัฒนาตำราและเอกสาร หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัด
ครู.
- ประสาน วัฒนประดิษฐ์. (2533). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดย
วิธีค้นพบด้วยตนเองกับการสอนปกติ*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปาริชาติ โชคพิพัฒน์.(2538).*การเปรียบเทียบทักษะของสังคมของนักเรียนของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะทางสังคมการฝึกตาม
โครงการและฝึกตามคู่มือครู* ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิมลจรรย์ นามวัฒน์. (2532). *เอกสารการสอนชุดวิชาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการบริหารหน่วยที่
8-15. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.*
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). *วิธีวิจัยพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพฯ :
สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไพลิน ผ่องใส. (2531). *การจัดการสมัยใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. (2525). *ชุดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เล่ม 1*. กรุงเทพฯ :
คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.
- รศนา อัสชะกิจ. (2537). *กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตน์ะ บัวรา. (2540). *การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้
ชุดการ เรียนด้วยตัวเองกับการสอนตามคู่มือครู*.ปริญญาานิพนธ์กศ.ม.(วิทยาศาสตร์
ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2536). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- _____. (2538). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : สุวีริยา สาสน์.
- _____. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน์.
- _____. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน์.
- ลัดดา สายพานทอง. (2535). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึก ทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิไล คำเพราะ. (2538). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ในกลุ่ม สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วนิดา อยู่เย็น. (2539). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสนใจในการประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก้นการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2533). *เพื่อพัฒนาการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วินัย เทียมเมือง. (2529). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิมลรัตน์ คงภิรมขึ้น. (2530). *การศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เกมกับแบบฝึกทักษะ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชัย โสสุวรรณจินดา. (2535). *ความลับขององค์การ*. กรุงเทพฯ : ธรรมนิติ.
- วุฒิชัย จำนงค์. (2533). *พฤติกรรมการตัดสินใจ*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2526). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ.

- ลีปนนท์ เกตุทัต.(2536,กันยายน – ธันวาคม). “ความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมไทยในยุคปัจจุบันและอนาคต” วารสารวิชาการ- อุดมศึกษา. 3(1) : 54-64.
- สุชิน วรรณฉวี. (2528). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการจัดกลุ่มย่อยต่างๆ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุธาดา มุ่งช่อนกลาง. (2540). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความร่วมมือในการทำงานกลุ่มระหว่างนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนวิธี ร่วมมือที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุมาลี โชติชูม. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์ อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู.
- สุรีย์ บาวเออร์. (2535, กันยายน- ธันวาคม) .” การเรียนรู้โดยความร่วมมือ” วารสารวิชาการ. อุดมศึกษา.1(2) :12.
- สุวคนธ์ เย็นจะบก. (2542). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ: ผลการใช้รูปแบบเป็นกลุ่มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 2 ปรินญานิพนธ์กศ.ม. (การประถมศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวรรณมาลี นาคเสน.(2544). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนGroup Investigation เรื่องวงกลม. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ คำมูลและอรทัย คำมูล. (2546). 21วิธีจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สุรศักดิ์ หลาบมาลา. (2535,ตุลาคม-ธันวาคม). การสังเกตห้องเรียนที่ใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือ. สารพัฒนาหลักสูตร 112. 96-99.
- สุเทพ อุตสาหะ. (2526). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- สุพร เข้มแข็ง. (2535). “การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา 2515-2535,” 20ปี สสวท. 89 – 91.

- สุนทรีย์ วัฒนพันธุ์. (2535). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและการปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลปู้ค.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2547). ผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติปีการศึกษา 2546. กรุงเทพฯ : สำนักงาน.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2541). การปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมจิต สมัตถพันธุ์. (2522, ธันวาคม). “สอนอย่างไรซึ่งพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน,” *ครู*. 3 : 61-63.
- สมจิต สวธน์ไพบูลย์. (2533). รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษาผลของการจัดชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการสังเคราะห์งานวิจัยปีการศึกษา 2518 – 2534. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2541). เอกสารประกอบการสอนวิชา กว. 571 ประชุมปฏิบัติการสอน วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมชัย อุ่นอนันต์. (2539). การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- สมพงษ์ เกษมสิน. (2523). การบริหาร. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2532, มกราคม – มิถุนายน). “สู่การศึกษาใหม่,” *ครูศาสตร์*. 17(3-4).
- สีปนนท์ เกตุทัต. (2536, กันยายน – ธันวาคม). “ความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมไทยในยุคปัจจุบันและอนาคต” *วารสารวิชาการ-อุดมศึกษา*. 3(1) : 54-64.
- อรุณศรี กุมุท. (2529). เอกสารประกอบคำบรรยายการให้ข้อมูลที่สัมพันธ์กับการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- อรุณี เมฆนาค. (2535). ผลการใช้รูปแบบการสอนโดยการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชลีพร เตชะศิริกุล. (2535). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยกลยุทธ์วิธีการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อาภรณ์พันธุ์ จันทร์สว่าง. (2525). การพัฒนามากลุ่มบุคคลและชุมชน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- อุบล ศรีช่อง. (2537). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Allen, F. Rodney.(2002).*Social Science Model of Teaching*. Path to Effective Teaching :The Group investigation Model. (online.Available) : <http://ssep.Net/model2.html>. Retrieved august 5. 2003.
- Bloom, Benjamin S. (1971). *Handbook on Formative and summative Evaluation of Student learning*. New York : McGraw – Hill.
- Bloom,B.S. (1976).*Taxonomy of Education Objective Hand book 1 :Cognitive Domain*. New York : David Mac Kay Company, Inc.
- Carin, A. and Robert, B.S.(1975).*Teaching Science Through Discovery*. Columbus, Ohio :E. Merrill Publish Company.
- Cartwright, Darwin and Alwin Zander.(1968). *Group dynamics*. 3^{rd.ed.} , New York : Harper and Row publishers.
- Christensen and other. (2000). A Qualitative Investigation of the Process of Group Supervilon with Group Counselor. *Dissertation Abstracts International*. 25(40) : 376 – 393.
- Christine, Leow, S.(2002).Course taking and achievement in mathematics and science : A comparision of three nation TIMSSZ (United States, Australia, Israel) *Dissertation Abstracts international*. 63(11) : 3903.

- Gelatt, H.B. (1992).*Creative decision making* : using position uncertainly. London :Kogan Page.
- Gore, William J. (1964). *Administrative Decision- making: A Heuristic model*. New York :John Wiley& Sons.
- Griffiths, Daniel E. (1959). *Administrative Theory*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Hassey, Josep C. (1993,December). "The Integration of Faith and Governance :a Study of Values and Decision-Making in Evangelical Christian Collages," *Dissertation Abstracts International*. 54 (6) : 2067- A.
- Joyce, B. and Well, M. (1985). *Models of Teaching*. Edition. USA.
- Joyce, B. and Well, M. (1992). *Models of Teaching*.4 th ed. Edition. USA.
- Kerns, Anders. (1994,January). "The Effect Assertion Training and Decision – Making Curriculum on Likelihood of Adolescent Substance Abuse," *Dissertation Abstracts International*. 54 (7) : 2514-A.
- Laskin, S.B. (1980,February). "the Effect of a Decision – Making Program on the career maturity of high School Student," *Dissertation Abstracts International*. 40(8) : 4413 – A.
- Litchfield, Edward H. (1956). *Voting Behavior in a metropolitan area*. Ann Arbor : University of Michigan Press.
- Patterson, Howard Yates. (1996,February). "A comparison of College Athlete sand Non – Athletes in The Areas of Career Decision – Making, Salience, and value," *Dissertation Abstract International*. 56 (8) : 3061 – A.
- Patterson, John. (1980). *Teaching Personalized Decision – Making*. Santa Clara County K -12 Career Education Consortiums, San Jose.
- Perron, Phillip A.(1965,November). Values and Occupational P. forences of Junior High School Grills, "*The Personal and and guidance Journal*.44 : 254-257.
- Ruth, Louis; Merrill Harm in and Sidney Simon. (1966). *Values and Teaching*. Columbus. Ohio : Charles E. Merrill.
- Robinson, Judith A. (1996,July). "Health Behavior Selection: a Grounded Theory of the Process Among Yong Adolescents, "*Dissertation Abstract International*". 57 (1) :243-B.

- Simon, Herbert, A. (1960). *The New Science of Management Decision*. New York: Harper and Row.
- Sullivan, Susan Elizabeth. (1976, December). "The Effect of Decision – Making Group and Individual Career Counseling on the Career Maturity of college Freshman," *Dissertation Abstracts International*. 37(6) : 3430 – A.
- Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W. (1973). *Teaching Science by in the Secondary School*. Second Edition Publishes by Charles E. Merrill Publishing Company.
- Tennenbaum, Robert. (1950). *Managerial Decision – Making*. Angels: Institute of Industrial Relation, University of California.
- Vivas, David A. (1985, September). "The Design and Evaluation of q course in Thinking Operation for first Grades in Vern equate (Cognitive, elementary learning)", *Dissertation abstracts International*. 46(03 A) : 603.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายการผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อาจารย์รัศมี เลิศอารมณ์
กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา
โรงเรียนอัสสัมชัญ
2. อาจารย์ปานแก้ว อักษรขำ
กศ.ม. ชีววิทยา
โรงเรียนอัสสัมชัญ
3. อาจารย์วิไล รัตนพลที
กศ.ม. การมัธยมศึกษา(กลุ่มการสอนวิทยาศาสตร์)
โรงเรียนอัสสัมชัญ

ภาคผนวก ข

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจ
2. แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องกำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการ ของดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ
3. แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 4 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	21	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00	22	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00	23	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00	24	1	1	1	1.00
5	1	0	1	0.67	25	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	26	1	1	0	0.67
7	1	1	1	1.00	27	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	28	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00	29	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	30	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00	31	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1.00	32	1	1	1	1.00
13	0	1	1	0.67	33	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00	34	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	35	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1.00	36	1	1	1	1.00
17	1	1	1	1.00	37	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1.00	38	1	1	1	1.00
19	1	1	1	1.00	39	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1.00	40	1	1	1	1.00

ตาราง 5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจ
อย่างสร้างสรรค์

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1	1.00
	2	1	1	1	1.00
	3	1	1	1	1.00
	4	1	1	1	1.00
	5	1	1	1	1.00
	6	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1	1.00
	2	1	1	1	1.00
	3	1	1	1	1.00
	4	1	1	1	1.00
	5	1	1	1	1.00
	6	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1	1.00
	2	1	1	1	1.00
	3	1	1	1	1.00
	4	1	1	1	1.00
	5	1	1	1	1.00
	6	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1	1.00
	2	1	1	1	1.00
	3	1	1	1	1.00
	4	1	1	1	1.00
	5	1	1	1	1.00
	6	1	1	1	1.00

ตาราง 6 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง กำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.70	0.44	21	0.67	0.59
2	0.69	0.48	22	0.41	0.30
3	0.44	0.52	23	0.59	0.59
4	0.59	0.44	24	0.50	0.56
5	0.69	0.63	25	0.46	0.33
6	0.67	0.59	26	0.59	0.22
7	0.59	0.44	27	0.59	0.37
8	0.61	0.56	28	0.59	0.37
9	0.74	0.44	29	0.41	0.37
10	0.70	0.52	30	0.50	0.41
11	0.46	0.63	31	0.50	0.33
12	0.63	0.67	32	0.54	0.70
13	0.57	0.63	33	0.56	0.52
14	0.63	0.59	34	0.61	0.63
15	0.50	0.48	35	0.48	0.44
16	0.56	0.44	36	0.24	0.26
17	0.56	0.52	37	0.35	0.48
18	0.63	0.59	38	0.57	0.56
19	0.67	0.44	39	0.44	0.39
20	0.28	0.26	40	0.48	0.40

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.87

ตาราง 7 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องกำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ

สถานการณ์ที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.36	0.73
2	0.38	0.68
3	0.39	0.61
4	0.35	0.52

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.62

ภาคผนวก ค

1. แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง กำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ
2. แสดงคะแนนความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง กำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ

ตาราง 8 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องกำเนิด
 เอกภพ วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ

คนที่	ก่อนเรียน ($\bar{X}_1$)	หลังเรียน ($\bar{X}_2$)	ผลต่าง (D)	ผลต่าง (D^2)	คนที่	ก่อนเรียน ($\bar{X}_1$)	หลังเรียน ($\bar{X}_2$)	ผลต่าง (D)	ผลต่าง (D^2)
1	17	24	7	49	16	18	25	7	49
2	18	30	12	144	17	18	26	8	64
3	16	28	12	144	18	18	28	10	100
4	13	25	12	144	19	19	28	9	81
5	20	26	6	36	20	18	23	5	25
6	19	32	13	169	21	16	31	15	225
7	18	33	15	225	22	18	31	13	169
8	16	27	11	121	23	19	26	7	49
9	13	28	15	225	24	20	31	11	121
10	18	32	14	196	25	19	27	8	64
11	14	25	11	121	26	21	31	10	100
12	15	26	11	121	27	20	29	9	81
13	14	26	12	144	28	22	33	11	121
14	21	33	12	144	29	18	25	7	49
15	19	30	11	121	30	22	30	8	64
$\sum X$	251.00	425.00	174.00	2104.00	$\sum X$	286.00	424.00	138.00	1362.00

$$\bar{X}_1 = 17.90$$

$$\bar{X}_2 = 28.30$$

$$t = 20.62^{**}$$

ตาราง 9 แสดงคะแนนความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน

เรื่องกำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ

คนที่	ก่อนเรียน ($\bar{X}_1$)	หลังเรียน ($\bar{X}_2$)	ผลต่าง (D)	ผลต่าง (D^2)	คนที่	ก่อนเรียน ($\bar{X}_1$)	หลังเรียน ($\bar{X}_2$)	ผลต่าง (D)	ผลต่าง (D^2)
1	10	28	18	324	16	12	29	17	289
2	16	32	16	256	17	12	26	14	196
3	14	31	17	289	18	14	29	15	225
4	16	32	16	256	19	12	24	12	144
5	15	30	15	225	20	11	25	14	196
6	13	28	15	225	21	18	36	18	324
7	12	30	18	324	22	19	36	17	289
8	14	29	15	225	23	10	25	15	225
9	14	33	19	361	24	10	24	14	196
10	15	30	15	225	25	9	24	15	225
11	14	26	12	144	26	14	29	15	225
12	12	28	16	256	27	10	24	14	196
13	16	29	13	169	28	12	31	19	361
14	14	34	20	400	29	12	31	19	361
15	13	28	15	225	30	12	26	14	196
$\sum X$	208.00	448.00	240.00	3904.00	$\sum X$	187.00	419.00	232.00	3648.00

$$\bar{X}_1 = 13.16$$

$$\bar{X}_2 = 28.90$$

$$t = 41.36^{**}$$

ภาคผนวก ง
แผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

โรงเรียนอัสสัมชัญ

แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา...ว 40104... รายวิชา...วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ)... ช่วงชั้นที่...4...
 ชั้น...มัธยมศึกษาปีที่ 4... ภาคเรียนที่...1... ปีการศึกษา...2549... สัปดาห์ที่...13

หน่วยการเรียนรู้ที่...4...

ชื่อหน่วยการเรียนรู้...เอกภพ...

หน่วยย่อยเรื่อง...กำเนิดเอกภพ...

เวลาที่ใช้...2 คาบ/ชม....

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 6. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพจุดประสงค์การเรียนรู้ (นักเรียนสามารถ)

ด้านความรู้

- 1.อธิบายการกำเนิดเอกภพทั้ง 3 ทฤษฎีได้
- 2.อธิบายวิวัฒนาการของเอกภพ
- 3.บอกประโยชน์จากการเรียนรู้เรื่องเอกภพได้

ด้านทักษะกระบวนการ

- 1.ทำงานเป็นกลุ่มได้
- 2.สืบค้นข้อมูลได้
- 3.สรุปข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่สืบค้นได้
- 4.สื่อความหมายจากข้อมูลที่สืบค้นได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม

- 1.ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ได้
- 2.มีความภูมิใจและตระหนักถึงความสำคัญ และคุณค่าของความรู้ที่ค้นพบ เกิดความซาบซึ้งที่จะเรียนรู้ต่อไป
- 3.มีวินัยและเชื่อมั่นในตนเอง
- 4.มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายได้

สาระการเรียนรู้

เอกภพ (Universe) มีขนาดกว้างใหญ่ไพศาลรวมทุกสิ่งทุกอย่างเอาไว้ ไม่ว่าดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์อื่น ๆ และกาแล็กซี ผ่นละออง

การกำเนิดเอกภพมีนักดาราศาสตร์มีอยู่ 3 ทฤษฎีด้วยกัน 1.ทฤษฎีการระเบิดครั้งใหญ่ (The Big Bang Theory) 2.ทฤษฎีการขดสั่นของเอกภพ (The Oscillating Universe Theory) 3.ทฤษฎีสถาвањеคงที่ (The Steady State Theory) (ซึ่งรายละเอียดศึกษาได้ในใบความรู้ที่แจกให้นักเรียน)

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1.ขั้นเสนอปัญหา

ครูให้นักเรียนดู DVD เกี่ยวกับเอกภพ และถามนักเรียนว่า

- 1 นักเรียนเคยสงสัยไหมว่าเอกภพเกิดมาจากอะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร
- 2 นักเรียนทราบทฤษฎีการกำเนิดเอกภพ อะไรบ้าง อย่างไร
- 3 เอกภพ และจักรวาล เหมือนกัน หรือแตกต่างกันอย่างไร
- 4 เอกภพมีขอบเขตมากน้อยเพียงใด และมีจุดสิ้นสุด หรือไม่อย่างไร

ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและเสนอความคิดเห็นบนกระดานเป็นข้อๆ

ขั้นที่ 2. ขั้นพิจารณาปัญหา

นักเรียนร่วมกันพิจารณาปัญหา (ข้อเสนอของแต่ละคน) บนกระดานเพื่อเชื่อมโยงไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนดในหัวข้อกำเนิดเอกภพ

ขั้นที่ 3. ขั้นวางแผน

นักเรียนวางแผนร่วมกันในแต่ละกลุ่มที่จะศึกษาโดยพิจารณาจากใบความรู้ประกอบเรื่องกำเนิดเอกภพ และกำหนดบทบาทหน้าที่การทำงานของสมาชิกภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 4. ขั้นลงมือปฏิบัติ

นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มสืบค้นข้อมูลตามที่แบ่งหน้าที่ไว้

ขั้นที่ 5. ขั้นรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน

นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่สืบค้นหน้าชั้นเรียนเป็นกลุ่ม ส่วนสมาชิกในห้องที่นั่งอยู่ร่วมกันอภิปรายซักถามพร้อมแสดงความคิดเห็นครูเตรียมสื่อประกอบการเสนอข้อมูลสรุป

ขั้นที่ 6. ขั้นทบทวนเชื่อมโยงความรู้ใหม่

นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นสรุปกำเนิดเอกภพและเชื่อมโยงถึงกาแล็กซีจากนั้นให้นักเรียนประเมินผลการทำงานของสมาชิกภายในกลุ่มและการนำเสนอของกลุ่มต่างๆที่นำเสนอหน้าห้องเรียนและทำแบบฝึกหัดในใบงานและเขียนบันทึกสรุปการเรียนรู้

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
2. Virtual Lab และ Clip Video ในหัวข้อที่กล่าวข้างต้น
3. ใบงานที่ 4
4. หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ของ สสวท.
5. DVD ในหัวข้อดังกล่าว
6. www.doodaw.com www.science.cmu.ac.th/observatory
www.space.com www.nasa.gov
www.astroschool.in.th imagine.gsfc.nasa.gov

การวัดและประเมินผล

วิธีวัด

1. การนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอ
2. การซักถาม และการอธิบายความรู้ความเข้าใจ
3. การร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน

เครื่องมือวัด

1. ใบงานเรื่องเอกภาพ
2. สมุดบันทึกการเรียนรู้
3. แบบประเมินการนำเสนอผลการสืบค้นหน้าห้องเรียน
4. แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะเข้ากลุ่มกิจกรรม

เอกภพแบบต่างๆ และยุคต่างๆของเอกภพ

เอกภพแบบต่าง ๆ

จากหลักฐานทางดาราศาสตร์ในปัจจุบัน คาดกันว่าเอกภพน่าจะมีอายุประมาณ 15-20 พันล้านปี โดยมีกำเนิด ณ จุดเริ่มต้น เรียกว่า บิ๊กแบง (Big Bang) ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของอวกาศและเวลา!

ขณะนี้เรียกได้ว่า เรากำลังอยู่ในระหว่าง “ขาขึ้น” คือ ขนาดของเอกภพใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ แต่ในที่สุดเอกภพจะมี “จุดจบ” ได้ 3 แบบ ใหญ่ ๆ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นโดยรวมของเอกภพ (the universe's overall density) ซึ่งนักดาราศาสตร์ใช้สัญลักษณ์ว่า Ω_0

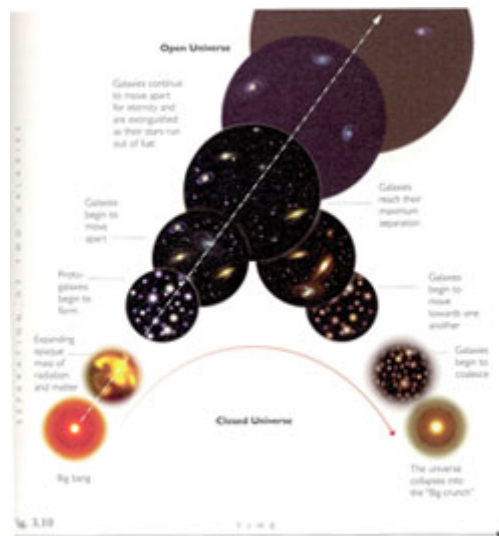
ค่า Ω_0 นี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดลักษณะของเอกภพ ดังนี้

- **เอกภพปิด (Closed Universe)** : ถ้าค่า $\Omega_0 > 1$ นั่นคือ เอกภพมีความหนาแน่นของมวลสารและพลังงาน มากเพียงพอ จนแรงโน้มถ่วงสามารถเอาชนะการขยายตัวได้ ในที่สุดเอกภพจะหดตัวกลับ และถึงจุดจบที่เรียกว่า บิ๊กครันช์ (Big Crunch) (คำว่า crunch หมายถึง บดเคี้ยว)

- **เอกภพแบน (Flat Universe)** : ถ้าค่า $\Omega_0 = 1$ นั่นคือ เอกภพมีความหนาแน่นของมวลสารและพลังงาน ในระดับที่ แรงโน้มถ่วง ได้ดุลกับการขยายตัว ในที่สุดเอกภพจะขยายตัว แต่ด้วยอัตราที่ช้าลงเรื่อย ๆ

- **เอกภพเปิด (Open Universe)** : ถ้าค่า $\Omega_0 < 1$ นั่นคือ เอกภพมีความหนาแน่นของมวลสารและพลังงาน ต่ำเกินไป ทำให้แรงโน้มถ่วง ไม่สามารถเอาชนะการขยายตัวได้ เอกภพจะขยายตัวอย่างต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ

ค่าความหนาแน่น Ω_0 นี้ แม้ว่าในปัจจุบันยังไม่สามารถวัดได้อย่างแน่นอน แต่ก็มีความหวังประการชี้ให้เห็นว่า อาจมีค่า Ω_0 ประมาณ 0.2 ถึง 0.3 ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นจริง ก็หมายความว่า เรากำลังอยู่ในเอกภพแบบเปิด แต่ถ้าหากมีหลักฐานใหม่ ๆ ที่ขัดแย้งข้อมูลนี้ ข้อมูลที่ได้ก็อาจเปลี่ยนแปลงได้ เช่น ถ้าหากพบว่านิวตริโน หรือ ดาวแคระสีน้ำตาลทั้งหมดมีมวลรวมกันมากพอ หรือ พบสสารมืด (dark matter) ในรูปแบบอื่น เอกภพก็อาจจะเป็นเอกภพปิดก็เป็นได้



ภาพ เอกภพเปิด (Open Universe) และ เอกภพปิด (Closed Universe)

ยุคต่าง ๆ ของเอกภพแบบเปิด

ในที่นี้ เราจะลองพิจารณาความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นต่อจากนี้ ภายใต้สมมติฐานว่า เอกภพเป็นแบบเปิด (open universe) ทั้งนี้ เนื่องจากเอกภพเปิดมีช่วงอายุที่ยาวนานเพียงพอที่จะเกิดเหตุการณ์ทางดาราศาสตร์ที่น่าสนใจจำนวนมาก

เราจะลองมองอนาคตไปข้างหน้าไกลแสนไกลราว 10100 ปี นับจากจุดเริ่มต้น แต่เพื่อให้ได้ภาพที่ครบถ้วนสมบูรณ์ จะขอเริ่ม ณ จุดตั้งต้น คือ บิ๊กแบง ผ่านยุคต่าง ๆ ได้แก่ ยุคอินเฟลชัน ยุครังสี ยุคดวงดาว ยุคดีเจเนอเรต ยุคหลุมดำ และสุดท้ายคือ ยุคมืด

- ยุคอินเฟลชัน (The Inflation Era)

เชื่อกันว่าจุดกำเนิดของเอกภพ หรือ บิ๊กแบง (Big Bang) เริ่มต้น ณ เวลาเศษเสี้ยวของวินาทีที่ 10^{-43} วินาที ซึ่งเรียกว่า เวลาของพลังค์ (Planck's time) จากนั้นในช่วงเวลา 10^{-37} ถึง 10^{-32} วินาที เอกภพได้เกิดการพองตัวอย่างรวดเร็ว เรียกว่า อินเฟลชัน (inflation)

ทฤษฎีอินเฟลชันสามารถใช้อธิบายว่า ทำไมเอกภพที่เราเห็นอยู่ในปัจจุบันถึงได้มีขนาดใหญ่โตมโหฬาร และดูเหมือนว่า จะมี ความหนาแน่นพอ ๆ กันในทุก ๆ ตำแหน่ง (homogeneous) และทุก ๆ ทิศทาง (isotropic) รวมทั้งลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ เช่น “ความแบน” ของเอกภพ

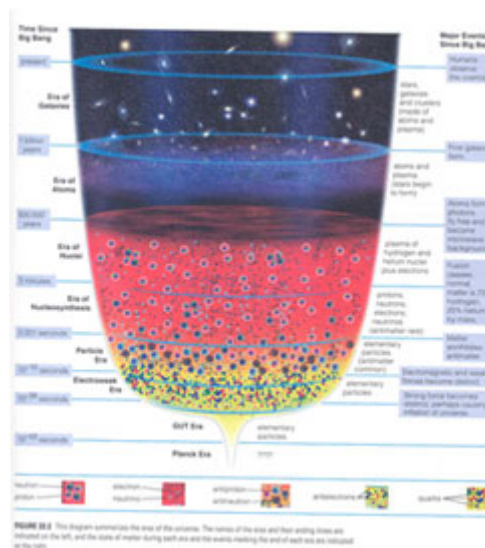
ในช่วงเวลาอันแสนสั้นแต่น่ามหัศจรรย์นี้เอง ณ บางตำแหน่ง อาจมีการกระจายของความหนาแน่นของพลังงานสูงกว่า บริเวณอื่น ๆ เล็กน้อย บริเวณเหล่านี้ คือ บริเวณที่จะเกิดเป็นดวงดาวและกาแล็กซีในอนาคต

- ยุครังสี (The Radiation-dominated Era)

ในช่วงเวลาถัดมา ตั้งแต่ 10-32 วินาที ถึงราว 10,000 ปี เป็นยุคที่เอกภพเต็มไปด้วยรังสีอย่างหนาแน่นทุกหนทุกแห่ง แต่ในช่วงนี้ยังไม่มีอะตอม!

สสารและปฏิสสารจะเกิดการทำลายล้างกัน (annihilation) อย่างต่อเนื่อง แต่เนื่องจากในเอกภพ มีสสารมากกว่าปฏิสสาร อยู่เล็กน้อย ทำให้เหลือเป็นสสารอย่างที่เห็นในปัจจุบัน ต่อจากนั้นได้เกิดนิวเคลียสของธาตุที่ง่ายที่สุด คือ นิวเคลียสของไฮโดรเจน (โปรตอนตัวเดียว) และดิวทีเรียม (โปรตอน 1 ตัว + นิวตรอน 1 ตัว)

ในช่วงรอยต่อระหว่างยุครังสีกับยุคถัดไป มีเหตุการณ์ที่สำคัญอย่างมากเกิดขึ้นได้แก่ การเกิดไฮโดรเจนอะตอมแรกของเอกภพ เมื่อเอกภพมีอายุได้ประมาณ 300,000 ปี ก่อนหน้านั้น ไม่มีอะตอมใด ๆ เกิดขึ้นได้ เพราะเอกภพมีอุณหภูมิสูงมาก ทำให้อิเล็กตรอน ไม่สามารถอยู่ร่วมกับโปรตอนกลายเป็นอะตอมของไฮโดรเจนได้



วิวัฒนาการของเอกภพจากบิกแบงจนถึงยุคดวงดาว

- ยุคแห่งดวงดาว (The Stelliferous Era)

คำว่า stelliferous แปลว่า เต็มไปด้วยดวงดาว ในยุคแห่งดวงดาวนี้ ดาวฤกษ์ทั้งหลายเกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงไป ตามขั้นตอนต่าง ๆ ตามทฤษฎีวิวัฒนาการของดวงดาว (stellar evolution)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. นักเรียนบอกความหมายของเอกภพได้
2. นักเรียนอธิบายการเกิดของเอกภพได้
3. นักเรียนบอกรูปแบบของเอกภพในปัจจุบันได้
4. นักเรียนมีความสามารถในการตัดสินใจได้ดี
5. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้
6. นักเรียนมีทักษะในการทำงานกลุ่ม
7. นักเรียนเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
8. นักเรียนเกิดทักษะในการสื่อสารข้อมูลให้เพื่อนฯเข้าใจได้ดี

1.เอกภพคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร

2. เอกภาพเกิดขึ้นเมื่อไร

[illegible]

3. ประจักษ์พยานใดที่เชื่อว่าเอกภพเกิดจากบิกแบง

[illegible]

4. นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเอกภพเกิดขึ้นได้จากระบบ และปัจจุบันเอกภพอยู่ในระบบ

[illegible]

5.อธิบายการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพโดยใช้ทฤษฎีบิกแบง

[illegible]

โรงเรียนอัสสัมชัญ

แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา...ว 40104... รายวิชา...วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ)... ช่วงชั้นที่...4...
 ชั้น...มัธยมศึกษาปีที่ 4... ภาคเรียนที่...1... ปีการศึกษา...2549... สัปดาห์ที่...13.

หน่วยการเรียนรู้ที่...4...

ชื่อหน่วยการเรียนรู้...เอกภพ...

หน่วยย่อยเรื่อง...กาแล็กซี...

เวลาที่ใช้...2 คาบ/ชม....

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 6. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ

จุดประสงค์การเรียนรู้ (นักเรียนสามารถ)

ด้านความรู้

- 1.อธิบายการกำเนิดกาแล็กซีได้
- 2.อธิบายการกำเนิดกาแล็กซีทางช้างเผือกได้
- 3.บอกกาแล็กซีเพื่อนบ้านได้

ด้านทักษะกระบวนการ

- 1.ทำงานเป็นกลุ่มได้
- 2.สืบค้นข้อมูลได้
- 3.สรุปข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่สืบค้นได้
- 4.สื่อความหมายจากข้อมูลที่สืบค้นได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม

- 1.ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ได้
- 2.มีความภูมิใจและตระหนักถึงความสำคัญ และคุณค่าของความรู้ที่ค้นพบ เกิดความซาบซึ้งที่จะเรียนรู้ต่อไป
- 3.มีวินัยและเชื่อมั่นในตนเอง
- 4.มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายได้

สาระการเรียนรู้

กาแล็กซี (Galaxy) คือ อาณาจักรหรือระบบของดาวฤกษ์จำนวนมากนับแสนล้านดวง อยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วงระหว่างดวงดาวกับหลุมดำ ที่มีมวลมหาศาล ซึ่งอยู่ ณ ศูนย์กลางของกาแล็กซี โดยมีเนบิวลาซึ่งเป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นละอองที่เกาะกลุ่มอยู่ในที่ว่างบางแห่งระหว่างดาวฤกษ์

จุดกำเนิดกาแล็กซี นักดาราศาสตร์กล่าวถึง จุดกำเนิดของกาแล็กซีว่า กลุ่มแก๊สไฮโดรเจน และฮีเลียมซึ่งถูกเหวี่ยงมาจากการระเบิดครั้งใหญ่

กาแล็กซีทางช้างเผือก ซึ่งโลกของเราอยู่ในกาแล็กซีนี้ ประกอบด้วยดาวฤกษ์ 2 แสนล้านดวง ระหว่างดาวฤกษ์เป็นอวกาศ บางแห่งมีฝุ่นแก๊สรวมกันเรียกว่า เนบิวลา ถ้ามองดูกาแล็กซีทางช้างเผือกจะเห็นเป็นรูปจานข้าว 2 จานประกบกัน

กาแล็กซีเพื่อนบ้าน เป็นกาแล็กซีที่มองเห็นด้วยตาเปล่า จึงเรียกว่า กาแล็กซีเพื่อนบ้าน ได้แก่ กาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่ และแมกเจลแลนเล็ก ซึ่งกาแล็กซีเป็นกาแล็กซีที่ไร้รูปทรง กาแล็กซีทั้งสองมีความสว่างมากจนเห็นได้คล้ายกับก้อนเมฆในยามค่ำคืน แต่เนื่องจากอยู่ไกลออกไปทางด้านขอบฟ้าทิศใต้(ซึ่งรายละเอียดศึกษาได้ในใบความรู้ที่แจกให้นักเรียน)

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1.ขั้นเสนอปัญหา

ครูให้นักเรียนดู DVD เกี่ยวกับกาแล็กซี แล้วร่วมกันอภิปรายซักถามนักเรียนรู้จักกาแล็กซีอะไรบ้าง มีลักษณะอย่างไร และนักเรียนคิดว่ากาแล็กซีที่โลกเราอยู่มีชื่อว่าอะไร มีจุดกำเนิดมาอย่างไร

2 นักเรียนทราบทฤษฎีการกำเนิดเอกภพ อะไรบ้าง อย่างไร

3 เอกภพ และจักรวาล เหมือนกัน หรือแตกต่างกันอย่างไร

4 เอกภพมีขอบเขตมากน้อยเพียงใด และมีจุดสิ้นสุด หรือไม่อย่างไร

ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและเสนอความคิดเห็นพร้อมทั้งจัดบันทึกบนกระดานเป็นข้อๆ

ขั้นที่ 2. ขั้นพิจารณาปัญหา

นักเรียนร่วมกันพิจารณาปัญหา (ข้อเสนอของแต่ละคน) บนกระดานเพื่อเชื่อมโยงไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนดในหัวข้อกาแล็กซี

ขั้นที่ 3. ขั้นวางแผน

นักเรียนวางแผนร่วมกันในแต่ละกลุ่มที่จะศึกษาโดยพิจารณาจากเอกสารประกอบการเรียนรู้เรื่องกาแล็กซี

และกำหนดบทบาทหน้าที่การทำงานของสมาชิกภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 4. ขั้นลงมือปฏิบัติ

นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มสืบค้นข้อมูลตามที่แบ่งหน้าที่ไว้

ขั้นที่ 5. ขั้นรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน

นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่สืบค้นหน้าชั้นเรียนเป็นกลุ่ม ส่วนสมาชิกในห้องที่นั่งอยู่ร่วมกันอภิปรายซักถามพร้อมแสดงความคิดเห็นครูเตรียมสื่อประกอบการเสนอข้อมูลสรุป

ขั้นที่ 6. ขั้นทบทวนเชื่อมโยงความรู้ใหม่

นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นสรุปกาแล็กซีและเชื่อมโยงถึงดาวฤกษ์จากนั้นให้นักเรียนประเมินผลการทำงานของสมาชิกภายในกลุ่มและการนำเสนอของกลุ่มต่างๆที่นำเสนอหน้าห้องเรียน และทำแบบฝึกหัดในใบงานและเขียนบันทึกสรุปการเรียนรู้

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
2. Virtual Lab และ Clip Video ในหัวข้อที่กล่าวข้างต้น
3. ใบงาน
4. หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ของ สสวท.

5. VDO ในหัวข้อดังกล่าว

6. www.doodaw.com

www.nasa.gov

www.astroschool.in.th

imagine.gsfc.nasa.gov

www.space.com

www.msnbc.com

การวัดและประเมินผล

วิธีวัด

1. การนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอ
2. การซักถาม และการอธิบายความรู้ความเข้าใจ
3. การร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน

เครื่องมือวัด

1. ใบงานเรื่อง กาแลกซี่
2. สมุดบันทึกการเรียนรู้
3. แบบประเมินการนำเสนอผลการสืบค้นหน้าห้องเรียน

เอกสารประกอบการเรียน

ดาราจักร (แกแล็กซี่ - galaxy)



ดาราจักร (แกแล็กซี่ - galaxy) เป็นที่รวมของดาว กระจุกดาว เนบิวลา (nebula) ฝุ่น ก๊าซ และที่ว่าง และระบบสุริยะจะอยู่ในดาราจักรทางช้างเผือก โดยดาราจักรจะมีลักษณะใหญ่ 3 ประการคือ ดาราจักรวงรี ดาราจักรก้นหอย และดาราจักร อสุณฐาน

กาแล็กซี่ของเราหรือกาแล็กซี่ทางช้างเผือก ประกอบด้วยดาวฤกษ์ประมาณหนึ่งแสนล้านดวง ดึงดูดซึ่งกันและกัน ทำให้อยู่ในระบบเดียวกันได้ มีความหนาประมาณ 10,000 ปีแสง และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 100,000 ปีแสง ส่วนดวงอาทิตย์ของเรา อยู่ที่แขนของกาแล็กซี่ ห่างจากใจกลางประมาณ 30,000 ปีแสง บนกาแล็กซี่ของเราความยาวส่วนที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 75,000 ปีแสง (7.1×10^{11} km) แต่ค่าที่วัดได้จากเครื่องอาจยาวมากกว่านี้ถึง 3 เท่า มีมวล 4×10^{11} เท่า ของมวลดวงอาทิตย์ โดยดวงอาทิตย์ของเราอยู่ห่างจากศูนย์กลางกาแล็กซี่ประมาณ 26,100 ปีแสง (2.5×10^{17} km)]

1. ความหมายของดาราจักร

ดาราจักร คือ ที่รวมของดาว กระจุกดาว เนบิวลา ฝุ่น ก๊าซ และที่ว่าง โดยจะมีรูปร่างแตกต่างกันไป อาณาจักรที่เราอาศัยอยู่นี้เรียกว่า อาณาจักรทางช้างเผือก (Milky Way) ในปี พ.ศ. 2152 กาลิเลโอ ได้สำรวจท้องฟ้าด้วยกล้องโทรทรรศน์ แล้วพบว่า ทางช้างเผือกประกอบด้วยดาวจำนวนมากมาย ปรากฏอยู่ใกล้กันจนไม่สามารถมองเห็นแยกออกจากกันได้ ภายหลังได้มีการศึกษาพบบริเวณสว่างของก๊าซและฝุ่นในอวกาศ ตลอดบริเวณที่มีดจนปิดบังแสงสว่างของดาวอื่น โดยเรียกบริเวณนั้นว่า เนบิวลาสว่างและเนบิวลามีมืดตามลำดับ และยังศึกษามากขึ้นก็พบว่าไม่สามารถประเมินรูปร่างได้ และในเอกภพจะมีจำนวนดาราจักรอยู่มากจนประมาณได้ถึง หมื่นล้านดาราจักร

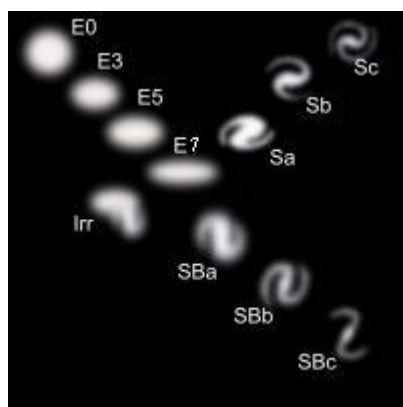
ดาราจักรช้างเผือกเป็นระบบที่แบนมาก กล่าวคือ มีความหนาน้อยเมื่อเทียบกับความกว้าง โดยที่ส่วนศูนย์กลางประมาณ 3,500 พาร์เซก และส่วนที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางประมาณได้กับระยะที่ดวงอาทิตย์อยู่จะหนาประมาณ 1,500 พาร์เซก ในขณะที่ความกว้างของดาราจักรประมาณได้ถึง 50,000 พาร์เซก

ดาราจักรจะมีดาวกว่าแสนล้านดวงและก๊าซ ฝุ่น สสารที่มากพอจะให้กำเนิดดาวได้หลายพันล้านดวง และในเอกภพนี้มีดาราจักรมากเสียจนประมาณได้อย่างชัดเจน แต่จากการเฝ้าติดตามด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ คาดไว้ว่าน่าจะมีมากกว่า 100,000,000,000 ดาราจักร (แสนล้าน) และอาจจะมีส่วนที่ยังไม่เห็นด้วยกล้องอีก บางทีอาจจะมากกว่า ล้านล้านดาราจักรก็เป็นได้

จากการศึกษาของนักดาราศาสตร์ยังพบอีกว่าดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นแกนหลังของระบบสุริยะไม่ได้หยุดนิ่งแต่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 20 กิโลเมตรต่อวินาที ดังนั้นจึงคาดกันว่าดาราจักรของเราไม่ได้หยุดนิ่ง แต่ดาราจักรกำลังหมุนรอบตัวเองโดยสังเกตจากรูปร่าง

2. รูปร่างของกาแลกซี

เอดวิน ฮับเบิล ได้จำแนกรูปร่างของ กาแลกซี ได้เป็น 4 แบบคือ



1. กาแลกซีแบบรูปไข่ หรือ ทรงรี Elliptical จัดว่าเป็นรูปทรงพื้นฐานเริ่มแรก แบ่งออกได้เป็น E0 - E7 คือ E0 จะมีรูปร่างเป็นทรงกลม และยิ่งมีมากขึ้น ตัวเลขตามท้ายก็จะมากขึ้น เช่น E7 มีรูปทรงรีมากที่สุด

2. กาแลกซี แบบกังหันหรือ รูปเกลียว Spiral ลักษณะแบบคล้ายจานสองใบประกบหากัน จะมีจุดกลางสว่าง แล้วมีแขนโค้ง 2-3 แขน ลักษณะ หมุนวนรอบแกนกลาง แบ่งย่อยออกเป็น Sa Sb Sc

โดยพิจารณาจากระยะความห่างของแขน

3. กาแลกซีแบบกังหัน หรือรูปเกลียวแขนยาว Barred Spiral ลักษณะคล้ายแบบที่ 2 แต่มีแขนออกมาจากแกนกลางก่อน แบ่งย่อยออกเป็น SBa SBb SBc โดยพิจารณาจากแขนที่ยาวออกมาจากแกนกลาง

4. กาแลกซีแบบไม่มีรูปร่าง Irregular เป็นกาแลกซีที่มีรูปร่างไม่แน่นอน เข้าใจว่าเกิดจากการกollision กันของสองกาแลกซีแบบ 1 ถึง 3 ที่อยู่ใกล้กัน

ตัวอย่างกาแลกซีที่น่าสนใจ



M31(NGC224) หรือ กาแลกซีแอนโดรเมดา (Andromeda galaxy) เป็นกาแลกซีรูปเกลียวแบบ Sb อยู่ในกลุ่มดาวแอนโดรเมดา ตำแหน่ง RA 00:42.7 Dec +41.16 ความสว่าง 3.5 สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าในคืนฟ้ามืดสนิท หรือด้วยกล้องสองตา หรือกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็ก ระยะห่างออกไป 2.2 ล้านปีแสง ประกอบด้วยดาวฤกษ์ประมาณ 200 ล้านล้านดวง ฝ้าขาวๆด้านล่างคือ M32(NGC221) และด้านบนคือ M110(NGC205)



Large Magellanic Cloud (LMC) หรือ กลุ่มเมฆแมเจลแลนใหญ่ เป็นกาแล็กซี่แบบไม่มีรูปร่าง อยู่ในกลุ่มดาวปลาปากดาบ(Dorado)
ตำแหน่ง RA 05:23.6 Dec -69.45 ความสว่าง 0.1

สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่ในประเทศไทยมองไม่เห็นเพราะอยู่ลึบขอบฟ้าทางใต้ไปแล้ว เห็นได้เฉพาะประเทศแถบทางซีกโลกใต้เช่น ออสเตรเลีย เป็นกาแล็กซี่เพื่อนบ้านที่อยู่ใกล้ ทางช้างเผือกมาที่สุดห่างออกไป 160,000 ปีแสง กลุ่มเมฆสีแดงด้านซ้ายคือ Tarantula Nebulae



Small Magellanic Cloud (SMC) หรือ กลุ่มเมฆแมเจลแลนเล็ก เป็นกาแล็กซี่แบบไม่มีรูปร่างอีกหนึ่ง อยู่ในกลุ่มดาวนกทูแคน(Tucana)
ตำแหน่ง RA 00:53 Dec -72.50 ความสว่าง 2.3 อยู่ห่างออกไป 240,000 ปีแสง

สามารถเห็นด้วยตาเปล่าในคืนฟ้าใส แต่ไม่เห็นในประเทศไทยเช่นกัน ภายในประกอบด้วยวัตถุกว่า 31 NGC เป็นทั้ง เนบิวลาและกระจุกดาวเปิด ได้แก่ NGC346, NGC371



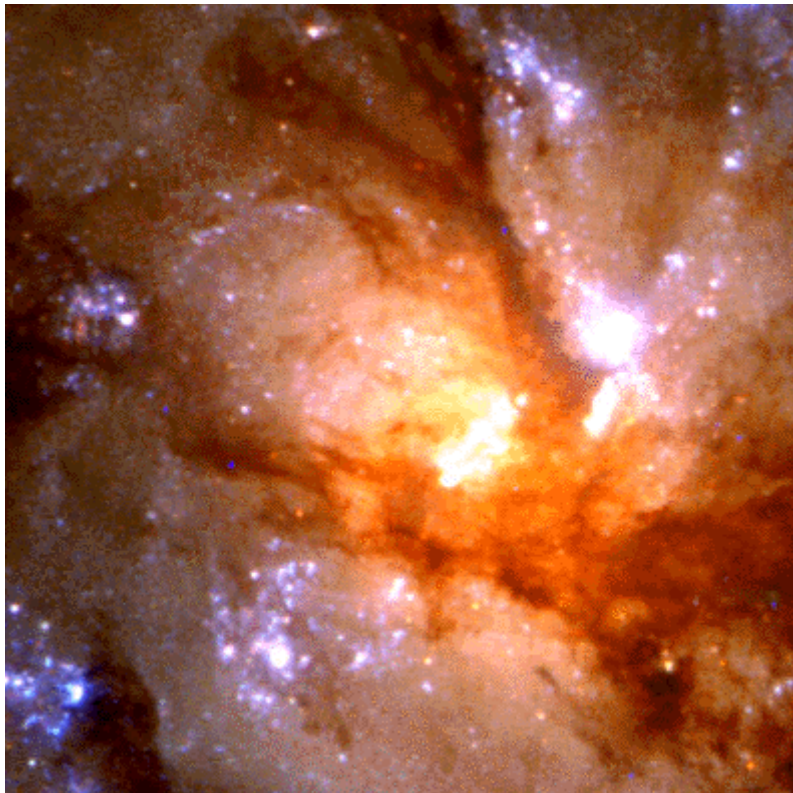
M104(NGC4594) เป็นกาแล็กซี่ที่สว่างงามอันหนึ่ง อยู่ในกลุ่มดาวหญิงสาว (Virgo) บางที่เราเรียกว่า Sombrero Galaxy เป็นกาแล็กซี่รูปเกลียวแบบ Sb ตำแหน่ง RA 12:40 Dec -11.37 ความสว่าง 8.3 เห็นได้จากกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่เท่านั้น แถบสีดำที่เห็นเป็นฝุ่นผงที่บดแสงที่รอบแกนกาแล็กซี่



NGC1365 เป็นกาแล็กซี่เกียวกมีแขนแบบ SBb อยู่ในกลุ่มดาวเตาอบ (Fornax)
ตำแหน่ง RA. 03:33.6 Dec -36.08 ความสว่าง 9.5

ดาราจักรชนกัน

ปรากฏการณ์แห่งจักรวาล



องค์การนาซาเผยแพร่ภาพเด็ดที่ถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลเป็นที่ฮือฮากันทั่วโลก เป็นภาพ 2 ดาราจักรชนกันและก่อให้เกิดดาวฤกษ์ใหม่ๆ ขึ้นกว่าหนึ่งพันกระจุกดาว รวมแล้วเป็นดาวฤกษ์กำเนิดใหม่มากกว่า 1 ล้านดวง รวมทั้งยังทำนายว่าดาราจักรที่โลกเราอยู่นี้ก็จะชนกับดาราจักรแอนโดรเมดาในอนาคตเช่นกัน

ดาราจักร (galaxy, แกแลกซี) คือระบบของดวงดาวซึ่งประกอบด้วยดาวฤกษ์ เนบิวลา กลุ่มก๊าซ ฝุ่น ธูลิ และที่ว่างในอวกาศ เทหวัตถุต่างๆ ในดาราจักรนั้นเกาะกลุ่มอยู่รวมกันได้ด้วยแรงดึงดูดระหว่างกันและกัน ถ้าจะเปรียบเทียบเอกภพนี้เป็นเหมือนโลก ดาราจักรหนึ่งก็คงเทียบได้กับเกาะแห่งหนึ่งนั่นเอง แต่ดาราจักรแต่ละระบบนั้นแม้จะกินเนื้อที่เพียงส่วนเดียวของเอกภพ แต่เพียงเท่านั้นก็มีขนาดมหึมาเกินกว่าที่เราจะจินตนาการไปถึง ลองคิดดูว่าในเอกภพนั้นมีดาราจักรอยู่ถึงกว่าหมื่นล้านระบบ เฉพาะในดาราจักรทางช้างเผือก (Milky Way galaxy) ที่โลกและระบบสุริยะของเราอาศัยอยู่นั้นก็มีดาวฤกษ์อยู่ถึงราวหนึ่งแสนล้านดวงเข้าไปแล้ว

ดาราจักรแต่ละระบบนั้นไม่ได้อยู่นิ่งเฉยๆ แต่จะเคลื่อนที่ไปในเอกภพ รวมทั้งเทหวัตถุต่างๆ ที่อยู่ในดาราจักรก็จะเคลื่อนที่ตามกันไปด้วย เมื่อดาราจักรมีอยู่มากมายในเอกภพเหมือนรถที่มีมากมายในท้องถนน ดังนั้นการที่ดาราจักรจะเคลื่อนที่มาชนกันก็ย่อมมีโอกาสเป็นไปได้

นักดาราศาสตร์ได้สนใจศึกษาปรากฏการณ์ดาราจักรชนกันมานานแล้ว แต่ก็ไม่ได้รายละเอียดมากนัก เนื่องจากดาราจักรแต่ละแห่งนั้นอยู่ไกลจากโลกมาก รวมทั้งโลกยังมีชั้นบรรยากาศที่มีฝุ่นละอองมาบดบังแสงสว่างจากดวงดาวอยู่ ทำให้การศึกษารวมทั้งการถ่ายภาพดาราจักรชนกันด้วยกล้องโทรทรรศน์ที่มีอยู่บนโลกไม่สามารถเห็นรายละเอียดได้มาก

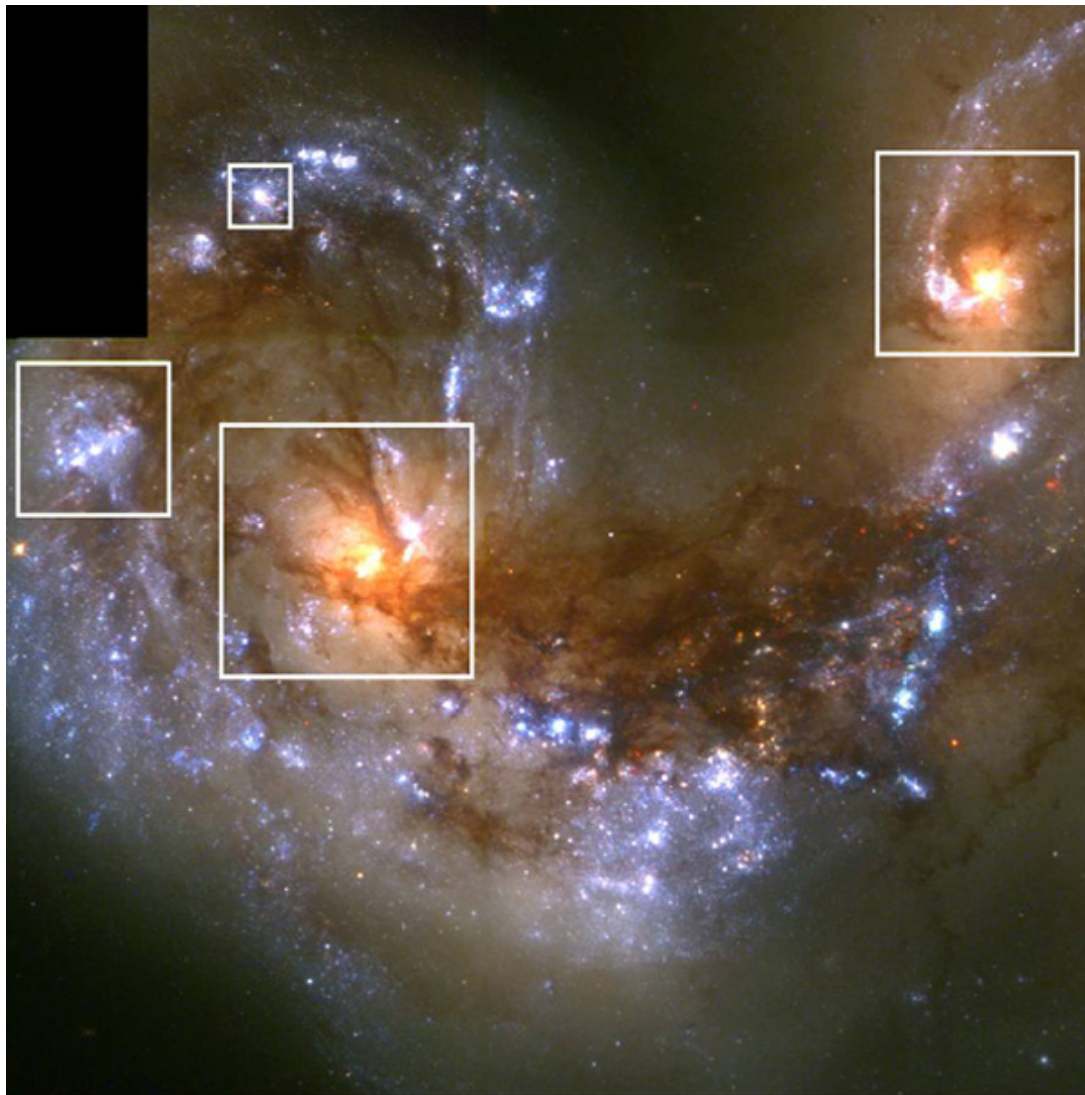
แต่เมื่อวันที่ 21 ตุลาคมที่ผ่านมา องค์กรบริหารอวกาศและการบินหรือองค์การนาซาแห่งสหรัฐอเมริกา ได้เผยแพร่ภาพถ่ายที่ได้จากกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลซึ่งโคจรอยู่นอกโลก ภาพที่ส่งมานั้นเป็นภาพการชนกันของดาราจักร 2 ระบบที่อยู่ใกล้กัน นั่นคือดาราจักรเอ็นจีซี 4038 (NGC4038) และเอ็นจีซี 4039 (NGC4039) ซึ่งภาพที่ได้นั้นเห็นรายละเอียดได้มากกว่าที่ได้จากกล้องโทรทรรศน์บนโลกมากนัก สร้างความตื่นเต้นแค้นแก่วงการวิทยาศาสตร์รวมทั้งเป็นข่าวใหญ่ไปทั่วโลก



ดาราจักรเอ็นจีซี 4038
(NGC4038) และ เอ็นจีซี 4039
(NGC4039) ภาพนี้ถ่ายจาก
กล้องโทรทรรศน์บนโลก ส่วนที่เห็นอยู่
กลางภาพคล้ายรูปหัวใจนั้นคือดารา
จักรทั้ง 2 ระบบที่รวมตัวเข้าหากัน ซึ่งที่
จริงแล้วขอบเขตของดาราจักร
ทั้งสองไม่ได้มีเพียงแค่นั้น แต่ยังรวม
ห้วงอวกาศ ที่อยู่รอบนอกอีกด้วย
ผลจากการชนกันหรือรวมตัวเข้าหากัน
นี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรง
ดึงดูดที่ยึดเหนี่ยวดาราจักรอยู่ เส้น 2
เส้นที่เห็นคล้ายหนอนแมลงที่งอก
ออกมาจากหัวใจนั้นก็เป็
นปรากฏการณ์อันเป็นผลจากการชนกัน
ดังนั้นดาราจักรนี้ (หมายถึง 2 ดารา
จักรที่รวมกันอยู่นี้) จึงมีชื่อเรียกอีกชื่อ
หนึ่งว่าดาราจักรหนอนแมลง
(Antennae galaxy)



ภาพที่เห็นในซีกซ้ายคือภาพ
ดาราจักรหนอนแมลงส่วนที่
เห็นในกรอบสีน้ำเงินนั้นเมื่อ
จับภาพด้วยกล้องโทรศั
นอวกาศฮับเบิลแล้วจะเห็น
รายละเอียดภายในได้
อีกมากดังที่เห็นในซีกขวา



ภาพที่เห็นในภาพคือใจกลางของดาราจักรเอ็นจีซี 4038 และเอ็นจีซี 4039 ที่เกิดการชนกัน โดยในภาพกลางนั้นมี 4 บริเวณที่ถูกนำมาขยายเพื่อให้เห็นรายละเอียดมากขึ้น

เราจะเห็นแกนกลางของดาราจักรเอ็นจีซี 4038 คือส่วนที่เป็นคลัสเตอร์เพลิงสีส้มที่อยู่ในล้อมกรอบด้านซ้าย ส่วนแกนกลางของดาราจักรเอ็นจีซี 4039 คือกลุ่มที่เห็นเป็นสีส้มในล้อมกรอบด้านขวา

ส่วนที่เห็นเป็นสีฟ้าและฟ้าอมขาวในภาพนั้นคือกลุ่มดาวฤกษ์ที่เกิดใหม่ทั้งสิ้น ซึ่งในภาพนี้ได้ขยายมาให้ชม 2 บริเวณ จะเห็นได้ว่าเพียงแค่ 2 บริเวณนี้ก็เห็นดาวฤกษ์เกิดใหม่จำนวนนับไม่ถ้วนแล้ว

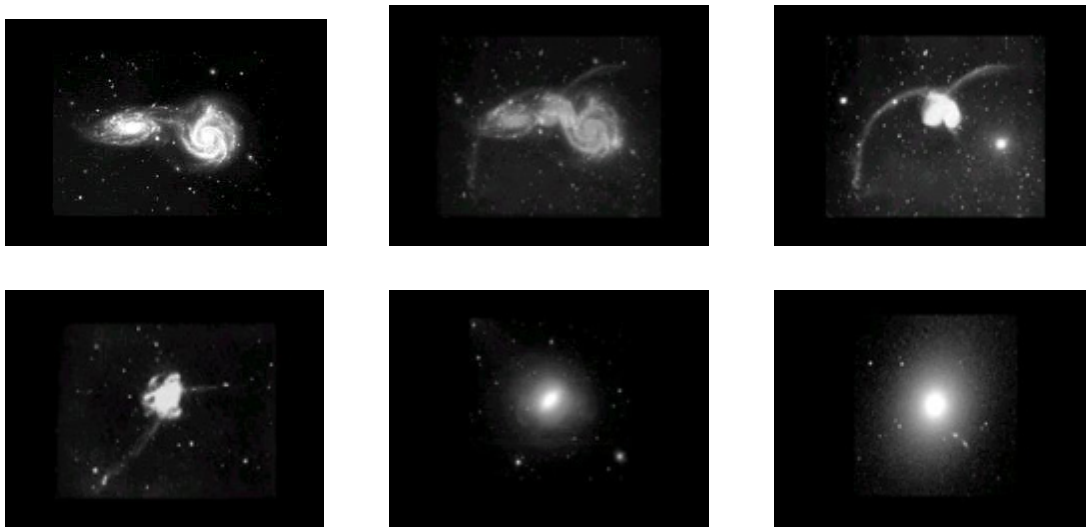
มาตราส่วนที่เห็นในภาพขยายทั้ง 4 ภาพนั้นเทียบเท่ากับระยะทาง 1,500 ล้านปีแสง

การชนกันของดาราจักรนั้นอย่าเข้าใจผิดว่าเป็นการพุ่งเข้าชนเหมือนดาวหางชูมัเกอร์-เลวี 9 ที่พุ่งเข้าถล่มดาวพฤหัสบดี หรือเหมือนรถยนต์ 2 คันที่พุ่งเข้าชนกันแล้วเห็นผลจากการชนในพริบตา คือมีชิ้นส่วนของรถกระเด็นออกมาอันเนื่องมาจากแรงปะทะกันในการชน แต่ดาราจักรแต่ละระบบจะมีห้วงอวกาศอันเป็นที่ว่างอยู่ในตัวของ

มันมากมาย ดังนั้นการชนกันจึงเปรียบเหมือนเมฆ 2 ก้อนบนท้องฟ้าลอยมาชนกันมากกว่า ซึ่งผลจากการชนกันก็คือเมฆ 2 ก้อนนั้นก็รวมกันกลายเป็นเมฆก้อนใหญ่กว่าเดิม

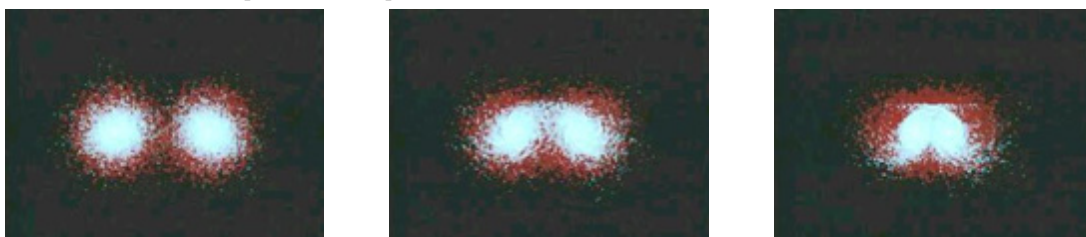
การชนกันของดาราจักรก็คล้ายๆกัน เมื่อดาราจักรพุ่งเข้าชนกันแล้วก็จะรวมตัว ผลจากการรวมตัวเข้าหากันนั้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดึงดูดที่ยึดเหนี่ยวระบบดาราจักรเอาไว้ กลุ่มฝุ่นก๊าซภายในดาราจักรจะกระเพื่อมเป็นระลอกคล้ายระลอกน้ำ ทำให้มวลของกลุ่มฝุ่นและก๊าซบางส่วนถูกอัดตัวให้มีความหนาแน่นมากขึ้น และเมื่อมีความหนาแน่นมากถึงระดับหนึ่งก็จะเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน (nuclear fusion ปฏิกิริยาการรวมนิวเคลียสซึ่งให้พลังงานออกมา) และพัฒนากลายเป็นดาวฤกษ์ต่อไป โดยปกติแล้ววิวัฒนาการในการกำเนิดดาวฤกษ์นั้นก็เป็นไปโดย

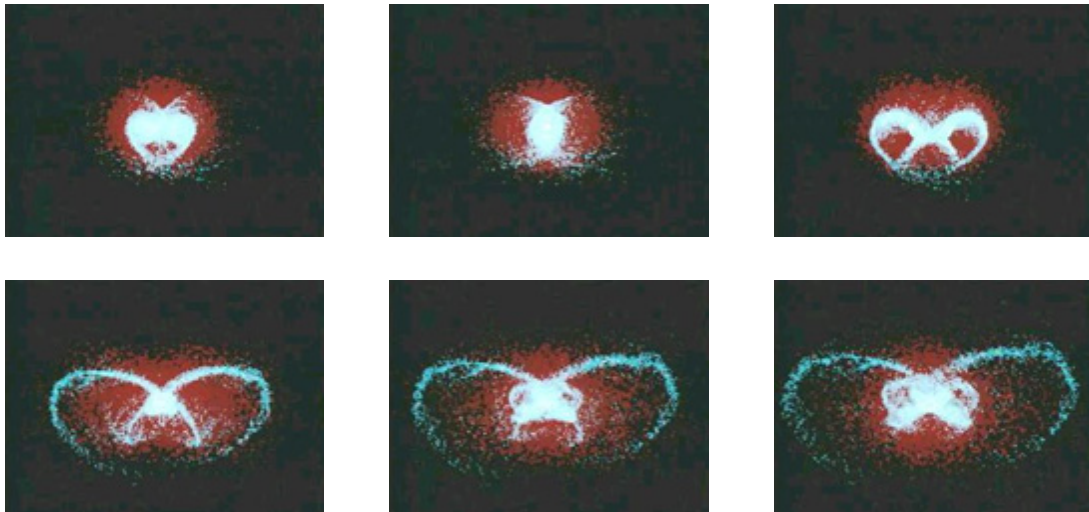
ดาราจักรเอ็นจีซี 4038 และ 4039 ที่พุ่งเข้าชนกันนั้นได้เริ่มชนกันเมื่อนานมาแล้ว ภาพที่ถ่ายได้ในปัจจุบันนั้นจะเห็นได้ว่า 2 ดาราจักรนั้นรวมตัวเข้าหากันแล้ว และผลจากการรวมตัวกันทำให้เกิดดาวฤกษ์ดวงใหม่ขึ้นถึงกว่าหนึ่งพันกระจุกดาว ซึ่งหากประมาณอย่างคร่าวๆก็คงมีดาวฤกษ์กำเนิดใหม่ถึงหนึ่งล้านดวง



แบบจำลองแสดงขั้นตอนการชนกันของดาราจักรเอ็นจีซี 4038 และ 4039

และอย่าลืมว่าแม้ภาพดังกล่าวจะเป็นภาพที่ถ่ายในปัจจุบันตามเวลาบนโลกก็จริง แต่เนื่องจากดาราจักรคู่นี้ อยู่ห่างจากโลกถึง 63 ล้านปีแสง ดังนั้นภาพที่เราเห็นในขณะนี้แท้ที่จริงแล้วคือภาพที่เกิดขึ้นเมื่อ 63 ล้านปีมาแล้ว เพราะแสงใช้เวลาถึง 63 ล้านปีกว่าจะนำภาพนี้มาสู่ตาของมนุษย์บนโลก หากเราต้องการเห็นว่า ขณะนี้เกิดอะไรขึ้นกับดาราจักรคู่นี้ก็ต้องรอไปดูเอาในอีก 63 ล้านปีข้างหน้า





แบบจำลองสร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์แสดงการชนกันของดาราจักร
 ในตอนท้ายจะเห็นปรากฏการณ์ที่คล้ายหมวดแมลงอันเป็นผลจากการ
 ชนกันซึ่งคล้ายการเกิดระลอกคลื่นบนผิวน้ำนั่นเอง

นอกจากดาราจักรคู่นี้แล้ว นักดาราศาสตร์ยังสังเกตพบดาราจักรชนกันอีกหลายคู่ รวมทั้งดาราจักรทางช้างเผือกที่เราอยู่นี้ก็เช่นกัน เพราะมีทิศทางเคลื่อนตัวพุ่งเข้าชนดาราจักรแอนโดรเมดา (Andromeda galaxy) แต่ไม่ต้องตกใจไป เพราะนักดาราศาสตร์คำนวณไว้แล้วว่าแม้ดาราจักรทั้งสองจะเคลื่อนที่เข้าหากันด้วยความเร็วถึงราว 480,000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่กว่าจะชนกันก็ต้องอีก 5,000 ล้านปีข้างหน้าเป็นอย่างน้อย เพราะดาราจักรแอนโดรเมดายังอยู่ห่างจากทางช้างเผือกถึง 2.2 ล้านปีแสง (1 ปีแสงคือระยะทางที่แสงเดินทางเป็นเวลา 1 ปี คิดเป็นระยะทางประมาณ 9.4 ล้านล้านกิโลเมตร) และกว่าจะถึงป่านั้น ดวงอาทิตย์ของเราก็คงดับไปเรียบร้อยแล้ว และโลกก็คงกลายเป็นดาวเคราะห์ที่ไร้สิ่งมีชีวิตไปนานแล้ว



ภาพวาดจาก
 จินตนาการแสดงการชน
 กันระหว่างดาราจักรทาง
 ช้างเผือกและดาราจักร
 แอนโดรเมดา

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. บอกความหมายของดาราจักรได้
2. อธิบายรูปร่างของดาราจักรได้
3. อธิบายรูปร่างของดาราจักรที่เราอาศัยอยู่ได้
4. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้
5. นักเรียนมีทักษะในการทำงานกลุ่ม
6. นักเรียนเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
7. นักเรียนเกิดทักษะในการสื่อสารข้อมูลให้เพื่อนเข้าใจได้ดี
8. นักเรียนมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

1. กาแล็กซี่คืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร

[illegible]

2. กาแลกซี่แบ่งออกเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

3. กาแลกซีทางช้างเผือกมีรูปร่างอย่างไร และมีขนาดเท่าไร

[illegible]

4. กาแล็กซี่ใดอยู่ใกล้กาแล็กซี่ทางช้างเผือกมากที่สุดอยู่ห่างเท่าใด และมีรูปร่างอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5. ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางกาแล็กซีทางช้างเผือกเท่าใด

.....

.....

.....

6. นักเรียนคิดว่ากาแลกซี่แอนโดรเมดาและกาแลกซี่ทางช้างเผือกมีโอกาสชนกันได้หรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

7. ถ้ากาแลกซีแอนโดรเมดาและกาแลกซีทางช้างเผือกชนกันจะมีผลกระทบต่อโลกหรือไม่ อย่างไร

[illegible]

โรงเรียนอัสสัมชัญ

แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา...ว 40104... รายวิชา...วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ)... ช่วงชั้นที่...4...
 ชั้น...มัธยมศึกษาปีที่ 4... ภาคเรียนที่...1... ปีการศึกษา...2549... สัปดาห์ที่...14

หน่วยการเรียนรู้ที่...4...

ชื่อหน่วยการเรียนรู้...เอกภพ...

หน่วยย่อยเรื่อง...วิวัฒนาการของดาวฤกษ์.

เวลาที่ใช้...2 คาบ/ชม

....

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 6. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ

จุดประสงค์การเรียนรู้ (นักเรียนสามารถ)

ด้านความรู้

- 1.อธิบายการกำเนิดดาวฤกษ์ได้
- 2.อธิบายวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ได้
- 3.บอกลักษณะของดาวฤกษ์ได้
- 4.บอกชื่อดาวฤกษ์และลักษณะของดาวฤกษ์ที่นักเรียนรู้จักได้นอกจากดวงอาทิตย์

ด้านทักษะกระบวนการ

- 1.ทำงานเป็นกลุ่มได้
- 2.สืบค้นข้อมูลได้
- 3.สรุปข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่สืบค้นได้
- 4.สื่อความหมายจากข้อมูลที่สืบค้นได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม

- 1.มีวินัยและเชื่อมั่นในตนเอง
- 2.ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ได้
- 3.มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายได้
- 4.มีความภูมิใจและตระหนักถึงความสำคัญ และคุณค่าของความรู้ที่ค้นพบ เกิดความซาบซึ้งที่จะเรียนรู้ต่อไป

สาระการเรียนรู้

ดาวฤกษ์ (star) คือ อาณาจักรหรือระบบของดาวฤกษ์จำนวนนับแสนล้านดวง อยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วงระหว่างดวงดาวกับหลุมดำ ที่มีมวลมหาศาล ซึ่งอยู่ ณ ศูนย์กลางของกาแล็กซี โดยมีเนบิวลาซึ่งเป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นละอองที่เกาะกลุ่มอยู่ในที่ว่างบางแห่งระหว่างดาวฤกษ์

จุดกำเนิดของดาวฤกษ์ นักดาราศาสตร์กล่าวถึง จุดกำเนิดของดาวฤกษ์ว่าเกิดจาก กลุ่มแก๊สไฮโดรเจนและฮีเลียมซึ่งถูกเหวี่ยงมาจากการระเบิดครั้งใหญ่

ดาวฤกษ์ทั้งหลายเกิดจากการยุบตัวของ เนบิวลา ดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อย ตัวอย่างเช่น ดาวอาทิตย์ที่มีแสงสว่างไม่มากจะใช้เชื้อเพลิงในอัตราที่น้อย จึงมีช่วงชีวิตยาว และจบลงด้วยการไม่ระเบิด ดาวฤกษ์ที่มีขนาดใหญ่ จะมีมวลมาก สว่างมากจะใช้เชื้อเพลิงอย่างสิ้นเปลืองในอัตราที่สูงมากจึงมีช่วงชีวิตที่สั้นกว่า

การยุบตัวของเนบิวลา เกิดจากแรงโน้มถ่วงของเนบิวลา เมื่อแก๊สยุบตัวลงด้วยความดันของแก๊ส ผลที่ตามมา คืออุณหภูมิของแก๊สจะสูงขึ้น ดาวฤกษ์ก่อนเกิด(protostar) ซึ่งมีอุณหภูมิที่สูงมาก พอที่จะเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ (ซึ่งรายละเอียดศึกษาได้ในใบความรู้ที่แจกให้นักเรียน)

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1.ขั้นเสนอปัญหา

ครูให้นักเรียนดู DVD เกี่ยวกับดาวฤกษ์ แล้วร่วมกันอภิปรายซักถามนักเรียนรู้จักดาวฤกษ์อะไรบ้าง มีลักษณะอย่างไร

- 2 นักเรียนคิดว่าดาวฤกษ์มีการเกิดและการตายเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
- 3 นักเรียนคิดว่าดาวฤกษ์แต่ละดวงมีอายุเท่ากันหรือไม่ เพราะอะไร
- 4 เอกภพมีขอบเขตมากน้อยเพียงใด และมีจุดสิ้นสุด หรือไม่อย่างไร

ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและเสนอความคิดเห็นพร้อมทั้งจัดบันทึกบนกระดานเป็นข้อๆ

ขั้นที่ 2. ขั้นพิจารณาปัญหา

นักเรียนร่วมกันพิจารณาปัญหา (ข้อเสนอของแต่ละคน) บนกระดานเพื่อเชื่อมโยงไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนดในหัวข้อดาวฤกษ์

ขั้นที่ 3. ขั้นวางแผน

นักเรียนวางแผนร่วมกันในแต่ละกลุ่มที่จะศึกษาโดยพิจารณาจากใบความรู้ประกอบเรื่องดาวฤกษ์ และกำหนดบทบาทหน้าที่การทำงานของสมาชิกภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 4. ขั้นลงมือปฏิบัติ

นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มสืบค้นข้อมูลตามที่แบ่งหน้าที่ไว้

ขั้นที่ 5. ขั้นรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน

นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่สืบค้นหน้าชั้นเรียนเป็นกลุ่ม ส่วนสมาชิกในห้องที่นั่งอยู่ร่วมกันอภิปรายซักถามพร้อมแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 6. ขั้นทบทวนเชื่อมโยงความรู้ใหม่

นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นสรุปดาวฤกษ์และเชื่อมโยงถึงแหล่งพลังงานบนดาวฤกษ์ จากนั้นให้นักเรียนประเมินผลการทำงานของสมาชิกภายในกลุ่มและการนำเสนอของกลุ่มต่างๆที่นำเสนอหน้าห้องเรียน และทำแบบฝึกหัดในใบงานและเขียนบันทึกสรุปการเรียนรู้

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
2. Virtual Lab และ Clip Video ในหัวข้อที่กล่าวข้างต้น
3. ใบงาน
4. หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ของ สสวท.

5.Pasachoff Jay M.2002. Astronomy : From the Earth to the Universe. 6 th

ed.SouthMelbourne: Thomson Learning.

6. THuan, Trinh Xuan. 1993. The birth of the Universe : The Big Bang and After. New york : Harry N. Abarans.

7. VDO ในหัวข้อดังกล่าว

www.doodaw.com

www.nasa.gov

www.astroschool.in.th

imagine.gsfc.nasa.gov

www.space.com

www.msnbc.com

www.lisaproject.com

www.SCIENCE.CMU.ac.th/observatory

การวัดและประเมินผล

วิธีวัด

1. การนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอ
2. การซักถาม และการอธิบายความรู้ความเข้าใจ
3. การร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน

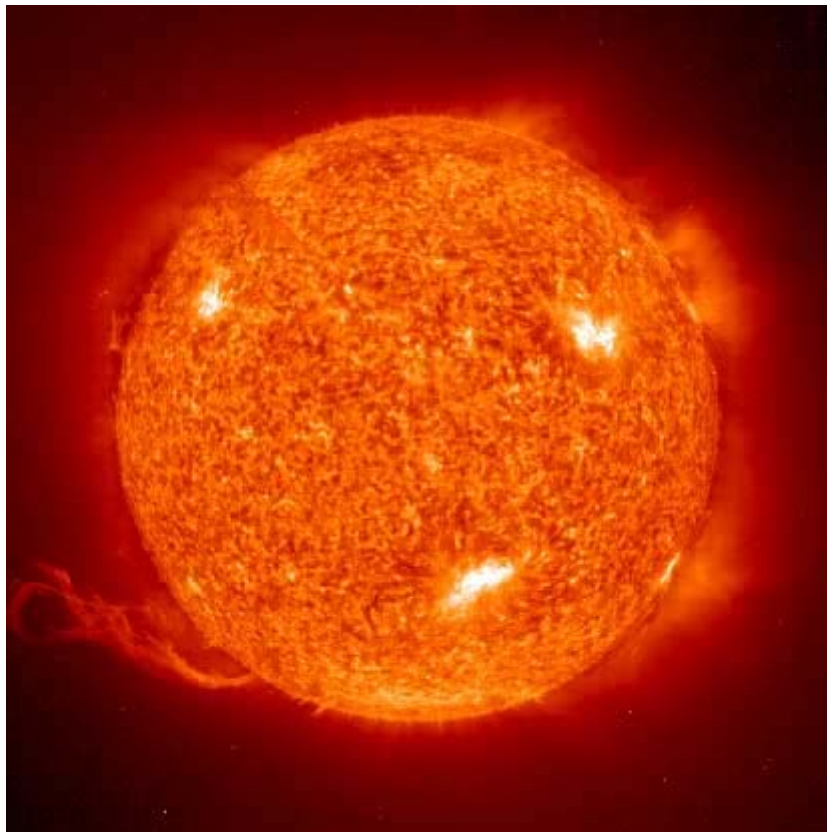
เครื่องมือวัด

1. ใบงานเรื่อง ดาวฤกษ์
2. สมุดบันทึกการเรียนรู้
3. แบบประเมินการนำเสนอผลการสืบค้นหน้าห้องเรียน
4. แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะเข้ากลุ่มกิจกรรม

วิวัฒนาการดาวฤกษ์ (ตอน 1)

ดวงดาวคืออะไร

ดวงดาวที่เราเห็นเป็นแสงกระพริบพร่างพรายอยู่ทั่วท้องฟ้า แต่ละดวงเหมือนหิ่งห้อยน้อยนิด ส่องแสงสว่าง รางเรืองอยู่ไกลโผนนั้น แท้ที่จริงแล้ว ดาวแต่ละดวงต่างมีขนาดมหึมามหาศาล ที่เผาผลาญพลังงานด้วย ปฏิกิริยานิวเคลียร์ จากเชื้อเพลิงภายในอันมากมาย ระเบิดนิวเคลียร์ที่เราเห็นหมดทั้งโลก หากเอามารวมกัน ก็ยังไม่เทียบเท่ากระพิกหนึ่งของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่ดาวแต่ละดวงนั้นมีอยู่



"ดวงดาว" ที่จะพูดถึงต่อไปนี้จะหมายถึงดาวฤกษ์เท่านั้น มิได้รวมถึงดาวเคราะห์ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ก็คือบริวารของดาวฤกษ์นั่นเอง ดาวฤกษ์ ต่างจาก ดาวเคราะห์ ตรงที่มันเปล่งรังสีแสงออกมาได้เอง จากการเผาผลาญพลังงานนิวเคลียร์ภายในแกนของมัน ในขณะที่ดาวเคราะห์เพียงแต่สะท้อนแสง ที่ได้รับจากแหล่งพลังงานที่อื่น เช่น ดาวฤกษ์แม่ ออกจากผิวของมันเท่านั้น พูดง่าย ๆ ก็คือ ดาวเคราะห์ไม่มีแหล่งพลังงานภายในของตัวเอง

พลังงานทั้งหมดทั้งมวลที่เราใช้กันอยู่บนโลก ก็ได้มาจากดวงอาทิตย์ของเรา แต่ดวงอาทิตย์ของเรา เป็นเพียงดวงดาวขนาดค่อนข้างเล็กดวงหนึ่งเท่านั้น ลักษณะร่วมกันอย่างหนึ่งของดวงอาทิตย์ของเรา กับดวงดาวทั้งหลายในจักรวาลก็คือ ต่างก็เป็นกลุ่มก๊าซขนาดมหาศาล ที่ยึดเหนี่ยวรวมตัวกันเองด้วยแรงดึงดูดภายใน อันอยู่ในภาวะสมดุลกับแรงดันออก จากการเผาผลาญเชื้อเพลิงภายในแกนกลาง ประมาณ ๙๐% ของดวงดาว

ทั้งหลายในจักรวาล ต่างก็เป็นดวงดาววัยฉกรรจ์ ที่บรรลุวิวัฒนาการเข้าสู่ วิถีหลักแห่งชีวิต คือมาถึงขั้นที่มีความเสถียรแล้ว ดาวในวัยนี้เรียกว่า Main Sequence Star ที่เรียกดังนั้นก็เพราะว่า ดวงดาวส่วนใหญ่ประมาณ ๙๐% ของดวงดาวทั้งหมดในจักรวาลจะอยู่ในกลุ่มนี้

จากความเพียรพยายามติดตามบันทึกศึกษาดวงดาวมานับร้อยนับพันปี ของนักดาราศาสตร์รุ่นก่อนๆ เราจึงมีข้อมูลเกี่ยวกับดวงดาว บันทึกไว้มากมายกว่าสาขาวิชาใด เพราะช่วงชีวิตของดวงดาวนั้นยาวนานนัก ปรัชญาการณที่นับว่าสั้นที่สุดของดาว ก็ยังกินเวลานับร้อยหรือพันปี เมื่ออาศัยข้อมูล จำนวนมาก ที่นักดาราศาสตร์ได้พากเพียรแสวงหา และสังสมกันมาตั้งแต่เราก่อนที่เราจะมีกล้องดูดาว แต่มีการเก็บบันทึกข้อมูลเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อได้มีการถ่ายภาพกันแล้ว โดยเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฮาร์เวิร์ด ซึ่งได้ตั้งหอสังเกตการณ์ เพื่อทำการถ่ายภาพและบันทึกคลื่นแสงของดวงดาวเป็นแห่งแรก จึงเป็นขุมข้อมูลที่นักดาราศาสตร์สมัยใหม่ ได้นำมาใช้เปรียบเทียบกับข้อมูลสมัยปัจจุบัน

ถ้าเรามองดูดาวให้ดีๆ จะเห็นว่าดวงดาวนั้นมีสีต่างๆ กัน เช่นสีฟ้า สีขาว สีเหลือง สีส้ม สีแดง เมื่อเอาความถี่ของคลื่นแสงนี้มาวิเคราะห์ ก็จะได้ความถี่เดียวกับแสงสีต่างๆ ที่เรามองเห็นจากไฟที่มีอุณหภูมิต่างกัน เช่นไฟที่ร้อนมากๆ ก็จะมีเปลวเป็นสีฟ้า อุณหภูมิลดลงไปหน่อยก็จะเป็นสีขาว อย่างแสงเทียนที่ความร้อนไม่มากก็จะมีเปลวสีเหลือง ส้ม และแดง นักดาราศาสตร์ จึงสามารถบอกได้ถึงอุณหภูมิของพื้นผิว และส่วนประกอบดวงดาว จากสีที่ต่างกันนี้ วิธีนี้เรียกว่า การวิเคราะห์สเปกตรัม (Spectral Analysis)

จากข้อมูลและภาพถ่ายและบันทึกคลื่นแสงของดวงดาว จำนวนมากมายเหล่านี้ ก็ถูกนำมาจำแนกแยกเป็นกลุ่มเป็นพวก เมื่อเอามาเปรียบเทียบกับความเข้าใจทางฟิสิกส์ เกี่ยวกับธรรมชาติของอะตอมแล้ว ก็พบว่า ดวงดาวนั้น หาใช้สิ่งที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไม่ แต่กลับมีวิถีชีวิตที่คาดคะเนได้ ปัจจัยที่ทำให้วิถีชีวิตของดวงดาวต่างกันไป ก็อยู่ที่จำนวนมวลของมันเท่านั้น หากดาวมีมวลน้อย ก็จะดำเนินชีวิตไปแบบหนึ่ง หากมีมวลมากก็จะดำเนินชีวิตแตกต่างกันออกไป เราสามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาคาดการณ์อนาคต และหาอายุของดวงดาวที่เราสังเกตการณ์ได้ เราจึงได้ศึกษาความเปลี่ยนแปลงของดวงดาว จนได้เข้าใจว่า ดวงดาวมีใช้สิ่งที่มีชีวิตอยู่ชั่ววันรันดร์ หากแต่มีการเกิด แก่ ตาย เจกเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตทั้งหลายทั้งปวง

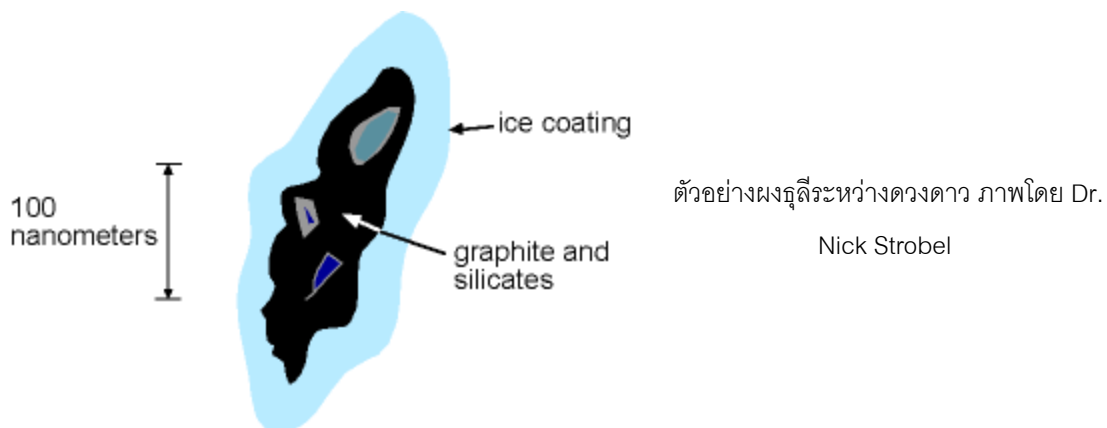
ช่วงชีวิตของดวงดาว ที่จะกล่าวโดยละเอียดต่อไปนั้น จะผ่านขั้นตอน ดังนี้

1. มวลสารต่างๆ ในจักรวาลหรือที่เรียกว่า Interstellar Medium ที่จะมาเกิดขึ้นเป็นดวงดาวในภายหลัง
2. ดาวก่อนเกิด หรือ ช่วงวัยที่เรียกว่า Protostar และดาวเพิ่งคลอดที่เรียกว่า T-Tauri เพราะดาวชนิดนี้ที่ไดพบเป็นครั้งแรกในกลุ่มดาววัว (Taurus)
3. ดาวที่เป็นดาวอย่างสมบูรณ์แล้ว ซึ่งนักดาราศาสตร์เรียกว่า Main Sequence Star
4. ดาวสลาย คือดาวที่เผาจนหมดเชื้อเพลิงในแกนกลางแล้ว ก็จะเริ่มเข้าสู่ช่วงแห่งการแตกสลายสิ้นอายุขัยของดวงดาว

กว่าจะได้กลายมาเป็นดวงดาว ...

มวลสารในจักรวาล(Interstellar Medium)

แม้เนื้อที่ส่วนใหญ่ในจักรวาลนั้น ดูเหมือนจะเป็นที่ว่างเปล่ามากมาย หากเปรียบเทียบกับโลกของเรา แต่มันหาได้เป็นที่ว่างเปล่าที่ปราศจากสิ่งใดทั้งสิ้นไม่ ที่จริงแล้ว ช่องว่างระหว่างดวงดาว ยังมีมวลสารล่องลอยอยู่อย่างเจือจาง อันประกอบด้วย ก๊าซ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วก็คือ ก๊าซไฮโดรเจน กับก๊าซฮีเลียมอีกเล็กน้อย และฝุ่นผงละเอียด ยิบ ที่มีขนาดประมาณ ๑๐๐-๑๐๐๐ นาโนเมตร (๑ นาโนเมตร = 10^{-9} เมตร) ฝุ่นเหล่านี้ บ้างก็ประกอบด้วย คาร์บอน บ้างก็เป็นสารจำพวก ซิลิเกต คือคล้ายๆกับทราย หรือบางทีก็มีน้ำแข็ง หรือโมเลกุลต่างชนิด เกาะรวมตัวกันอยู่ผสมกันหลายๆอย่าง ดังภาพประกอบ



A typical dust grain (note the tiny scale!).

กลุ่มก๊าซและฝุ่นนี้มีความเจือจางมากๆ อย่างในกาแล็กซี่ของเรานั้น จะนับความหนาแน่นของวัสดุเหล่านี้ได้ประมาณ 10-21 กก. ต่อลูกบาศก์เมตร แต่หากจะเทียบกันแล้ว ความหนาแน่นนี้ก็เพียงเท่ากับหนึ่งใน พันล้านล้าน ล้าน ส่วนของความหนาแน่นของบรรยากาศโลกที่ระดับน้ำทะเลเท่านั้น ซึ่งดูแล้วก็เจือจางบางเบาจนไม่น่าจะนับว่ามีอะไร เพราะมันว่างเปล่ายิ่งกว่าห้องสุญญากาศ ที่มนุษย์เรามีปัญญาร่างขึ้นบนพื้นโลกเป็นไหนๆ แต่ถ้าเราเอา "ความว่างเปล่าของอวกาศ" นี้ มาเทียบกับด้วยอัตราของอะตอมแล้ว ก็จะได้เท่ากับ ๑ ไฮโดรเจนอะตอมต่อหนึ่งลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งก็เห็นได้ว่า มันไม่ได้ว่างเปล่าเป็นสุญญากาศที่เดียวนัก แต่นั่นเป็นเพียงอัตราเฉลี่ยเท่านั้น ที่จริงแล้ว กลุ่มก๊าซและฝุ่นเหล่านี้ จะเกาะตัวกันเป็นก้อนเล็กก้อนน้อยอยู่ทั่วไปในจักรวาลต่างกัอนต่างก็มีความหนาแน่นน้อยต่างกันไป กลุ่มก๊าซเหล่านี้มีความหนาแน่นกว่า เนื้อที่ระหว่างกลุ่มนับร้อยๆเท่า และบางก้อนที่ดังตัวเองเข้ามาเกาะตัวกันหนาแน่นมากเข้า ก็อาจจะมีความหนาแน่นมากกว่า ก้อนฝุ่นและก๊าซทั่วไปนับแสนนับล้านเท่า กลุ่มก้อนที่เป็นตัวเป็นตนหนาแน่นเหล่านี้แหละ คือที่มาของดวงดาว

กลุ่มก้อนมวลสารระหว่างดวงดาวนี้ เรียกว่า เนบิวลา (Nebula อันเป็นคำที่มาจากภาษากรีกซึ่งแปลว่า เมฆ)

เนื่องจากเมฆก๊าซและฝุ่นเหล่านี้มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ประมาณเพียงสิบเคลวิน(K) ซึ่งก็เท่ากับ -163 เซลเซียส(C) หรืออย่างมากก็ไม่เกิน 100 K (-173 C) เท่านั้น จึงไม่มีพลังงานอะไรมากมายนัก แต่ก็ยังมีการแผ่รังสีระดับต่ำออกมาเป็นคลื่นวิทยุ ที่มีพลังงานต่ำมากๆ ก้อนเมฆก๊าซและฝุ่นเหล่านี้ เมื่อดูด้วยสายตา จึงมืดมิดเช่นเดียวกับความมืดของความว่างเปล่าในอวกาศ ทั้งๆที่แท้แล้ว มวลสารที่นอกเหนือจากที่ประกอบเป็นดวงดาว

ในจักรวาล ก็มารวมอยู่ในเมฆก๊าซและฝุ่นเหล่านี้ นักดาราศาสตร์เรียกมันว่า เนบิวลามืด (Dark Nebula) ซึ่งเราจะมองเห็นมันได้ก็ต่อเมื่อมันไปบังอยู่ข้างหน้าสิ่งที่มีแสง หรือมีดาวสองแสงมาให้เห็นเป็นรูปเป็นร่างได้

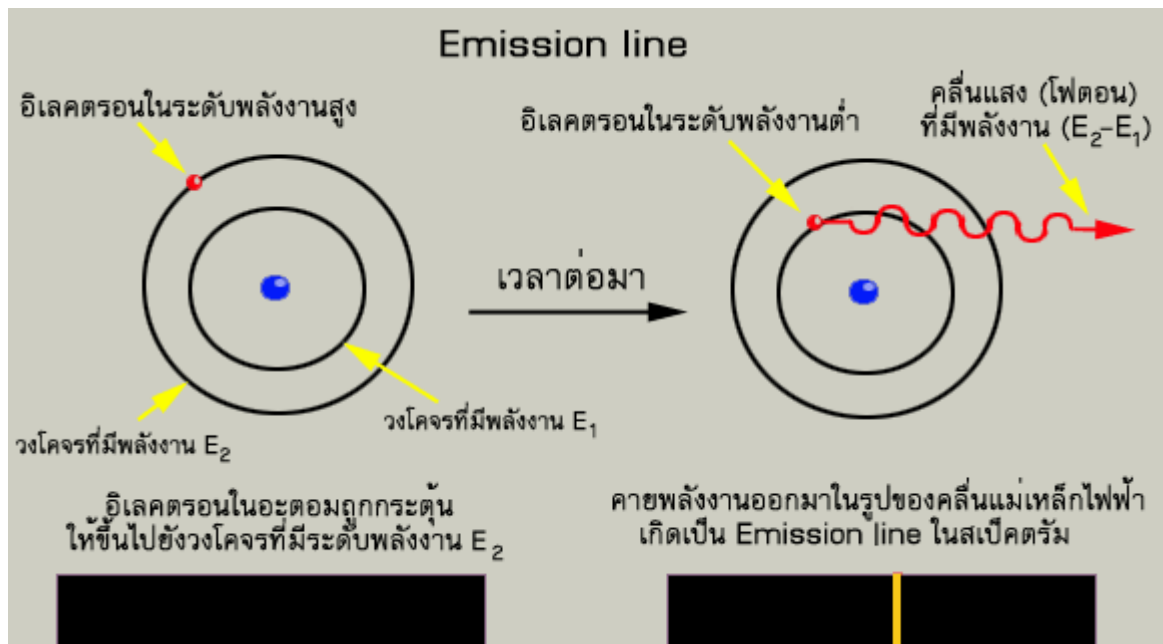


เนบิวลาหัวม้า ซึ่งเป็นเนบิวลามืด ที่อยู่ใกล้ดาว Alnitak หรือ Zeta Orionis อันเป็นดาวที่อยู่ริมตะวันออกของ "เข็มขัดนายพราน" ในกลุ่มดาวนายพราน (Orion Constellation) ภาพโดย David Malin

แต่แรกนั้น นักดาราศาสตร์จะทราบได้ว่ามีกลุ่มก๊าซและฝุ่นระหว่างดวงดาวได้ ก็จากการสังเกตกลุ่มที่เห็นได้ง่ายที่สุด คือกลุ่มที่มีแสงสว่างจากที่มันเปล่งออกมาเองด้วยพลังงานที่เริ่มก่อตัวขึ้นภายใน เรียกว่า เนบิวลาสองแสง (Emission Nebula) ซึ่งเป็นสีแดงด้วยพลังงานจากอะตอมของไฮโดรเจน ที่ดูดซับพลังงานจากดาวที่กำลังก่อตัวใจกลางของมันเอง แล้วคายพลังงานออกมาเป็นแสงสีแดง หรือด้วยแสงสว่างจากดาวที่เกิดขึ้นแล้ว ในใจกลางของ เนบิวลา อย่างที่เรียกว่า เนบิวลาสะท้อนแสง (Reflection Nebula) ซึ่งเรามักจะเห็นเป็นสีฟ้า เพราะคลื่นแสงที่มองเห็นได้ที่สั้นกว่าคือ สีฟ้า จากดาวอายุน้อยที่มีความร้อนแรง แสงสีฟ้าจะสะท้อนออกจากฝุ่นพวกนี้ได้ดีกว่า เพราะมันมีความยาวคลื่นพอๆกับขนาดของผงฝุ่นใน เนบิวลา สีฟ้าของเนบิวลา จึงบอกให้เราทราบได้ว่า มีดวงดาวแรกเกิดเพิ่งโผล่ตัวออกมาชมจักรวาล สองแสงให้สะท้อนออกมาจาก เนบิวลา นั้น

เมื่อ เนบิวลา พัฒนามาถึงระดับที่มองเห็นได้ หรือกลายเป็น เนบิวลาสองแสง นั้น พลังงานส่วนใหญ่ที่เปล่งออกมาจากภายในใจกลางกลุ่มก้อน อันเป็นส่วนที่กำลังพักรบจะเป็นดวงดาว จะเป็นพลังงานในระดับคลื่นอุลตราไวโอเล็ตเป็นส่วนใหญ่ รังสีอุลตราไวโอเล็ตที่แผ่ออกจากใจกลางของ เนบิวลา ก็จะถูกดูดซับโดยอะตอมของก๊าซไฮโดรเจนที่อยู่ส่วนนอกของ เนบิวลา ก๊าซไฮโดรเจนที่เป็นส่วนประกอบหลักของเนบิวลานี้ มีอิเล็กตรอนที่วนรอบนิวเคลียส ที่จะดูดซับพลังงานนี้ไป ทำให้อิเล็กตรอนของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส ห่างจากนิวเคลียสหรือแกนนอนขึ้นจากเดิม ซึ่งจะทำให้มันไม่เสถียร อิเล็กตรอนนี้จึงคายพลังงานออกมา ในรูปของการเปล่งแสงที่เรามองเห็นได้ แล้วตัวอิเล็กตรอนนี้ ก็จะตกกลับไปยังรัศมีโคจรเดิมที่เสถียรมากกว่า เราจึงมองเห็นว่า เนบิวลา ส่วนนี้สองแสงสว่างออกมา ด้วยคลื่นขนาด 656.3 nm จึงมีสีแดง อันเป็นคลื่นแสงเอกลักษณ์จากอิเล็กตรอนใน

ไฮโดรเจนอะตอม ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของเนบิวลา แสงสีแดงที่ปล่อยออกมา มีมากมายจนกลบสีอื่นจาก มวลสารส่วนน้อยสีอื่นหมด จึงทำให้เราเห็นเป็นสีแดง



ภาพแสดงการเปลี่ยนวงโคจรของอิเล็กตรอน เมื่อแรก อิเล็กตรอนอยู่ในวงโคจรต่ำ(E_1)ตามปกติ ต่อมาได้ดูดซับพลังงาน(จำนวน = $E_2 - E_1$) ก็ไต่ขึ้นไปอยู่วงโคจรสูง(E_2) ด้วยพลังงานที่สูงขึ้น แล้วมันก็ตกกลับลงมายังวงโคจรเดิม(E_1) ซึ่งเสถียรมากกว่า พร้อมกับคายพลังงานออกมา เป็น โฟตอน หรือคลื่นแสงที่มีพลังงาน = $E_2 - E_1$ เมื่อศึกษาเส้นสเปกตรัม ก็จะบอกได้ว่าเป็นธาตุอะไร เพราะความถี่ของโฟตอนจะเป็นเอกลักษณ์ของธาตุนั้น แปลเป็นภาษาไทยจากภาพของ Dr. Nick Strobel

เมื่อเราดูเนบิวลากลุ่มใด ที่มีสีแดง ก็จะสามารถได้ทันทีว่า เป็นเนบิวลาที่จะมีโอกาสไปเกิดเป็นดาว ดูดงเห็นสตรีมีครรภ์ แต่การมีครรภ์ก็ใช่ว่าจะประกันให้มีการกำเนิดชีวิตใหม่เสมอไป ซึ่งก็เป็นอุปมาเดียวกันกับการเกิดของดวงดาว ที่เชื่อว่า เนบิวลาที่พัฒนามาจนถึงขั้นนี้แล้ว จะได้ถือกำเนิดเป็นดาวทุกรายไปก็หาได้ไม่ เนบิวลาที่เปล่งแสงออกมาได้ด้วยตัวเอง (emission nebula) ก็นับเป็นเพียงส่วนน้อยของมวลสารทั้งหมดในจักรวาลเท่านั้น มวลสารส่วนใหญ่แล้วเรายังไม่สามารถมองเห็นได้ เพราะมันอยู่ในส่วนที่เป็น เนบิวลามืด

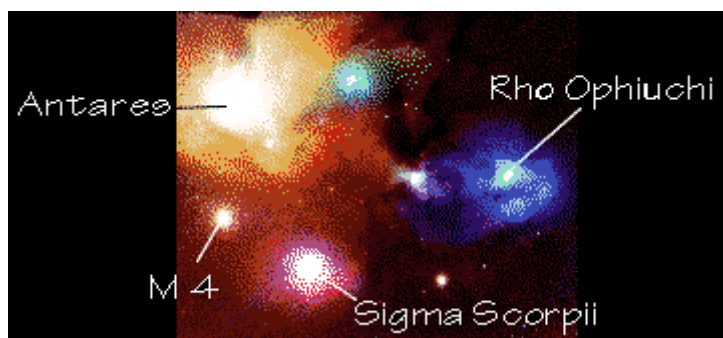
สี ของดวงดาวหรือ เนบิวลา นั้น จึงให้เงื่อนไขคำตอบแก่เราได้มากมาย ว่ามีกำลังเกิดอะไรขึ้นภายในสิ่งนั้น อยู่ ในตอนต่อไปข้างหน้า จะค่อยเพิ่มเติมในข้อที่ว่า สี ของดวงดาว ยังช่วยให้เรารู้ ขนาด และอุณหภูมิของดวงดาวได้อย่างไร

เนบิวลามืด ที่เราสังเกตเห็นได้ ก็เพราะมันบังแสงหรือพรางแสงจากดาวเบื้องหลัง ดัง เนบิวลา Antares Rho Ophiuchus (อันทาเรส โร โอฟีอุสคัส) เราจะเห็น เนบิวลามืด มาคั่นพาดกลางระหว่าง เนบิวลาเรืองแสงด้านล่างซ้าย กับด้านบนซึ่งเป็นแสงสีฟ้าจาก เนบิวลาสะท้อนแสง ที่สะท้อนออกจากดาวเฮอร์คิว (Rho Ophiuchi จากกลุ่มดาว Ophiuchus) ที่ร้อนแรงสีขาวตรงกลางเมฆควีนสิฟา ส่วนด้านล่างขวาที่โผล่ออกมาจากเงามืด เป็นดาว

Sigma Scorpii ในกลุ่มดาวแมงป่อง Antares คือ ดาวดวงใหญ่สีเหลือง เป็นดาวยักษ์แดงใหญ่ (Red Supergiant) ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าดวงอาทิตย์ของเราถึง ๙๐๐ เท่า Antares เป็นดาวเอกในกลุ่มดาวแมงป่อง ชื่อทางดาราศาสตร์คือ Alpha Scorpii หรือตามตำนานจะเรียกว่า "Le Coeur de Scorpion" ซึ่งก็คือ "ดาวหัวใจแมงป่อง" อยู่ห่างจากโลก ๕๒๐ ปีแสง จะเห็นได้ว่า เรายังพอจะมองเห็นแสงดาวจาก กระจุกดาว M4 (ซึ่งอยู่ห่างจากโลกถึง ๗๕๐๐ ปีแสง) ทะลุผ่าน เนบิวลามีต บางส่วนได้อยู่ แม้จะแสงจะจางลงไปมากจากการถูกพราง



บริเวณที่มีกลุ่ม เนบิวลามีต (ส่วนที่เป็นปื้นดำ)
คละคลุ้งท่ามกลางหมู่ดาว Antares และ Rho
Ophiuchi ที่นับว่าเป็นบริเวณที่สวยงามที่สุดแห่ง
หนึ่งในจักรวาล โดย David Malin จาก UK
Schmidt plates ร่วมกับ Anglo-Australian
Observatory



ผังหมู่ดาว โดย Bill Arnett

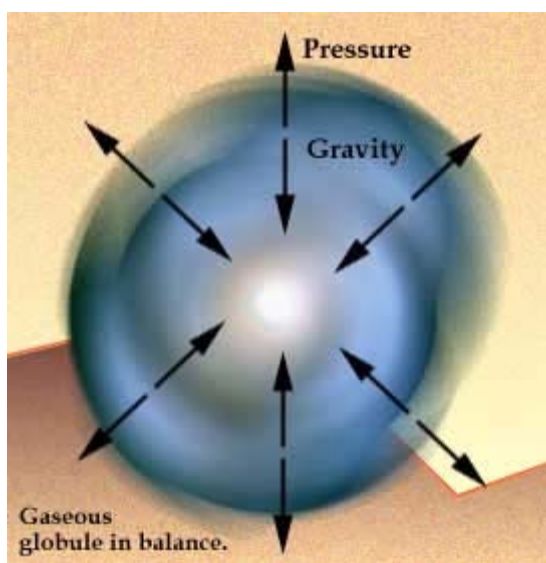
กำเนิดของดวงดาว ... (ตอน 2)

ทำอย่างไรจึงจะได้ไปเกิดเป็นดาว?

ในห้วงอวกาศอันกว้างนั้นก็ยังมียวสารระหว่างดวงดาว รวมตัวกันเป็นกลุ่มเป็นก้อน หรือ เนบิวลา อันประกอบไปด้วย ก๊าซไฮโดรเจนเป็นส่วนใหญ่ และ ก๊าซฮีเลียมอีกเล็กน้อย รวมทั้งผงฝุ่นธุลี ยวสารเหล่านี้ จะมีแรงดึงดูดเข้าหากัน เมื่อโมเลกุลเข้าใกล้กันก็ทำให้มีความเปียดเสียดอัดกันมากขึ้น จนเกิดความร้อนและแรงกดดันเพิ่มขึ้น ในระยะแรกของการรวมตัวนี้ มันเป็นเพียงกลุ่มเมฆฝุ่นและก๊าซบางๆ ความร้อนที่เกิดขึ้นก็แทรกตัวหนีหายไปสู่อวกาศได้ การสะสมความร้อนภายใน จึงเป็นไปได้ยากในช่วงเริ่มแรก แต่เมื่อกลุ่มเมฆดึงดูดเข้าหากันทำให้หนาแน่นมากขึ้น ความร้อนก็แทรกตัวออกไปได้ยากขึ้น อุณหภูมิของกลุ่มเมฆนี้จึงสะสมให้สูงขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะในใจกลางของกลุ่มเมฆนี้ อุณหภูมิจะสูงกว่าที่อื่น กว่า เนบิวลา จะหดตัวจนอุณหภูมิภายใน เพิ่มจากไม่กี่สิบล้านเคลวิน(K) มาถึงขั้นที่อุณหภูมิขึ้นสูงถึง 100K(เท่ากับ -173 องศาเซลเซียส C ซึ่งก็เย็นมาก) ก็ต้องใช้เวลาดังหลายๆหมื่นปี

แต่มันก็เป็นไปไม่ได้ว่า อยู่ดีๆกลุ่มยวสารบางเบาเหมือนม่านควันเหล่านี้ จะมาอัดตัวต่อไปอีก จนเพิ่มแรงดันและความร้อนได้มาก ถึงขนาดเป็นสิบล้านองศาที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ อันถือเป็นจุดกำเนิดเป็นดวงดาวขึ้นมาได้ การที่ เนบิวลา จะหดตัวเข้าหากันอีกหลังจากที่ถึงจุดเสถียรที่กล่าวมาข้างต้น จนทำให้ได้เกิดมาเป็นดาวนั้น ก็มีอุปสรรคที่จะต้องฟันฝ่าด้วยกันหลายประการคือ

- ก) **แรงดันภายใน** ที่เกิดจากความร้อนจากการหดตัว แม้อุณหภูมิของ เนบิวลา จะไม่มาก คือเฉลี่ยเพียง 10-30 K (-263 ถึง -243 C) เท่านั้น มันก็มากพอที่จะเพิ่มพลังงานให้อะตอมและโมเลกุลของก๊าซเคลื่อนไหวไม่หยุดนิ่งได้ ตามกฎของก๊าซแล้ว เมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น ก๊าซก็มีพลังงานเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดแรงดันเพิ่มขึ้นจนบีบตัวอีกไม่ลง กลุ่มก๊าซจึงจะยุบตัวต่อไปไม่ได้ เพราะมีแรงดันจากพวกก๊าซอยู่ไม่สุ้นมากคอยยันไว้ ดังนั้น เมื่อ เนบิวลา หดตัวลงไปถึงจุดๆหนึ่งแล้ว ก็ถึงจุดเสถียร ไม่มีการหดตัวต่อไป



เมื่อ เนบิวลา ถึงจุดเสถียรที่มีความสมดุลระหว่างแรงดึงดูดระหว่างมวลภายในกับแรงดันอันเกิด จากก๊าซที่ถูกอัดตัวเข้าหากันด้วยแรงดึงดูด เมื่อแรงทั้งสองคานกันได้ ก็มีความสมดุล ไม่อัดตัวเข้าหากันต่อไป ภาพจาก

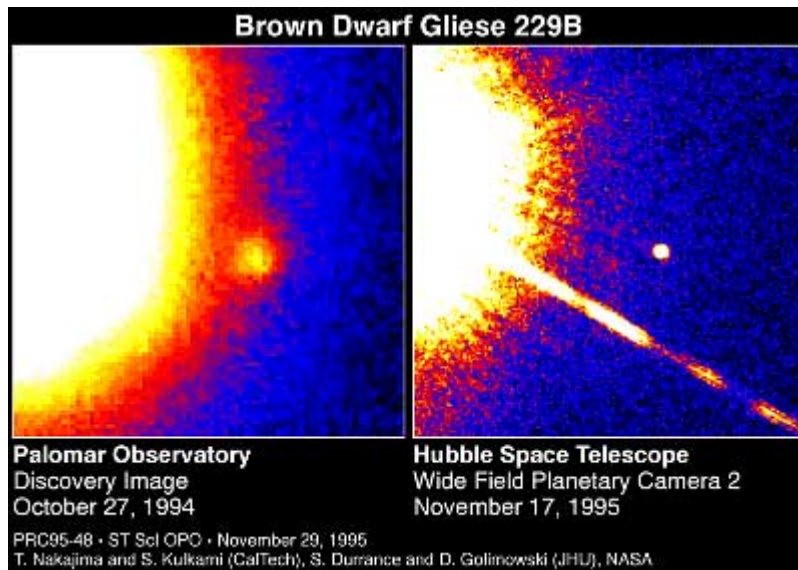
NASA

ข) การเคลื่อนไหวของก๊าซเหล่านี้ ส่งผลรวมให้เกิดการหมุนของทั้งกลุ่ม เนบิวลา ขึ้นมา เมื่อมันหดตัวลงในขณะที่กำลังหมุนตัวอยู่นั้น ก็ทำให้การหมุนตัวนั้นเร็วขึ้นตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (ตัวอย่างเช่น เราย่นบนเก้าอี้หมุน ให้เพื่อนมาหมุนเก้าอี้เร็วๆ ในขณะที่เรากางแขนขาออก แล้วปล่อยให้หมุนอย่างนั้นไปเอง เมื่อเราหดแขนขาเข้ามา ตัวของเราจะหมุนได้เร็วขึ้นไปเอง โดยที่เพื่อนไม่ต้องมาปั่นเพิ่มอีกเลย) เมื่อ เนบิวลา หมุนตัวเร็วขึ้น ก็จะทำให้มวลสารของมันถูกหมุนไปเร็วมาก จนไม่สามารถมาเกาะให้ติดกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้นมาได้ เราก็ทราบมาแล้วว่า มวลสารเหล่านี้ต้องอัดกันเข้ามาจนแน่น จึงจะเกิดความร้อนและพลังงานมากพอตัวเป็นดาวได้

ค) จากการศึกษาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จึงทราบว่าในกลุ่มก๊าซเหล่านี้ มี **สแนมแม่เหล็ก** อย่างอ่อนๆ อยู่ แม้มันจะมีกำลังไม่มาก แต่ก็มากพอที่จะขัดขวางการรวมตัวของก๊าซอันเบาบางได้ เพราะอนุภาคของเนบิวลา จะถูกอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กมาผลักดัน ให้เคลื่อนตัวได้ในทิศทางเดียวกับเส้นแรงแม่เหล็กเท่านั้น เนบิวลา จึงจะหดตัวในทิศที่ขนานกับเส้นแรงแม่เหล็ก ได้ง่ายกว่าในทิศทางที่จะตัดเส้นแรงแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กนี้ จึงจะไปขัดขวางการรวมตัวเข้าหากันของ เนบิวลา ได้ แต่รายละเอียดที่ว่าสนามแม่เหล็กในเนบิวลา มีลักษณะอย่างไร เกิดมาอย่างไร และมีอิทธิพลอย่างไร ต่อการหดตัวของเนบิวลานั้น เรายังมีความเข้าใจได้น้อยมาก ด้วยความที่มีระยะทางห่างไกล และพลังงานที่ปล่อยออกมามีระดับต่ำมาก ในปัจจุบัน เรายังไม่มีเครื่องมือใดที่สามารถสังเกตปรากฏการณ์นี้ได้โดยตรง

ง) **มวล** นอกจากอุปสรรคที่กล่าวมาแล้ว สิ่งสำคัญอย่างยิ่งอีกปัจจัยหนึ่ง ที่จะตัดสินว่า เนบิวลา นั้นจะมีสิทธิได้ไปเกิดเป็นดาวหรือไม่ ยังอยู่ที่ว่ามันมีมวลสารมากพอหรือไม่ เนบิวลา จะต้องมีความหนาแน่นมากพอ เพื่อมาต้านแรงดันจากภายในดังที่กล่าวมาข้างบน และสามารถหยุดตัวลง จนมีอุณหภูมิสูงพอที่จะก่อให้เกิดเป็นดาวได้ หากกลุ่มก้อนของ เนบิวลา มีมวลไม่พอ ก็ไม่มีโอกาสได้เกิดเป็นดาว แต่กลับกลายเป็น ดาวแคระหรือน้ำตาล (Brown Dwarf) ซึ่งก็เปรียบได้กับ ดาวลูกกระรอก นั่นเอง คือแทบจะเสียดก่อนที่จะได้เกิด เหมือนฟืนที่ถูกจุดไฟ แต่มอดไปเสียก่อน เพราะเชื้อไฟที่ใช้มาสูมนั้น ร้อนแรงไม่พอ ประมาณว่าหากมวลของเนบิวลา มีไม่ถึงแปดเปอร์เซ็นต์ของมวลดวงอาทิตย์ของเราแล้ว เนบิวลา นั้นก็ไม่ได้เกิดเป็นดาว แต่จะแทบกลายเป็น ดาวแคระหรือน้ำตาล ซึ่งในตอนแรกก็จะเปล่งแสงแดงๆ เหมือนไฟสุ่มขอน จากความร้อนของการอัดตัว แต่แรก แต่แล้วก็จะค่อยๆ เย็นตัวลงจนมอดไป นักดาราศาสตร์ไม่ค่อยทราบเกี่ยวกับดาวแคระหรือน้ำตาลมากนัก เพราะมันไม่เปล่งแสงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าออกมา หรือมี แต่กำลังความสว่างไม่มากนัก การหาวัตถุมืดๆ ในอวกาศมืดๆ ก็ยากพอๆ กับงมเข็มในมหาสมุทร ต้องใช้กล้องอินฟราเรด หรือกล้อง Optical ที่มีกำลังสูงมากๆ ไปหาเอา จึงเพิ่งมีการค้นพบ ดาวแคระหรือน้ำตาล เป็นครั้งแรกในปี คศ ๑๙๙๕ นี้เอง โดยดาวดวงแรกที่ค้นพบมีชื่อว่า Gliese 229B

แต่ในปัจจุบันนี้ ได้มีการส่องหา ดาวแคระหรือน้ำตาล กันขึ้นมามาก เมื่อเร็วๆ นี้เอง ก็มีการค้นพบ ดาวแคระหรือน้ำตาล โดยวิธีการที่เรียกว่า Interferometer ปรากฏว่า ดาวแคระหรือน้ำตาลที่พบนี้ มีอุณหภูมิพื้นผิวเพียง 700C เท่านั้น ซึ่งนับว่าเย็นมากสำหรับดวงดาว อีกไม่ช้านี้ เราคงมีข้อมูลเกี่ยวกับ ความไม่สำเร็จที่จะเกิดเป็นดาว หรือ ดวงดาวแทบจะอย่างไร มาให้เข้าใจได้มากขึ้น



ภาพดาวเคราะห์น้ำตาลดวงแรกที่ค้นพบ ชื่อ GL 229B ถ่ายด้วยกล้อง 60 นิ้วที่ Palomar Observatory โดย T. Nakajima (Caltech), S. Durrance (JHU) เมื่อ เดือน ตุลาคม ค.ศ. 1994 เปรียบเทียบกับภาพโดย กล้อง ฮับเบิล ในปีต่อมา นักดาราศาสตร์จะจัดให้ดาวเคราะห์น้ำตาลดวงนี้เป็น

กลุ่ม ดาวมีเทน เพราะมันมีอุณหภูมิต่ำแค่ 700C เท่านั้น จนไม่สามารถแม้จะเผาไหม้มีเทนได้ ในภาพเป็นดาวจุดสีขาวเล็กใกล้ๆกับดาวดวงใหญ่



กล้องอินฟราเรดใกล้ NICMOS บนยานฮับเบิล พบดาวเคราะห์น้ำตาลเป็นจำนวนมาก ซุกซ่อนตัวอยู่ในบริเวณใกล้เคียง Trapezium Stars ในเนบิวล่านายพราน อันเป็นเขตที่มีการก่อตัวและก่อกำเนิดดาวดาวใหม่ๆ ที่ซุกซ่อนที่สุดแห่งหนึ่งที่เราได้ค้นพบมา ภาพ

โดย Kevin Luhman แห่ง NASA-STScI

การเกิดของดวงดาว (ตอน 3)

การเกิดของดวงดาว

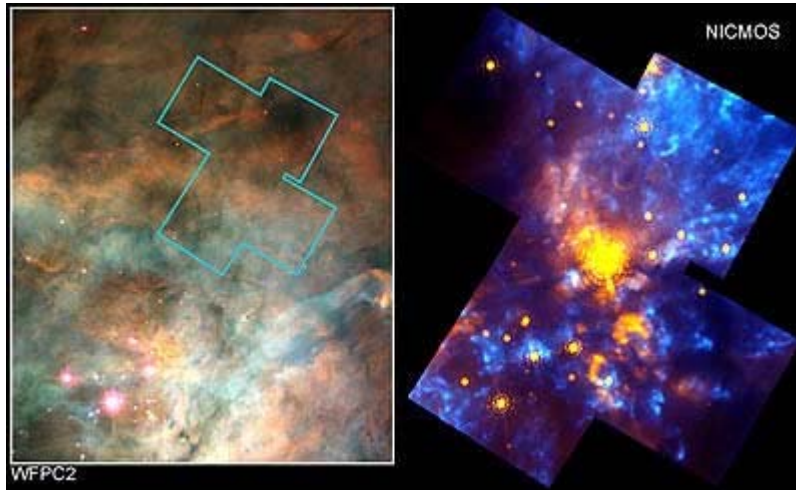
จะด้วยเหตุผลใดก็ตามที่ทำให้ เนบิวลา ยุบยวบรวบตัวเองเข้าหากันอีก แต่เมื่อมันเริ่มหดตัวเข้ามาหา กันแล้ว เนบิวลา ที่มีมวลพอเพียง ก็จะก้าวเข้าไปสู่หนทางแห่งการก่อเกิดเป็นดวงดาว อย่างที่ไม่มีอะไรจะมา หยุดยั้งมันได้

การหดตัวบีบอัดเข้าหากัน ของกลุ่มก๊าซและฝุ่นใน เนบิวลา จะทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อในใจกลางของมัน มีอุณหภูมิขึ้นสูงประมาณ 2000-3000 องศาเซลเซียส ก้อนร้อนๆ ในใจกลางเนบิวลา นี้ จะเรียกว่า โปรโตสตาร์ (Protostar) เมื่อมีความร้อนขนาดนี้ ก็ทำให้ โปรโตสตาร์ สุกสว่างเปล่งแสงสีแดงออกมา เหมือนถ่านไฟคุโชน แต่ แสงสีแดง ซึ่งเป็นแสงที่เรามองเห็นได้ด้วยตาเปล่านี้ ก็ถูกพรายไปหมด เพราะมันยังถูกห่อหุ้มด้วยกลุ่มฝุ่นและ ควันจากเนบิวลาแม่ แต่เราสามารถบอกได้ว่า มีเชื้อชีวิตของดวงดาวดวงใหม่ก่อตัวขึ้นมาแล้ว เพราะก๊าซและฝุ่น ที่ห่อหุ้มอยู่รอบนอกนั้น จะดูดซับพลังงานจากส่วนกลางอันร้อนแรงของ เนบิวลา ทำให้อุณหภูมิของมันสูงขึ้นไป จนคายความร้อนออกมา ในรูปของรังสีอินฟราเรด และคลื่นวิทยุ หรือ ไมโครเวฟ เมื่อเรามองดาว ด้วยกล้อง อินฟราเรดหรือกล้องวิทยุ ก็สามารถบอกได้ถึงการก่อตัวภายใน ที่ซ่อนตัวอยู่ในม่านควันเนบิวลาได้ ครั้งแรกที่เร สามารถถ่ายภาพดวงดาว ด้วยกล้องอินฟราเรด นักดาราศาสตร์ก็พากันตื่นเต้นเป็นอันมาก เพราะส่วนที่เคยมอง เป็นก้อนสลับมัวๆ จากกล้องดูดาวที่ใช้ๆกันมา ก็ไม่มีใครคิดว่าจะมีอะไร แต่เมื่อเรามองในช่วงพลังงานความร้อน แล้ว กลับปรากฏเป็นแหล่งที่จะกลายเป็นดวงดาว กำลังฟักตัวกันขึ้นมาอยู่อย่างคึกคัก เราจึงเพิ่งได้มา สังเกตการณ์ กระบวนการก่อกำเนิดของดวงดาว ก็เมื่อประมาณสิบยี่สิบปีมานี้เอง



ภาพจากกล้องฮับเบิล ในแสงที่มองเห็น ด้วยตาเปล่าในภาพบน และจาก กล้องอินฟราเรดในภาพล่าง เป็น ภาพที่ถ่ายจาก Large Magellanic Cloud ซึ่งอยู่ห่างจากโลก 170,000 ปีแสง ดาวที่เกิดมาก่อน จะพ่นพายุ รังสี เป่ากลุ่มควันกระจายออกไป จากตัว ให้เรามองเห็นได้ด้วยตา เปล่า เมื่อดูด้วยกล้องอินฟราเรด NICMOS บนยานฮับเบิล เราก็เห็นว่ายังมี โปรโตสตาร์ ซุกตัวอยู่ใน ม่านควันอีกมากมาย (ภาพโดย

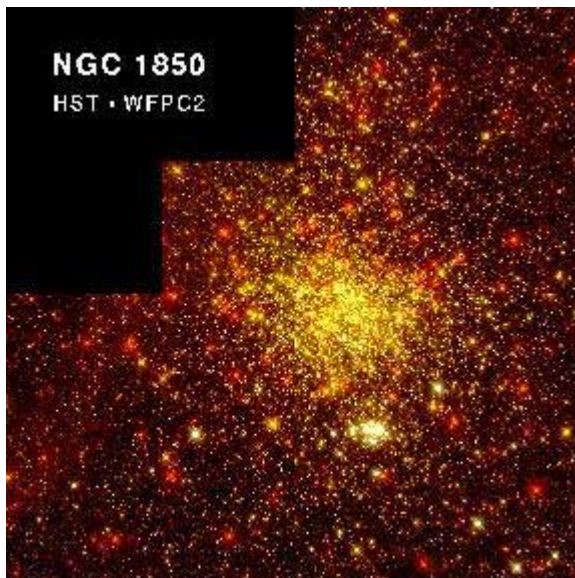
NASA)



ภาพเปรียบเทียบระหว่าง
แสงที่มองด้วยตาเปล่า และ
จากรังสีอินฟราเรด อีกภาพ
หนึ่งที่ถ่ายโดยกล้อง
Optical และ กล้อง
อินฟราเรดใกล้ NICMOS
บนยานฮับเบิล แสดงส่วน
ใกล้ใจกลาง เนบิวลา
นายพราน ภาพตัดด้านขวา
ขยายมาจากกรอบภายใน

ภาพด้านซ้าย ที่กล้องอินฟราเรด สามารถมองเห็นกลุ่มเมฆเนบิวลา เห็นโปรโตสตาร์ที่ซ่อนตัวอยู่ในภาพ
โดย Space Telescope Science(STS) Institute

โปรโตสตาร์ จับตัวกันมา จากมวลสารจำนวนมหาศาล มากกว่ามวลทั้งสิ้น ในระบบสุริยะของเรา นับ
แสนนับล้านเท่า เมื่อมันหดตัวเข้าหากันไปเรื่อยๆนั้น พลังงานจากอะตอมที่วิ่งวุ่นไปมา กลายเป็นการกักกวมมวล
สารให้ไหลเป็นวงวน มวลสารเหล่านี้ ก็วิ่งตามไปไม่ทันกันหมด เมื่อมันยิ่งหดตัวเล็กลงๆ ความเร็วในการหมุนก็ยิ่ง
สูงขึ้น จึงแตกตัวเกาะกันเป็นกลุ่มๆ แต่ละกลุ่ม ก็พัฒนาตัวต่อไปตามลำพัง จึงมักจะพบว่า ดวงดาวหาได้เกิด
ขึ้นมา ทีละดวงเดียวๆไม่ แต่จะเกิดมาเป็นฝูงเป็นกลุ่ม รวมกันทีละมากมายหลายร้อยดวง บางครั้งเป็นล้านดวง
ยังไม่มีใครเคยพบดวงดาวที่เกิดขึ้นมาแต่เพียงลำพัง เชื่อกันว่า ดวงอาทิตย์ของเราก็เกิดมาในฝูงดาว แต่หลุดรอด
ออกมาตามลำพัง เป็นดาวหลงฝูงในภายหลัง



กระจุกดาว NGC 1850 จากกลุ่มเมฆยักษ์ Large
Magellanic Clouds ซึ่งอยู่ห่างจากโลก 160,000 ปี
แสง ในกลุ่มดาวที่เห็นได้ในซีกโลกภาคใต้
Doradus กว่า 60% ของดาวในภาพนี้ เป็นดาวที่มี
อายุต่ำกว่า 50 ล้านปี ซึ่งถือว่า ยังเป็นดาวที่อายุน้อย
น้อยมาก เทียบกับดวงอาทิตย์ของเรา ซึ่งมีอายุ 4.6
พันล้านปี ดาวที่เพิ่งเกิดใหม่ๆ ที่ยังรวมตัวเป็น
กระจุกเช่นนี้ มีอยู่ทั่วไป ทำให้เชื่อว่า จะเกิดมาทีละ
มากๆ ในเวลาใกล้เคียงกัน จากกลุ่มเนบิวลา
เดียวกัน ภาพโดย กล้องฮับเบิล

กล้องฮับเบิล ยังได้ถ่ายภาพการเกิดของดวงดาวโดยตรง จาก เนบิวล่านายพราน (Orion Nebula) และ เนบิวล่าอินทรี (Eagle Nebula - M16) โปรโตสตาร์ ที่กล้องฮับเบิลสามารถถ่ายภาพมาได้นี้ เนื่องจากไปเกิดอยู่ใกล้ๆ ดาวรุ่นพี่ ซึ่งเกิดมาก่อนและได้เป่าฝุ่นเนบิวล่าออกไป ทำให้โปรโตสตาร์พวกนี้ เผยตัวออกมาก่อนที่จะถึงวัยอันสมควร เราได้เห็น โปรโตสตาร์ ที่ยังถูกห่อหุ้มด้วย ก้อนเมฆเนบิวล่า หนาแน่น มวลสารที่หลงเหลือเป็นส่วนที่ห่อหุ้ม โปรโตสตาร์ อย่างหนาแน่นเป่าไม่ไปนี้ ต่อมาจะผ่นักตัวเป็นแผ่นที่แบนลงด้วยแรงหมุน กลายตัวเป็นระบบบริวาร มาโคจรรอบดวงดาวที่จะเกิดขึ้น เช่น ดาวเคราะห์ที่ล้อมรอบระบบสุริยะของเราเอง เรียกว่า Protoplanetary disks หรือที่นักดาราศาสตร์ที่ฮับเบิลชื่อ Dr C. Robert O'Dell ตั้งชื่อให้ว่า "proplyds"

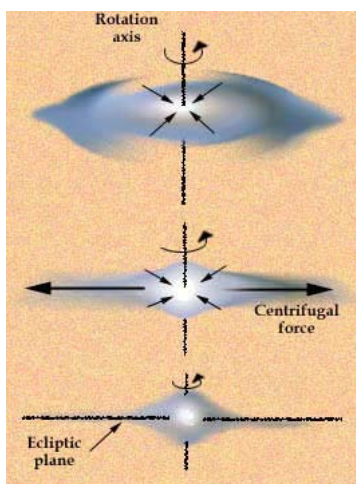


ภาพขยาย Proplyds จากส่วนในใจ กลางกลุ่มก๊าซและฝุ่น ใกล้ๆ กับกลุ่มดาวใหม่ Trapezium ของ เนบิวล่านายพราน (Orion Nebula) ใน กลุ่มดาวนายพราน เพื่อแสดงให้เห็น Proplyds ที่เป็นวงรีเหมือนเม็ดแตงโม

อ่อน ภาพโดย STS กลุ่มดาวนายพราน (Orion Constellation) เป็นส่วนที่น่าสนใจมากที่สุดแห่งหนึ่ง เพราะเป็นที่ที่มีการก่อตัวของดวงดาว อย่างคึกคักที่สุด

แห่งหนึ่งในจักรวาล จึงนับว่าเป็นที่ที่มีการศึกษารูปมามากที่สุด ทั้งโดยกล้องใหม่ ๆ ภาคพื้นดิน และกล้องดูดาวจากอวกาศ การค้นพบใหม่ๆ ในวงจรชีวิตของดวงดาว ก็พบกันมากในที่นี้ โดยเฉพาะใน เนบิวล่านายพราน

กลุ่มฝุ่นและก๊าซใน เนบิวล่า จะหมุนไปรอบๆ ดวงดาว ที่เพิ่งเกิดใหม่ และกำลังหดตัวลงเรื่อยๆ จากแรงดึงดูดของตัวเอง เข้าสู่ใจกลาง การหมุนตัวของกลุ่มก๊าซ ก็จะสร้างความเสถียรให้มวลสาร จนสามารถทรงตัวด้านแรงดึงดูดของดวงดาวได้ ในขณะที่หมุนไปเรื่อยๆ กลุ่มฝุ่นและก๊าซนี้ ก็จับตัวกันแบนลงๆ มวลสารก็ถูกอัดแน่นเป็นก้อนใหญ่ๆ และเย็นตัวลงไปเรื่อยๆ



จากบนไปล่าง แสดงถึงการที่กลุ่มฝุ่นและเมฆหมุนรอบโปรโตสตาร์ ที่การหมุนรอบตัวเอง จะทำให้มวลสารที่มี ผ่นักตัวกันเป็นแผ่นแบนลงๆ ทุกที่ ส่วนที่เหลืออยู่ในแผ่นแบนๆ นี้ ก็จะกลายเป็นดาวเคราะห์บริวาร ของดาวที่เกิดขึ้นได้ในอนาคต เช่นระบบสุริยะของ

เมื่อแรกเกิดเป็นดาว (T-Tauri)

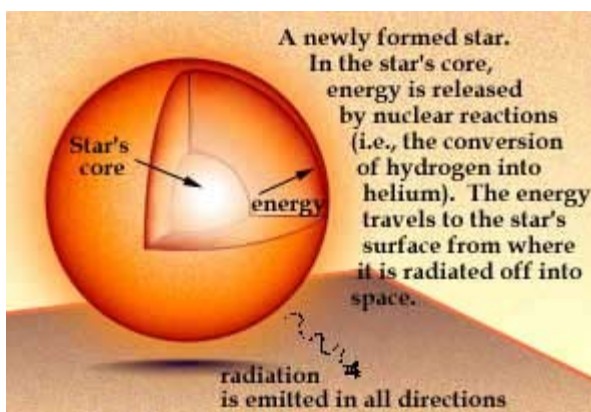
เมื่อแรกเกิดเป็นดาว (T-Tauri)

เมื่อเวลาผ่านไป ในใจกลางของเนบิวลาที่หนาแน่นมาก จากการที่มวลสารของ เนบิวลา ส่วนนอก ถูกดึงดูดเข้ามาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (accretion) จาก แรงดึงดูด ที่เพิ่มไปตามมวลด้วยเช่นกัน จนความร้อนจะหลุดหนีออกไปไหนไม่ได้ การสะสมอุณหภูมิจึงสูงกว่าส่วนนอกๆ เมื่ออุณหภูมิขึ้นสูงถึงหลายพันองศา อิเล็กตรอนในโมเลกุลของก๊าซไฮโดรเจน ก็จะมีพลังงานมาก จนหลุดหายไปจากโมเลกุล ทำให้เหลือแต่โปรตอนเดี่ยวๆ ซึ่งเป็นอนุภาคประจุไฟฟ้าบวก ปกติจะมีแรงผลักกัน ในขณะที่กลุ่มเมฆนี้ ยังหดตัวลงมาเรื่อยๆ ด้วยแรงกดดันอันมหาศาลจากช็อคเวฟ ดังกล่าวมาแล้ว และอุณหภูมิก็ร้อนขึ้นไปเรื่อยๆ จนเมื่อเวลาผ่านไปเป็นล้านปี อุณหภูมิในใจกลางของมัน ขึ้นถึง สิบล้านองศาเซลเซียส ก็ทำให้อนุภาคเคลื่อนตัวด้วยความเร็วสูงมาก มันจึงมีพลังงานสูงพอ ที่จะเอาชนะแรงผลักไฟฟ้า มาเข้าใกล้กันมาก หรือมาชนกันอย่างรวดเร็ว จนแรงผลักยังไม่ทัน ทำให้ได้เข้ามาอยู่ในเขตอิทธิพล ของแรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียส ซึ่งเป็นแรงที่มีกำลังมากที่สุดในจักรวาล คือ Strong Nuclear Force จึงสามารถทำให้โปรตอนสองตัวมารวมกัน แล้วเกิดลูกโซ่ปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อเนื่อง จนในที่สุด ก็ได้ ฮีเลียม ที่เป็นอะตอมที่ใหญ่ขึ้น ก็จะเสียมวลส่วนหนึ่งไปเป็นพลังงาน เป็นไปตามกฎอันลือชื่อของไอน์สไตน์ คือ $E = mc^2$

นี่เป็นการสร้างพลังงาน ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการเผาไหม้ทางเคมีมาก ปฏิกิริยาฟิวชั่นจากไฮโดรเจนเพียง ๑ กิโลกรัม จะให้พลังงานมากกว่าการเผาถ่านหินถึง สองหมื่นตัน เพราะจากวิธีนี้ เราได้พลังงานจาก

พลังงาน = มวลที่หายไป คูณด้วย ความเร็วของแสง คูณด้วย ความเร็วของแสง

ความเร็วของแสงที่มีมากถึง ๓๐๐,๐๐๐ กิโลเมตรต่อวินาที ทำให้เราได้พลังงานอย่างมากมายเช่นนี้

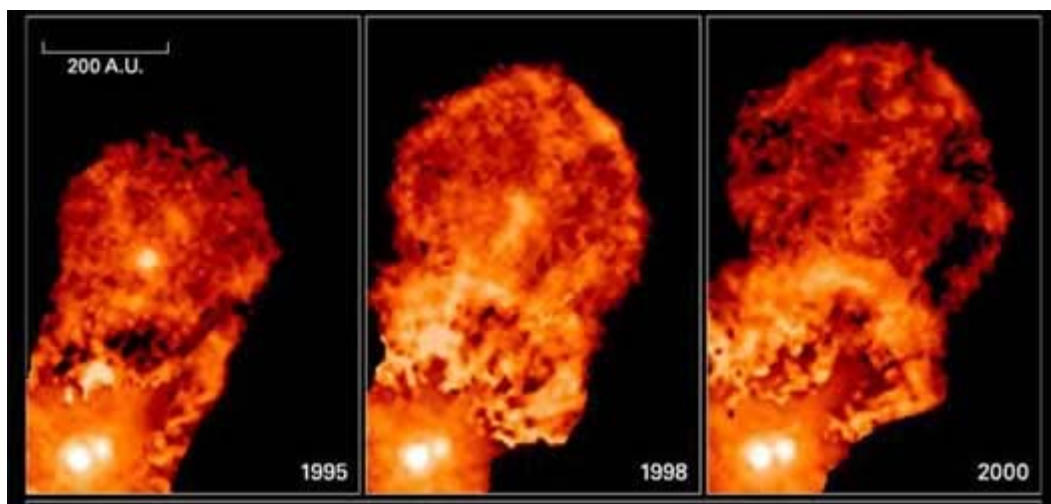


ดาวเพิ่งเกิดใหม่ ในแกนกลางเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เผาไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง ภาพโดย NASA's Observatory

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชั่น เป็นวิธีที่ก่อพลังงานได้อย่างมากมายมหาศาล อย่างที่ไม่วิธีใดมาเปรียบเทียบได้ ประมาณว่า 0.71% ของมวลสารคือก๊าซไฮโดรเจน ที่มีอยู่ภายในแกนกลางของดวงอาทิตย์ของเรา ซึ่งนับแล้ว ก็มีเพียง สิบเปอร์เซ็นต์ ของมวลทั้งหมดของดวงอาทิตย์เท่านั้น จากมวลแค่นี้ ก็พอที่จะเป็นเชื้อเพลิงหล่อเลี้ยงชีวิตให้ดวงอาทิตย์อยู่ได้นานถึง ๑๐ พันล้านปี จากการแปรมวลให้เป็นพลังงาน ด้วยปฏิกิริยานิวเคลียร์นั่นเอง

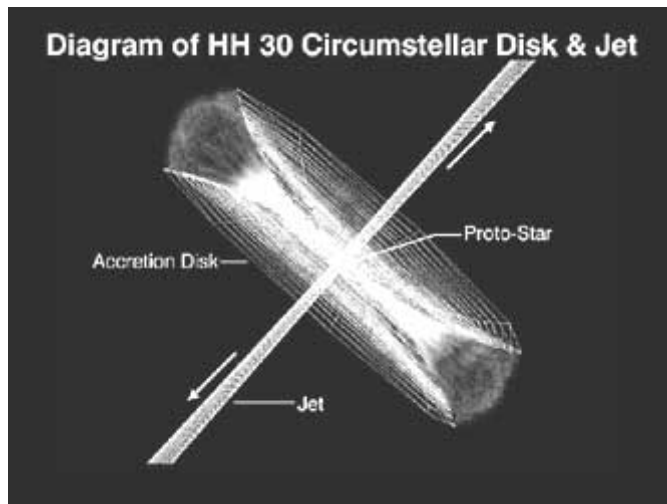
การเริ่มต้นของปฏิกิริยานี้ ต้องอาศัยเงื่อนไขสูงมาก ซึ่งประมาณว่า สำหรับดาวที่มีขนาดพอๆกับดวงอาทิตย์ ต้องใช้เวลารวมเป็นล้านปี (แต่ดาวที่มีมวลมากๆจะใช้เวลาน้อยกว่านั้นมาก และดาวที่มีมวลน้อยๆก็ต้องใช้เวลานานับสิบล้านปี) กว่าที่เนบิวล่านั้นจะมาถึงจุดที่สภาพภายในใจกลางของมัน จะสร้างสภาวะที่จะทำให้ เกิดปฏิกิริยา **ลูกโซ่โปรตรอน-โปรตรอน (Proton-Proton chain) ขึ้นมาได้ แต่ทันทีที่เกิดปฏิกิริยานี้ขึ้นมา ก็นับว่า ดาวดวงใหม่ ได้ถือกำเนิดขึ้นมาแล้ว** ดาวเกิดใหม่นี้ เรียกว่า T-Tauri (อ่านว่า ที-ทอริ) ตามชื่อกลุ่มดาววัว ทอรัส (Taurus) อันเป็นที่ที่มีการค้นพบดาวเพ็งคลอดเซ่นนี้ เป็นแห่งแรก

ดาววัยทารกก็จะมีปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดพลังงานมาก เพราะในช่วงต้นยังมีมวลสารเหลือเฟือ เนื่องจากยังมีการหดตัวเข้ามาของเนบิวล่านั้น จึงมีมวลเข้ามาเพิ่มอีกเรื่อยๆ พลังงานมากมายมหาศาล ที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชั่น ก็ทำให้มีการแผ่รังสีอย่างรุนแรง เกิดเป็นลมพายุที่มีกำลังสูงมาก จนโยนสาดพัดพาฝุ่นควันที่ห่อหุ้มตัวออกไป ในบางครั้ง อาจจะช่วยสลายแม่เหล็กกำลังแรง ที่เกิดขึ้นมาจาก การเคลื่อนที่หมุนตัวของพลาสมาภายใน ทำให้เกิดการแผ่รังสีพวยพุ่งรวมศูนย์ ออกมาจากสองขั้วหัวท้ายดวงดาว อันเป็นส่วนที่สนามแม่เหล็กมีแรงต้านน้อยที่สุด พ่นสาดมวลสารไปไกลเป็นหลายปีแสง ไม่ต่างกันนัก กับมนุษย์วัยเยาว์ ที่ความแปรปรวนทางอารมณ์ยังสูง ออกฤทธิ์เหวี่ยงตัวตอกชกหัวกันอยู่เนืองๆ จนกว่าจะสามารถสงบสติอารมณ์ใจเย็นลงได้ ก็ต้องอาศัยการบรรลุมิติภาวะทางอารมณ์ ซึ่งไม่ใช่เป็นสิ่งที่ผ่านกันได้ง่ายๆนัก

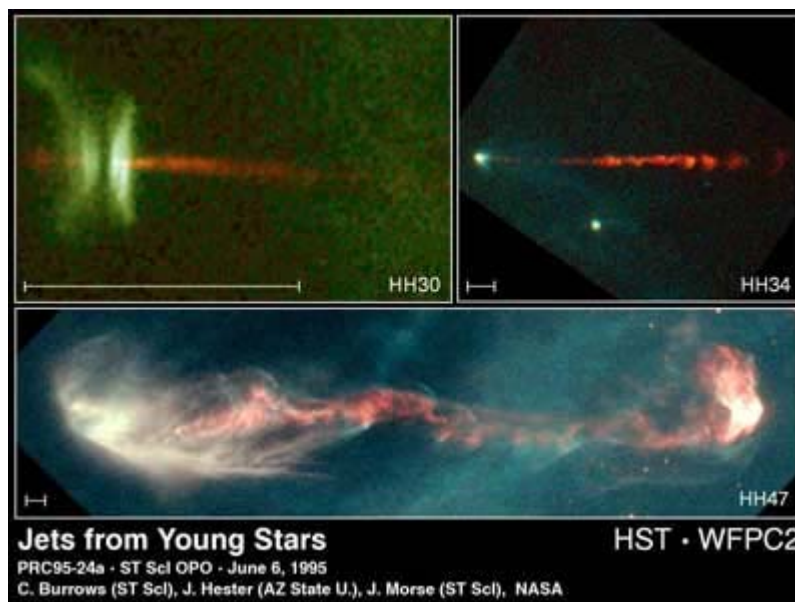


ควันท้องพวยพุ่งจากดาวคู่วัยอ่อนนุฉิ XZ Tauri ด้วยความเร็วถึง 540,000 กม. ต่อ ชั่วโมง เป็นลำเพลิงขนาดยาวถึง 96 พันล้านกิโลเมตร ที่ถ่ายในปี คศ 1995, 1998, และ 2000 ตามลำดับ ปกติแล้ว การเปลี่ยนแปลงของดวงดาว จะไม่สามารถมองเห็นได้ ในเวลาอันสั้นเช่นนี้ แต่สำหรับดาววัยเยาว์ โดยเฉพาะที่มีขนาดใหญ่มาๆแล้ว จะมีความเป็นไปได้ที่เราร้อนรุนแรง เพราะเชื้อเพลิงถูกเผาผลาญ ด้วยอัตราเร็วกว่าดาวขนาดเล็กเป็นอันมาก

ภาพโดย STS

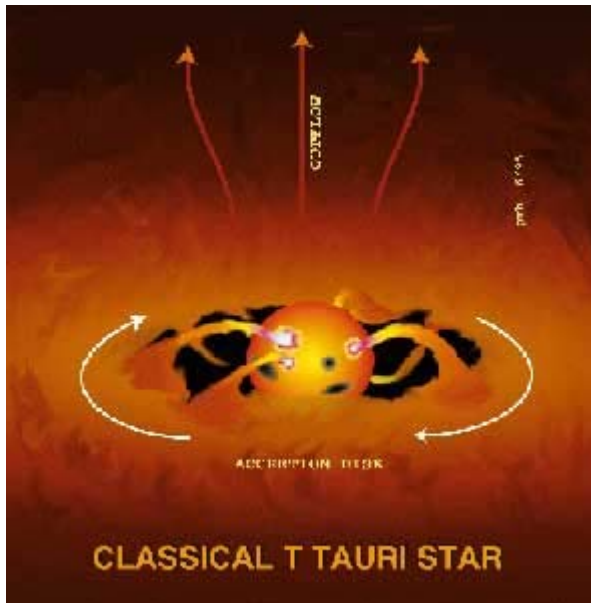


แผนผังแสดงกระแสเจ็ต จากขั้วทั้งสอง
ของดวงดาวที่เกิดใหม่ T-Tauri โดย STS



ในภาพบนซ้ายเป็นภาพโปรโตสตาร์ HH-30 ซึ่งอยู่ห่าง 450 ปีแสงจากกลุ่มดาววัว ทอรัส ที่ปกติเราคงจะมองไม่เห็น แต่บังเอิญมีดาวไม่ไกลนักส่องแสงมาให้กล้องฮับเบิล จับภาพได้ ภาพบนขวาเป็นภาพจากโปรโตสตาร์ HH-34 ที่อยู่ห่างจากโลก 1500 ปีแสง ไม่ไกลจากเนบิวล่ายาวพราวนัก แสดงให้เห็นถึงลำเจ็ตที่ถูก

พ่นออกมาเป็นห่วงๆ เหมือนลูกกระสุนปืน ส่วนภาพล่างสุด แสดงถึงลำกระแสเจ็ต จากโปรโตสตาร์ HH-47 แห่ง Gum Nebula ที่อยู่ห่างจากเรา 1500 ปีแสงเช่นกัน ซึ่งถูกพ่นออกมาด้วยความเร็วสูง เป็นทางยาวถึง 3 ล้าน ล้าน ไมล์ สันนิษฐานว่าลำเจ็ตถูกบิดไป ด้วยแรงดึงดูดจากดวงดาวใกล้เคียง จึงได้มีโครงสร้างสลับซับซ้อนเช่นนี้



เมื่อแรกเกิดเป็นดาว เรียกว่า T-Tauri สภาพภายในดวงดาวยังปั่นป่วนรุนแรง มีสนามแม่เหล็กกำลังมหาศาล จุดดำๆ ที่เห็น ก็คล้าย จุดดับ บนดวงอาทิตย์ แต่ใหญ่กว่ามาก เพราะสภาพภายในยังไม่เสถียร กลุ่มฝุ่นก๊าซจาก เนบิวล่าแม่ ยังล้อมรอบอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งคงยังมีส่วนที่ถูกดูดเข้าไป เพิ่มเติมให้เป็นเชื้อเพลิงของดวงดาวอีก เพราะมันยังอยู่ใต้อิทธิพลแรงดึงดูดเข้าสู่ศูนย์กลางของมวลรวม คือแกนในดวงดาวนั่นเอง แต่ก็มีส่วนที่เริ่มถูกสาดพัดเป่าออกไป โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้ดวงดาว ผลงานการวิจัยศึกษาและภาพโดย ผศ Patrick Hartigan แห่ง Rice

University

เมื่อมวลสารจำนวนมากถูกโยนสาดออกไป มวลที่เหลือน้อยลง ก็ทำให้สนามแม่เหล็กมีกำลังอ่อนตัวลง แรงต้านของสนามแม่เหล็ก ที่คอยบีบมวลที่ถูกสาดให้เป็นลำแคบๆ จึงอ่อนตัวตามลงไปด้วย กระแสเจ็ทนี้ ก็จะค่อยๆ บานออก จนในที่สุด ก็เป็นการแผ่รังสีรูปกรวยกว้างๆ และในท้ายที่สุด ก็แผ่รังสีออกมาจากทุกทิศทุกทาง มวลสารที่ยังหลงเหลืออยู่ใกล้ๆ ได้ ก็เป็นเฉพาะส่วนที่เย็นตัวจับกันเป็นก้อนแข็งแล้ว ซึ่งก็คือ ดาวเคราะห์บริวาร ที่กำลังจะเกิดมาในภายหลังนั่นเอง

เมื่อกลุ่มเมฆเนบิวล่าที่กลายเป็นแผ่นแบนๆ นี้ ค่อยๆ เย็นตัวลง ก็มีกลุ่มก้อน ที่เริ่มจับตัวกันแน่นหนากว่าส่วนอื่น ซึ่งจะแข็งตัวลงเรื่อยๆ กระแสพายุอันรุนแรงมหาศาลจากดาวดวงใหม่ จะเด็ดพล่าน เป่าพ่นมวลสารอันเป็นฝุ่นและก๊าซ ของ เนบิวล่าแม่ ออกไปทุกทิศทุกทาง ที่คงเหลืออยู่รอดอยู่ได้ ก็มีแต่พวกก้อนที่มีมวลมากๆ และที่แข็งตัวลงไปแล้วเท่านั้น ก้อนมวลสารเหล่านี้ ก็จะกลายเป็นดาวเคราะห์ใหญ่ๆ โคจรรอบๆ ดาวดวงใหม่ ดังเช่นระบบสุริยะจักรวาลของเรา

มวลสารจาก เนบิวล่าแม่ ที่ถูกไหม้พัด โยนสาดออกไป ก็ไม่ได้หายไปไหน เพียงถูกกวาดออก จากส่วนใกล้ๆ ใจกลางรัศมี ของพายุแรกก่อตัวนี้เท่านั้น แรกๆ ที่ยังไม่ได้ถูกพัดไปไกลนักก็จะกลายเป็น กลุ่มเนบิวล่าสะท้อนแสง ที่มีแสงสีฟ้า ดังที่ได้กล่าวมาในตอนแรก อยู่รอบๆ ดวงดาว เราจึงบอกได้ว่า ดาวยังมีอายุเยาว์วัย หากมี เมฆสีฟ้าห้อมล้อมรอบอยู่ใกล้ๆ



กลุ่มดาวลูกไก่ (อันมีหลายชื่อหลายตำนาน เช่น ตามความเชื่อของอังกฤษและเยอรมันโบราณ รวมทั้งของไทย ก็ว่าเป็นลูกไก่เจ็ดตัว ตำนานกรีกก็เรียกว่า Pleiades (ไพล-อา-ดีส) หรือ เจ็ดสาวพี่น้อง หรือที่เรียกว่า ซุปารุ ในตำนานญี่ปุ่น) เป็นกลุ่มดาวในวัยเยาว์ อยู่ในกลุ่มดาววัว (Taurus) ประมาณว่าอายุ 100 ล้านปี (G. Meynet, J.-C. Mermilliod, and A. Maeder in

Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 98, 477-504, 1993) ซึ่งอยู่ห่างจากโลกประมาณ 380 ปีแสง โดยการวิเคราะห์จากเนบิวลาสะท้อนแสงที่อยู่ใกล้เคียง ภาพโดย David Malin แห่ง AAO/ROE

เมื่อดาวที่-ทอริพัดสาดมวลสารจากเนบิวลาแม่ออกไปเรื่อยๆ เนบิวลาก็กว้างเป่าให้ไกลออกไปมากขึ้นๆ จนเราสามารถเห็นดวงดาวได้อย่างชัดเจน แต่มวลสารดั้งเดิมจาก เนบิวลาแม่ นี้ ยังวนเวียนอยู่รอบนอกๆ ห่างจากดาวฤกษ์อยู่ ดังเช่น กลุ่มเมฆออร์ต (Oort Clouds) ซึ่งอยู่นอกวงโคจรของดาวพลูโตออกไปมากๆ ก็สันนิษฐานว่า มาจากเนบิวลาแม่ของระบบสุริยะของเรา ที่ถูกกวาดพัดปัดเป่าออกไป โดยดวงอาทิตย์ในวัยทารก ดาวหางต่างๆ ก็สันนิษฐานว่ามีที่มาจากเมฆออร์ตนี้ โดยสันนิษฐานว่า ในเมฆออร์ตนั้น ประกอบด้วยเศษหินใหญ่น้อย ที่เกาะตัวด้วยน้ำแข็งและก๊าซแข็ง รวมทั้งฝุ่นธุลีและก๊าซจากเนบิวลาแม่ของเรา โคจรเป็นวงกว้างมากๆ อยู่ห่างจากใจกลางระบบสุริยะ นานๆ ครั้ง ดาวหางบางดวงซึ่งถูกอิทธิพลบางอย่าง ทำให้วงโคจรกลายเป็นวงรีมากๆ จะเข้ามาใกล้ดวงอาทิตย์ให้เราเห็นได้

นักวิทยาศาสตร์ จึงสนใจที่จะไปเก็บ ละอองดาวหาง มาศึกษา เช่น โครงการสตาร์ดัสต์ โดยเฉพาะจากดาวหางที่ไม่ได้เข้ามาใกล้ดวงอาทิตย์บ่อยนัก เพราะมันยังมีส่วนประกอบของ เนบิวลาแม่ ของเรา ตกค้างหลงเหลือ ไม่ได้กลายเป็นสารอื่น ด้วยแรงพลังจากดวงอาทิตย์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ต้องการศึกษาว่า เนบิวลาประกอบด้วยอะไร ก่อนที่จะเกิดมาเป็นระบบสุริยะของเรา เพราะมันจะช่วยให้ไขปัญหาได้ว่า เราเกิดมาจากอะไร เพราะมวลสารบนโลก และดาวเคราะห์ทั้งหลายนั้น ก็เปลี่ยนแปลงไปด้วยความร้อน และการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ มาตลอดนับเป็นเวลาพันๆ ล้านปี จนไม่มีอะไรจากของเดิมหลงเหลือทิ้งซากไว้ ให้เราได้ศึกษา ส่วนประกอบในยุคแรกสุด ของระบบสุริยะของเราได้

อะไรทำให้เกิดเป็นดาว (ตอน 4)

อะไรทำให้เกิดเป็นดาว

สิ่งที่นักดาราศาสตร์ยังสรุปไม่ได้ก็คือ อะไรไปจุดชนวนทำให้เกิดการฟักตัวของดวงดาวขึ้นมา แม้จะมีข้อมูลมากมายที่ช่วยอธิบายว่า กระบวนการ วิวัฒนาการของดวงดาวหลังจากเกิดขึ้นมาแล้วนั้นเป็นอย่างไร แต่เราก็กังไม่เข้าใจถึงกระบวนการที่ทำให้ เนบิวลา กลายเป็นดาวได้นั่น เพราะในกระบวนการกำเนิดดวงดาวนั้น เรา มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ กระบวนการก่อกำเนิดดวงดาว ไม่ได้ส่งพลังงานในคลื่นแสง ที่เรามองเห็นได้ออกมา ด้วยเหตุนี้ กล้องดูดาวในคลื่นแสงอื่นๆ นอกเหนือจากคลื่นแสงที่ตาของเราสามารถ มองเห็นได้ จึงมีความสำคัญอย่างมาก ต่อความเข้าใจความเป็นไปในการก่อตัวของดวงดาว

เราเพิ่งจะมีเทคโนโลยีพื้นฐาน มากพอที่จะสร้างกล้องและอุปกรณ์บันทึกพลังงานของดวงดาว ในรังสีต่างๆ ที่ตาของเราไม่เห็น ได้ในระยะเวลาไม่กี่สิบปีที่ผ่านมาเอง จึงไม่น่าแปลกเลยว่า ความรู้เกี่ยวกับดวงดาว ของเรานั้น จะมีมากก็เฉพาะในส่วนที่หลังจากดวงดาวเกิดขึ้นมาแล้ว และเข้าสู่สภาพที่มีความเสถียรภายใน ที่ เรียกว่าเป็น Main Sequence Star คือดาวที่เข้าสู่วิวัฒนาการของชีวิตแล้ว มันจึงมีพลังงานมากพอมาเปล่งแสง ข้าม ห้วงอวกาศอันแสนไกลมาให้เราเห็นได้ แต่ช่วงชีวิตก่อนหน้านี้ เราต้องการข้อมูลอีกเป็นจำนวนมากจากรังสี อื่นๆ เพื่อให้เข้าใจถึงการเกิดและการแตกสลายของดวงดาว

นักดาราศาสตร์ตั้งสมมติฐานไว้ว่าลำพังตัว เนบิวลา เองนั้น เมื่อหดตัวเข้ามาจนมีความร้อน แล้วความร้อนไป ทำให้ก๊าซเกิดแรงดันจากภายใน ดันกันไปอัดกันมา จนในที่สุดมันก็จะถึงจุดสมดุลระหว่างแรงดันจากภายใน และแรงอัดจากการหดตัว ก็จะไม่หดตัวต่อไป เมื่อมันหยุดหดตัวแล้ว อุณหภูมิก็จะเพิ่มขึ้นไม่ได้ เมื่อความร้อนไม่ พอ ก็ไม่สามารถก่อปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่ทำให้ตัวเองกลายเป็นดาวได้ เพราะแหล่งพลังงานของดวงดาว มา จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชั่น ที่ต้องอาศัยแรงกดดันมหาศาล และอุณหภูมิร้อนแรงประมาณ สิบล้านองศาขึ้นไป มาทำให้อนุภาคมารวมตัวก่อเกิดเป็นการหลอมรวมธาตุใหม่ได้ (Nucleosynthesis ซึ่งจะกล่าวถึงอย่างละเอียด ต่อไปข้างหน้า) ความน่าจะเป็นไปได้มากที่สุด ที่จะส่งผลให้กลุ่ม เนบิวลา ด้านแรงดันจากภายใน แล้วอัดตัวยุบ ยวบลงไปได้อีกนั้น คงจะต้องมีแหล่งพลังงานจากภายนอกมากระทำ

เป็นที่เห็นพ้องกันในหมู่นักดาราศาสตร์ส่วนมากแล้วว่า แรงที่จะมากระทำเป็นผลให้ เนบิวลา บีบตัวลงไปอีก นั้น มาจาก **ช็อคเวฟ (Shockwave)** ที่มีค่าแรงกดดันสูงกว่าบรรยากาศรอบข้างในเวลาอันรวดเร็ว ช็อคเวฟ ก็คือ แรงดันที่สูงมากๆ ที่เคลื่อนตัวออกไปเหมือนคลื่นอัดกำลังสูง ที่มีแรงกดดันต่างจากอวกาศที่ไม่มีแรงดันมากนัก เราได้สัมผัส ช็อคเวฟ บนโลก เช่น คลื่นเสียงดังมากๆ จากฟ้าผ่า หรือ จากเครื่องบินเหนือเสียง แต่ ช็อคเวฟ เหล่านี้ มีกำลังน้อยกว่าอย่างเทียบกันไม่ได้กับ ช็อคเวฟ ในอวกาศเลย เมื่อมีการระเบิดด้วยกำลังอันมหาศาล อย่างฉับพลัน ในอวกาศที่แทบจะไม่มีอะไรมาต้าน แรงระเบิดก็กระจายตัวออกในทุกทิศทุกทางอย่างเท่าเทียม กัน ช็อคเวฟที่แผ่ออกจากจุดกำเนิด จึงแผ่ออกไปทุกด้าน เป็นผิวพองของอะไรกลมๆ ที่เหมือนพองขนาดยักษ์ ของกำลังอัดมหาศาล

จากการทดลอง เพื่อศึกษาอนุภาคนิวเคลียสของระเบิดอะตอมมิก ในที่มีตึกขวางอยู่ พบว่า ระเบิด อะตอมมิก ก็ส่งช็อคเวฟออกไปด้วยกำลังอันมหาศาลเช่นเดียวกัน (แต่ถ้าจะเปรียบเทียบจริงๆ แล้ว ช็อคเวฟใน

จักรวาลนั้น มีกำลังสูงกว่าระเบิดที่เราทำได้เองเป็นอย่างมาก) ช็อคเวฟจากระเบิดก็จะโอบตัวเข้าหาตึกที่ขวางหน้า แล้วบีบด้วยแรงอัดดันจากภายนอก ตึกที่ถูกบีบตัวเข้าไปนั้น ก็จะแตกระเบิดออกด้วยแรงดันจากภายใน เหมือนกับลูกโป่งที่ถูกเราบีบจนแตกดังโพละ เพราะผิวลูกโป่งทนแรงดันจากภายในนั้นไม่ได้

เมื่อ ช็อคเวฟ ไปปะทะอะไรที่ขวางหน้า เช่น ก้อนเนบิวลา ก็จะโอบอุ้มหุ้มวัตถุนั้นด้วยแรงอัดมหาศาล เหมือนกับเราปาลูกโป่งบรรจุน้ำไปกระทบก้อนหินที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ ถ้ามีแรงปาได้แรงๆเร็วๆ ก้อนหินนั้นก็ จะจมลงไปในเนื้อลูกโป่ง จนเกิดแรงอัดโอบรอบก้อนหินนั้น แต่เนบิวลาไม่ใช่ของแข็งอย่างก้อนหิน มันเป็นเพียงกลุ่มฝุ่นและก๊าซเท่านั้น จึงไม่สามารถคงรูปร่างเดิมได้ เมื่อถูกบีบจากทุกทิศทุกทาง มันก็อัดตัวกันมากเข้าทุกที จนเกิดปฏิกิริยาภายในได้เอง

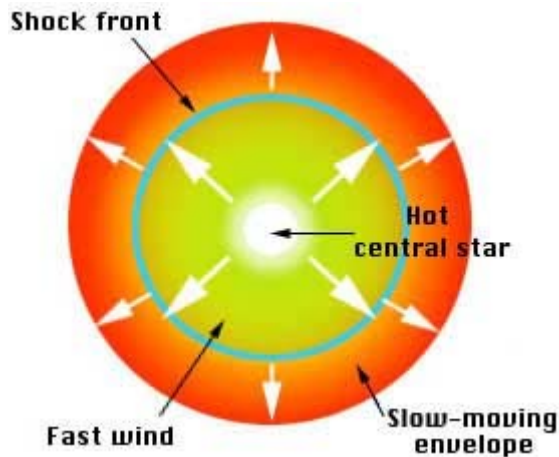
โอกาสที่ เนบิวลา จะถูกบีบรัดด้วย ช็อคเวฟ นั้น มีมากหาก เนบิวลา นั้น อยู่ในส่วนปลายแขนของ กาแล็กซี่แบบควงสว่าน (spiral arm galaxy) กาแล็กซี่ เช่นนี้ มีการหมุนตัวจนทำให้มวลสารถูกเหวี่ยง และบีบตัวให้เปลี่ยนแปลงสภาพอยู่ตลอดเวลา ที่มีแรงอัดจากแรงหมุน จนทำให้มวลสารของ เนบิวลา ถูกอัดตัวกันเข้ามาจนเพิ่มความหนาแน่นขึ้นนับหมื่นเท่า



กาแล็กซี่แบบควงสว่าน (Spiral arm galaxy) NGC 2997 ใน กาแล็กซี่ Antlia อันเป็นกาแล็กซี่ที่เห็นได้ในซีกโลกภาคใต้เท่านั้น ดาวขนาดใหญ่หลายๆที่อายุน้อย สังเกตได้จากที่ส่องแสงสะท้อนจากเนบิวลาเป็นสีฟ้า จะอยู่ในส่วนปลายแขนที่หมุนอยู่รอบนอก และจะเห็น เนบิวลา สีแดง อันเป็นอุกกาเนตดาว เช่นเดียวกับที่เห็นใน เนบิวลา

นายพราน ของเรา ดาวที่มีอายุมากกว่าเป็นสีเหลืองและสีส้ม จะรวมศูนย์อยู่ในใจกลางของกาแล็กซี่ ภาพโดย Anglo-Australian Observatory

ข้อสันนิษฐานอีกข้อหนึ่ง ซึ่งเป็นข้อสันนิษฐานที่นักดาราศาสตร์เชื่อว่า มีความเป็นไปได้มากที่สุด ในการกำเนิดของดวงอาทิตย์ของเรา ก็คือ ดวงดาวขนาดมหึมาถึงกาลแตกดับ ก็ระเบิดตัวเองอย่างรุนแรง ที่เรียกว่า **ซูเปอร์โนวา (Supernova)** ซึ่งเกิดพลังงานมหาศาลเอนฟองก๊าซที่มีอุณหภูมิถึงสิบล้านองศา แรงระเบิดนี้ส่งแรงอัดมหาศาลในรูปของ **ช็อคเวฟ (Shockwave)** มาปกคลุม กลุ่มเนบิวลาที่หนาแน่นกว่าปกติอยู่แล้ว เนบิวลา พวกนี้เรียกว่า Giant Molecular Clouds(GMC) คือประกอบด้วยโมเลกุลของก๊าซไฮโดรเจน แทนที่จะเป็นอะตอมเฉยๆ และมีความหนาแน่นนับพันนับหมื่นเท่าของเนบิวลาปกติโดยทั่วไป ใน กาแล็กซี่ทางช้างเผือก ของเรานี้ มี กลุ่มเมฆยักษ์ อยู่ถึงห้าพันกว่ากลุ่ม เมื่อ ช็อคเวฟ จาก ซูเปอร์โนวา ที่มากระแทกห่อหุ้มกลุ่มเมฆหนาที่พวกนี้ ก็จะบีบคั้นกระตุ้นกระแทกให้มันยุบยวบตัวลง



ฝั่งของการระเบิด ซูเปอร์โนวา ทำให้เกิดฟอง ช็อค
เวฟ(วงกลมสีฟ้าในภาพ) เคลื่อนตัวออกไปอย่าง
รวดเร็ว และกวาดดันเอามวลสารที่มีอยู่ก่อนออกไป
ด้วย (ขอบสีแดงและส้ม) โดย NASA's
Observatorium

นักดาราศาสตร์ตั้งข้อสมมติฐานที่ยังต้องค้นคว้าสืบทอดกันอีกมากกว่า แรงระเบิดจากดวงดาว
ใกล้เคียงขนาดมหึมา ส่งช็อคเวฟออกไปด้วยแรงอัดมหาศาล ไปกระแทกกระตุ้นกลุ่มมวลสารข้างเคียงให้ยุบยวบ
ตัวลง ก่อเกิดเป็นลูกโซ่ปฏิกิริยาต่อเนื่อง ที่จะนำไปสู่การกำเนิดของดวงดาว เพราะพลังงานจาก ซูเปอร์โนวานั้น
เทียบได้กับการรวมเอาพลังงานจาก ดวงอาทิตย์หนึ่งร้อยดวง ที่เผาผลาญตลอดชั่วชีวิตในเวลา หนึ่งหมื่นล้านปี
แต่พลังงานอันสุดคณานับนี้ จะถูกปลดปล่อยออกมาพร้อมกันหมดในช่วงพริบตาเดียว จึงสามารถมีกำลังไปบีบรัด
กลุ่มเนบิวลาใกล้เคียง จนก่อให้เกิดปฏิกิริยามาเป็นดาวได้ เหมือนดังความเชื่อของคนโบราณที่ว่า ดาวดับจาก
สรวงสวรรค์ มาเกิดใหม่ในครรภ์มารดา เพียงแต่ว่า ความตายของดาวดวงเก่า ไปโปรยหว่านเชื้อชีวิตให้ดาวดวง
ใหม่ถือกำเนิดขึ้นมา แล้วดาวก็ตายไปเกิดเป็นดาวอีกนั่นเอง



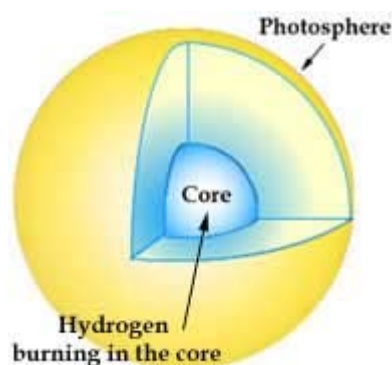
"ไข่มุกอินทรี" ภาพแรกจากกล้องฮับเบิลที่แสดง ดวงดาวกำลังคลอด จากกลุ่มเมฆฝุ่น ที่ก่อดันอัดตัวกันอย่าง
หนาแน่น เรียกว่า Evaporating Gaseous Globules(EGGs) กล้องฮับเบิลถ่ายภาพนี้จากกลุ่มดาวงู (serpens)
ซึ่งอยู่ห่างจากเรา 7000 ปีแสง ในส่วนที่เรียกว่า เนบิวลาอินทรี (Eagle Nebula โดยมีชื่อเป็นทางการว่า M16)

เฉพาะเมฆกลุ่มก้อนนี้ใน เนบิวลาอินทรี มีชื่อเรียกว่า กลุ่มวงช้าง ภายในก้อนเมฆตั้งต้นเหมือนเป็นต้นเสา คือ ก้อนเนบิวลา ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของไฮโดรเจน ซึ่งมีความหนาแน่นมากพอ ที่จะทำให้มันยุบยวบตัวลง กำเนิดเป็นดวงดาวดวงใหม่ พลังงานจากการยุบยวบตัว ก่อให้เกิดพายุรังสีอัลตราไวโอเล็ต พลุ่พลุ่พ่นก๊าซ ออกจากตัวเป็นสายบางๆ เหมือนแพรพริ้วเป็นทางไปตามแรงพายุ เป่าพัดพัดกลุ่มเมฆเนบิวลา ให้กระจัด กระจายไปในอวกาศ ซึ่งในที่สุด ก็จะไม่เหลือมวลสารจากเนบิวลา ให้มีดาวเกิดใหม่ได้อีก ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Photoevaporating แล้วดวงดาวใหม่ๆ ก็จะถือกำเนิดจาก EGGs หรือ ไข่พญาอินทรีนี้ นี่เป็นครั้งแรกที่เรามี โอกาสได้เห็นภาพ "ดวงดาวในท้อง" ที่กำลังจะคลอด จึงเป็นที่ฮือฮากันมาก เมื่อกล้องฮับเบิลถ่ายภาพนี้ ในปี คศ 1995 ภาพโดย STS

ดวงดาวในวิถीलหลักของชีวิต (Main Sequence Star)

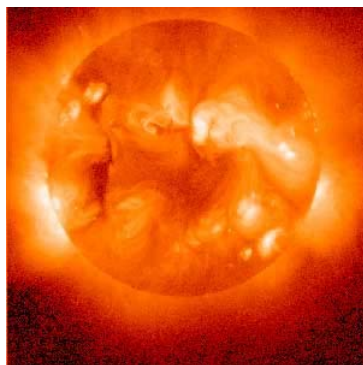
ดวงดาวในวิถीलหลักของชีวิต (Main Sequence Star)

ในระยะแรกของชีวิต ดาวที่ทอริที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีมวลสารจำนวนมากจากการยุบตัวลงตัว จึงมีอุณหภูมิ สูง หลังจากที่เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์แล้ว พลังงานภายใน จะก่อแรงดันขึ้นมาต้านการหดตัวที่ละน้อย ทำให้ กระจายความร้อนออกไปได้ดีขึ้น อุณหภูมิและความสว่าง จึงมักจะลดลงมาต่ำกว่าตอนแรกเกิดเล็กน้อย ความ ร้อนจากปฏิกิริยาในแกนกลาง ก็ค่อยๆ ถูกหมุนวนพาขึ้นมาสู่ส่วนผิว แล้วแผ่รังสีออกสู่อวกาศ มาเป็นแสงที่เรา เห็นเป็นดวงดาว



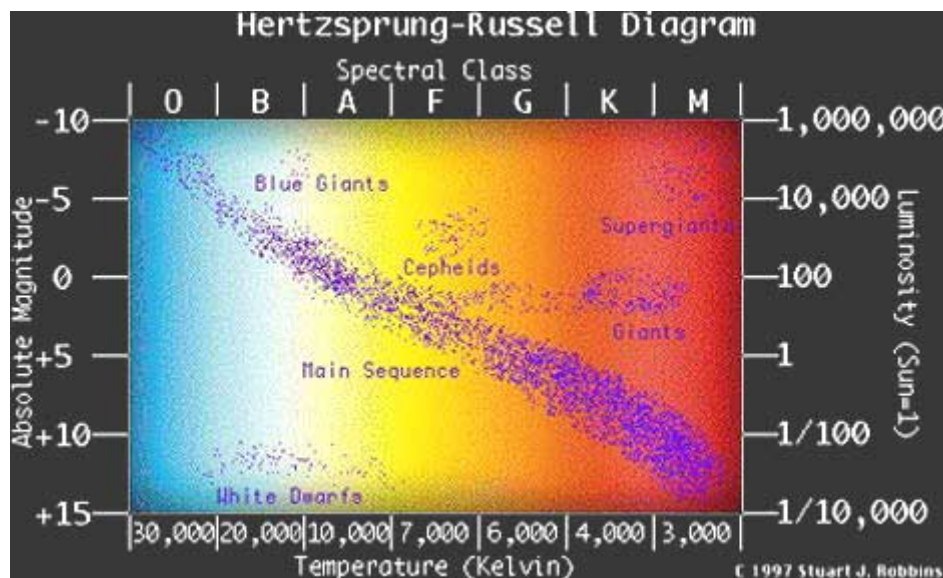
ภาพตัดแสดงส่วนที่เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ เผาผลาญไฮโดรเจนเป็น พลังงาน ในแกนกลางของดวงดาว ส่วนผิวของดวงดาวคือ photosphere ภาพโดย NASA

ดวงดาวส่วนใหญ่ จะใช้เวลาประมาณ 90 % ของอายุขัยของมันอยู่ในช่วงนี้ โดยได้พลังงานจากการ เผาผลาญไฮโดรเจนให้เป็นฮีเลียม ดวงอาทิตย์ก็กำลังใช้ชีวิตในช่วงนี้อยู่ นับเป็นช่วงชีวิตที่ค่อนข้างสงบและ เสถียรหลังจากความร้อนเ่วุ่นแรงในวัยเยาว์



ดวงอาทิตย์ ถ่ายโดยกล้องรังสีเอ็กซ์บนยาน YOHKOH ของ ญี่ปุ่น เมื่อ วันที่ 23 ตุลาคม 2543

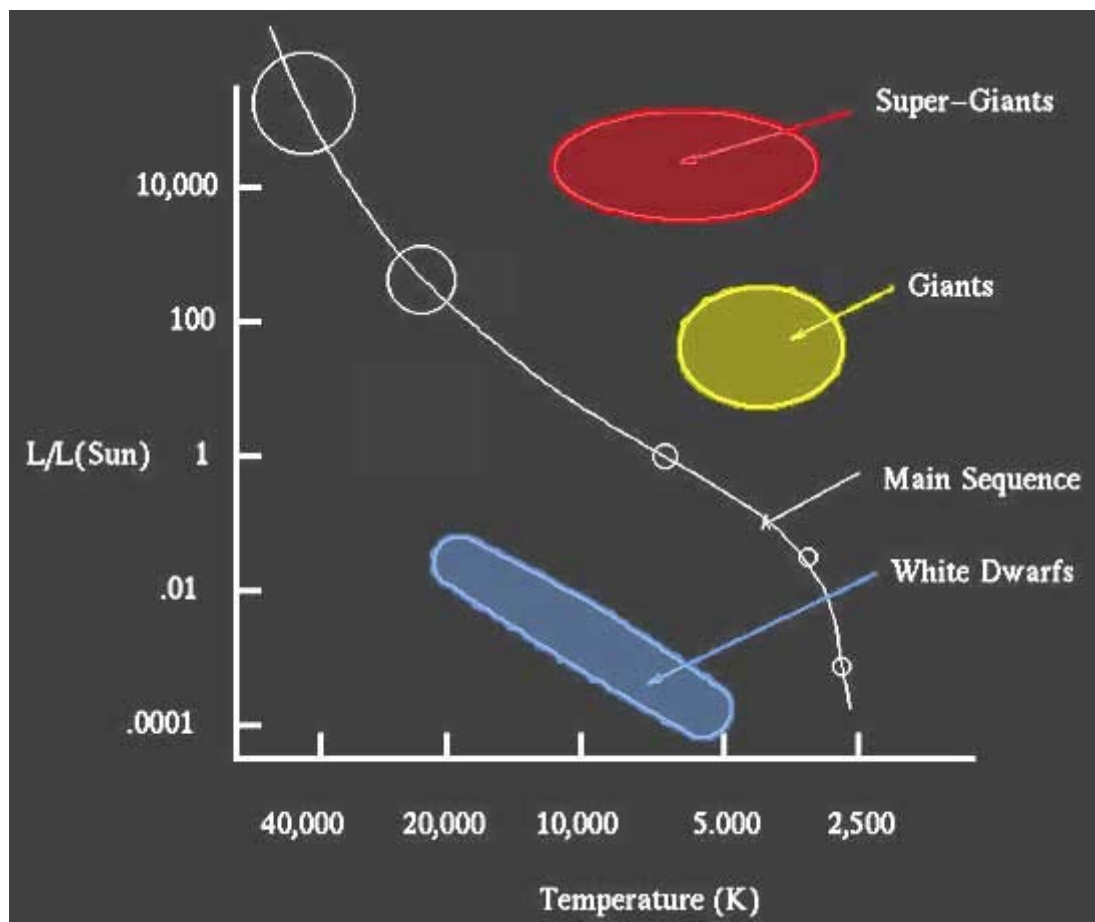
ข้อมูลของดวงดาวที่บันทึกมานั้น มีจำนวนมากมายมหาศาล โดยเฉพาะยิ่งเมื่อมีการถ่ายภาพ และมีความเข้าใจมากขึ้น เกี่ยวกับฟิสิกส์ของอะตอม ก็มีการวิเคราะห์ความถี่ของคลื่นแสงดาวกันมาก นักดาราศาสตร์สมัยแรกๆ ต้องดูข้อมูลมากมายเหล่านี้จนตาลาย จนเมื่อต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 ในปี ค.ศ. 1911 นักดาราศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ชื่อ Ejnar Hertzsprung ได้มีความคิดที่จะเอาข้อมูลของดวงดาวทั้งหมด มาพล็อตลงบนกราฟ โดยคิดว่า น่าจะมีความสัมพันธ์ระหว่าง ความสูงสว่างของดวงดาว กับ สี ของมัน เพราะนักดาราศาสตร์รุ่นก่อนๆบันทึกไว้ว่าดาวมีสีอะไร การการวิเคราะห์ความถี่ของแสงดาว และก็มีนักดาราศาสตร์ชาวอเมริกัน Henry Norris Russell คิดอย่างเดียวกันขึ้นมา และต่างคนต่างก็ทำตารางนี้ขึ้นมา ได้ผลออกมาในเวลาใกล้เคียงกัน จึงเรียกผังนี้ว่า Hertzsprung-Russell Diagram (เฮิร์ตสปริง-รัสเซลล์ ไดอะแกรม) หรือ เรียกสั้นๆว่า H-R Diagram เพื่อเป็นเกียรติแก่ทั้งสองท่าน



ผัง H-R แต่ละจุดในภาพ คือตัวแทนของดวงดาว ที่แต่แรกตามแกนนอนจะเป็นค่าสีของดาว แกนยืนจะเป็นค่าความสูงสว่าง เมื่อเอาค่าทั้งสองของดวงดาวมาทาบลงบนกราฟ ลงตรงไหน ก็ให้จุดนั้นเป็นตัวแทนดาวหนึ่งดวง สีที่นั่นคือสีของดาวที่เราสังเกตมา ทำไปเรื่อยๆตามข้อมูลของดวงดาวจากแค็ตตาล็อกที่สะสมกันมา ผลที่ได้ก็คือ ดาวมาระจุกรวมตัวกันดังในภาพ ไม่ได้กระจัดกระจายไปสะเปะสะปะแต่อย่างใด ภาพโดย ThinkQuest

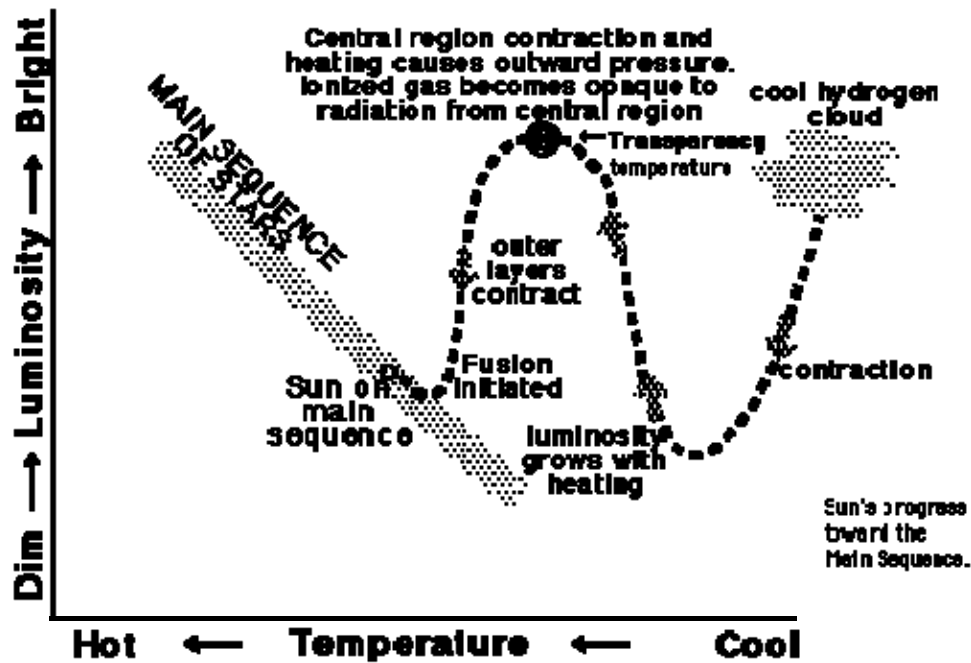
ผลจากการเอาดาวมาพล็อตที่ละจุดๆบนกราฟ H-R Diagram แทนที่ดาวจะอยู่กระจัดกระจายกันไป ก็กลับมารวมเป็นกระจุกติดต่อกันเป็นทางยาว แล้วมีที่กระจัดกระจายออกไปเป็นกระจุกย่อยอีก ก็ทำให้นักดาราศาสตร์ประจักษ์เป็นครั้งแรกว่า มีความสัมพันธ์ระหว่าง มวล และความสูงสว่างของดาว คือ มวลมากก็สว่างมาก (อยู่ด้านบนของกราฟ) มวลน้อย ก็สว่างน้อย (อยู่ด้านล่างของกราฟ) และดาวก็มารวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ๆ คือที่เห็นเป็นปื้นพาดกลาง ซึ่งมีดาวอยู่ประมาณ 90% ของดาวที่เอามาพล็อตทั้งหมด จึงเรียกดาวกลุ่มนี้ว่า Main Sequence หรือ วิถีหลักแห่งดวงดาว อันเป็นที่ทราบกันในภายหลังว่า เป็นช่วงที่เสถียรที่สุด และยาวนานที่สุดในชีวิตของดวงดาว ส่วนกลุ่มอื่นๆ อันมี ดวาร์ฟ และดาวยักษ์แดง กับดาวแคระขาว ก็คือดาววัยชราที่กำลังจะ

แต่กลับทั้งนั้น ที่เราไม่เห็นมีดาวที่มีอายุน้อยๆ ในพล็อตนี้ ก็บอกให้ทราบได้ว่า ดวงดาวใช้เวลาในช่วงที่เพิ่งเกิดไม่นานนัก จึงไม่ค่อยมีให้เห็น



ผลสรุปจาก H-R Diagram ภาพโดย คณะฟิสิกส์ ม. ไชยภูมิ

หากเราติดตามวัฏจักรของดาวดวงหนึ่ง เช่น ดวงอาทิตย์ของเรา ไปตามผังชีวิต H-R Diagram นี้ ก็จะได้ภาพว่า ไปวิวัฒนาการอยู่นอกวิถีหลัก จนกระทั่งเมื่อเกิดเป็นดาว ก็จะกระโดดเข้ามาอยู่บนแนววิถีนี้ และเมื่อใดที่จะถึงการแตกดับ ก็จะหักเหออกไปจากวิถีหลักนี้เช่นกัน ผังชีวิตนี้ จึงมีประโยชน์มากในการที่จะเข้าใจถึงวัฏจักรของดวงดาว



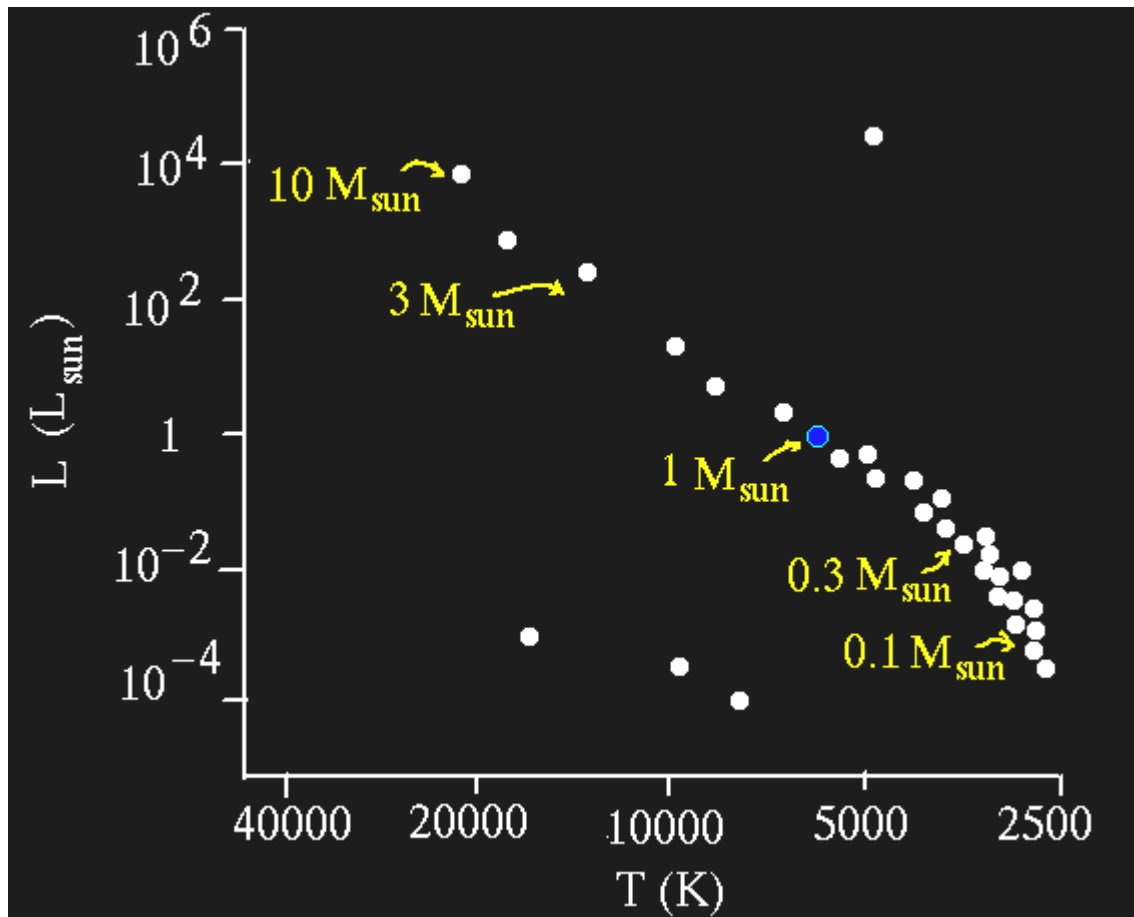
เมื่อเราติดตามการก่อกำเนิดของดาวที่มีมวลเท่าดวงอาทิตย์ ตั้งแต่เป็นเมฆเย็นๆที่ประกอบไปด้วยก๊าซไฮโดรเจน แล้วหดตัวจนมีความร้อน และเริ่มเปล่งแสงออกมา เมื่อใจกลางร้อนมากเข้าก็เกิดแรงดันออกให้คงตัว จนเมื่อมีแรงมาอัดให้หดตัวเข้าอีก จึงสามารถสังสมอุณหภูมิได้เพียงพอ ที่จะจุดประกายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ให้พัฒนาไปเกิดเป็นดาว ก็จะทำให้เราเข้าใจถึงประวัติความเป็นมา ของดวงอาทิตย์ของเราเช่นกัน วิถีการของดาวใหญ่น้อยทั้งหลาย ก็จะเคลื่อนตัวเข้าสู่ วิถีหลัก Main Sequence นี้ในทำนองคล้ายๆกัน ที่มีมวลน้อยก็อยู่ส่วนล่าง ที่มีมวลมากก็จะอยู่ส่วนบนของแกน ภาพโดย คณะฟิสิกส์ ม. โอเรกอน

เมื่อเอามารวบรวมเข้าด้วยกันเพื่อศึกษาแนวโน้มใหญ่ๆ โดยการวิเคราะห์จากผังชีวิตของดวงดาวนี้ นักดาราศาสตร์จึงได้คิดค้นหาข้อมูลอื่นๆของดวงดาว จากความสัมพันธ์ของแสงสีที่เราวัดได้ กับลักษณะทางกายภาพอื่นๆดังเช่น

ความส่องสว่าง (Luminosity) = อัตราแผ่รังสีออกจากพื้นผิว 1 ตารางเมตร ภายใน 1 วินาที X พื้นที่ผิวดาวทั้งหมด

สูตรพื้นที่ของผิวดาวนั้นคือ $4\pi R^2$ ดังนั้น เราจึงยังสามารถหารัศมี หรือ ขนาด ของดวงดาว ได้จากค่าความส่องสว่างนี้อีกด้วย

หากดวงดาวสองดวงมีอุณหภูมิพื้นผิวเท่ากัน และรังสีที่เปล่งออกมาต่อหน่วยเท่ากันแล้ว หากมีขนาดไม่เท่ากัน ดาวดวงใหญ่กว่า ก็จะมี ความส่องสว่าง มากกว่าดาวดวงเล็ก และก็เช่นเดียวกัน ดาวที่มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่า คือดาวที่ร้อนกว่า จะมีความส่องสว่างมากกว่าดาวที่เย็นกว่า หากดาวทั้งสองมีขนาดเท่ากัน



L คือ Luminosity T คือ อุณหภูมิองศาเคลวิน(K) จะเห็นว่าดาวที่มีมวลมากๆ เช่น 10 เท่าของดวงอาทิตย์($10 M_{\text{sun}}$) ก็จะมีอุณหภูมิสูงตามไปด้วย (ประมาณ 20,000 K) ในขณะที่ดวงอาทิตย์ (มวล $1 M_{\text{sun}}$) จะมีอุณหภูมิ 6000K ภาพโดย Davison E. Soper, U. Oregon

ต่อมาในภายหลัง จึงทราบว่า สี ของดวงดาวนั้น ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิพื้นผิวของดวงดาว และอุณหภูมิ ที่ยังบอกถึงการแผ่พลังงาน จนสามารถคำนวณได้ถึง มวล ของดวงดาวได้ โดยประเมินคร่าวๆว่า ความสุกสว่าง (luminosity) ของดาวในวิถีหลักเหล่านี้ จะมีค่ากำลังสามหรือกำลังสี่ ของจำนวนมวลที่นับด้วยมวลของดวงอาทิตย์ ตัวอย่างเช่น หากดาวมีมวล 2 เท่าของดวงอาทิตย์

$$\text{ความสุกสว่าง} = 2^3 = 8 \text{ เท่าของดวงอาทิตย์ (โดยประมาณ)}$$

เมื่อคำนวณกลับกัน โดยใช้ ค่าความสุกสว่าง ก็จะประมาณมวลของดวงดาวได้ ดาวที่มีมวลมาก จะแผ่พลังงานเชื้อเพลิงเร็วกว่า และอุณหภูมิในแกนกลางก็จะสูงกว่าดาวมวลน้อยมาก จึงทำให้มีวิวัฒนาการที่เร็วกว่า เช่น หากดาวมีมวล 8 เท่าของดวงอาทิตย์ จะเข้าสู่ยุบในวิถีหลักได้ในเวลาเพียงหนึ่งแสนปี ในขณะที่ดวงอาทิตย์ ต้องใช้เวลานับล้านปี และดาวที่มีมวลน้อยๆ ก็ต้องใช้เวลาเป็นสิบล้านปี กว่าที่จะย่างเข้าสู่วิถีหลักได้

อายุขัยของดวงดาว

มนุษย์เรานับวัยกันด้วยเวลาเป็นปี แต่ชีวิตของดวงดาวต้องนับกันด้วยหน่วยเป็นล้านปี ดาวที่เราเห็นในวันนี้ ก็ยังเป็นดวงเดียวกันกับที่ปู่ย่าตาทวดของเรา แหงมองกันมาแล้วหลายชั่วคน แม้กระนั้น เราก็ยังสามารถ

ตระหนักถึงอายุขัยของมันได้ ดาวแต่ละดวงจะมีวงจรชีวิตอย่างไรนั้น ตัวกำหนดที่สำคัญที่สุดก็คือ มวล ของดาว นั้นๆเอง ลักษณะทุกอย่างของดวงดาว ไม่ว่าจะเป็น ความสว่างสุกใส อุณหภูมิ ขนาด ความหนาแน่น ฯลฯ ล้วน คาดหมายกันได้จากมวลที่มีอยู่

มวล ยังเป็นตัวกำหนดอายุขัย และวิวัฒนาการของดวงดาว แต่สิ่งที่ตรงข้ามกับความคาดหมายของเราไปได้ ง่ายก็คือ ดาวที่มีมวลมากจะมีอายุสั้น แม้มันจะสว่างมากกว่าดาวที่มีมวลน้อย แต่ก็เปรียบได้กับรถยนต์ ขนาดใหญ่ที่กินน้ำมันจุ มันจะใช้น้ำมันหมดเปลืองไปได้เร็วกว่ารถยนต์ขนาดเล็กที่กินน้ำมันน้อยจึงหมดเปลือง ช้ากว่า และหากดาวหมดเชื้อเพลิงลงเมื่อใด มันก็จะถึงกาลแตกสลายของตัวมันเองไปเมื่อนั้น

ตัวอย่างอายุขัยของดวงดาว

มวลของดวงดาว (เปรียบเป็นกิโลกรัมของดวงอาทิตย์)	อายุขัย (ปี)
๖๐	๓ ล้าน
๓๐	๑๑ ล้าน
๑๐	๓๒ ล้าน
๓	๓๗๐ ล้าน
๑.๕	๓ พันล้าน
๑ (เท่าดวงอาทิตย์)	๑๐ พันล้าน
๐.๑	๑๐๐๐ พันล้าน

กว่าดวงดาวจะเติบโตใหญ่ให้เราเห็นได้ ก็ต้องผ่านอุปสรรคมาไม่น้อย บ้างก็ยังไม่เกิดมาเสียอีก และเมื่อดาว มาถึงช่วงวิถีสั้นแห่งชีวิตแล้ว ก็จะใช้ชีวิตอยู่อย่างสงบๆในวัยนี้ยาวนานแสนนาน จนกระทั่งวันหนึ่ง... เมื่อ ไฮโดรเจนในแกนกลางถูกเผาผลาญจนหมดสิ้น ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงที่จะนำไปสู่การแตกดับของดวงดาว ซึ่งก็น่าตื่นเต้นไม่น้อยไปกว่าการกำเนิดของดวงดาว



รูป เนบิวลาดอกกุหลาบ (Rosette Nebula)

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบงานที่ 3 เรื่อง วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายการเกิดดาวฤกษ์ได้
2. บอกได้ว่าดาวฤกษ์แต่ละดวงมีอายุต่างกันอย่างไร
3. สังเกตสีของดาวฤกษ์และใช้สีบอกสมบัติของดาวฤกษ์ได้
4. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้
5. นักเรียนมีทักษะในการทำงานกลุ่ม
6. นักเรียนเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
7. นักเรียนเกิดทักษะในการสื่อสารข้อมูลให้เพื่อนๆ เข้าใจได้ดี
8. นักเรียนมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

1. ดาวฤกษ์เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ดาวฤกษ์ตายได้หรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. ดาวฤกษ์แต่ละดวงแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าต่างกันมีอะไรต่างกันบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

4. วิวัฒนาการของดาวฤกษ์เป็นอย่างไร

[illegible]

5. ดาวฤกษ์ได้แหล่งพลังงานมาจากที่ใด

6. ถ้ามวลของดวงอาทิตย์หายวินาทีละ 5 ล้าน ตัน จะให้พลังงานวินาทีละเท่าไร

[illegible]

7. มีหนังสือพิมพ์หลายฉบับ ทั้งหนังสือพิมพ์ไทยและหนังสือพิมพ์ลงข่าวว่ามีคนพบมนุษย์ต่างดาวและยานมาเยือนโลกนักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร อภิปรายโดยใช้หลักวิทยาศาสตร์

[illegible]

โรงเรียนอัสสัมชัญ

แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา...ว 40104... รายวิชา...วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (โลก ดวงดาวและอวกาศ)... ช่วงชั้นที่...4...
 ชั้น...มัธยมศึกษาปีที่ 4... ภาคเรียนที่...1... ปีการศึกษา...2549... สัปดาห์ที่...15...

หน่วยการเรียนรู้ที่...5...

ชื่อหน่วยการเรียนรู้...ดาวฤกษ์...

หน่วยย่อยเรื่อง...เนบิวลา...

เวลาที่ใช้...1 คาบ/ชม....

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 7. สืบค้นข้อมูล และอธิบายพลังงานของดาวฤกษ์เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ (นักเรียนสามารถ)

ด้านความรู้

- 1.อธิบายการเกิดของเนบิวลาได้
- 2.บอกความหมายของเนบิวลาแต่ละชนิดได้

ด้านทักษะกระบวนการ

- 1.ทำงานเป็นกลุ่มได้
- 2.สืบค้นข้อมูลได้
- 3.สรุปข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่สืบค้นได้
- 4.สื่อความหมายจากข้อมูลที่สืบค้นได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม

- 1.ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ได้
- 2.มีความภูมิใจและตระหนักถึงความสำคัญ และคุณค่าของความรู้ที่ค้นพบ เกิดความซาบซึ้งที่จะเรียนรู้ต่อไป
- 3.มีวินัยและเชื่อมั่นในตนเอง
- 4.มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายได้

สาระการเรียนรู้

เนบิวลา(Nebula) คืออะไร เนบิวลาคือกลุ่มของก๊าซและฝุ่นผงที่รวมตัวกันอยู่ในอวกาศ เนบิวลามาจากภาษาลาตินแปลว่า "เมฆ" เพราะเมื่อเราใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดู จะเห็นเป็นฝ้าขาวคล้ายกลุ่มเมฆ เนบิวลาคือวัตถุหนึ่งในเอกภพที่มีความสำคัญมากๆ เพราะดาวฤกษ์หรือดาวเคราะห์ล้วนเกิดขึ้น มาจากเนบิวลาทั้งสิ้น เนบิวลาที่เราเห็นนั้นความจริงมีขนาดใหญ่โตมหึมาพอๆกับที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 10 ปีแสง บ้างก็ใหญ่กว่าระบบสุริยะของเราถึง 10 เท่า เช่นเนบิวลาสว่าง M42 ในกลุ่มดาวนายพราน ซึ่งกำลังก่อตัวให้เกิดระบบสุริยะใหม่ สามารถก่อกำเนิดดาวฤกษ์ใหม่ได้นับพันดวง และเนบิวลาส่วนใหญ่จะไกลจากเรามากนับ 10 นับ 100 ปีแสง แต่ไม่ไกลเกินระบบทางช้างเผือกของเรา เพราะเนบิวลาเป็นส่วนหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือก

กิจกรรมการเรียนรู้

เนบิวลา เกิดขึ้นได้อย่างไร กำเนิดของเนบิวลานั้นนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ามีด้วยกันหลายสาเหตุ แต่ในเบื้องต้น คาดว่าจะเกิดขึ้นมาพร้อมกับกำเนิดของเอกภพที่จะก่อกำเนิดดาวฤกษ์รุ่นแรก และ เกิดจากการแตกดับของดาวฤกษ์รุ่นแรก ที่ทิ้งซากไว้เพื่่อรอการกำเนิดเป็นดาวฤกษ์ ขึ้นที่สองอีกครั้ง

เราแบ่งเนบิวลา ออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอปัญหา

ครูให้นักเรียนดูซีดีเกี่ยวกับเนบิวลา แล้วซักถามนักเรียนว่าเนบิวลาคืออะไร เนบิวลามีความสัมพันธ์กับอะไรบ้าง ครูเขียนคำตอบของนักเรียนบนกระดาน

ขั้นที่ 2 ขั้นพิจารณาปัญหา

นักเรียนแต่ละคนร่วมกันร่วมกันพิจารณาคำตอบต่าง ๆ บนกระดานสมาชิกภายในกลุ่มอภิปรายปัญหาร่วมกัน

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผน

นักเรียนแต่ละคนประชุมวางแผนร่วมกันและแบ่งหน้าที่กันสืบค้นในหัวข้อเรื่องเนบิวลา จากอินเทอร์เน็ตหรือเอกสารประกอบการเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นลงมือปฏิบัติ

นักเรียนแต่ละคนสืบค้นข้อมูลตามที่ได้แบ่งหน้าที่กัน

ขั้นที่ 5 ขั้นรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน

นักเรียนนำข้อมูลของแต่ละคนมาเสนออภิปรายสรุปวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอหน้าห้องเรียน อาจใช้ power point หรือสื่อต่างๆตามความพร้อมของแต่ละกลุ่มนักเรียนในชั้นประเมินกลุ่มที่นำเสนอ และกลุ่มที่นำเสนอประเมินกลุ่มตัวเองครูเตรียมสื่อนำเสนอข้อมูลสรุป

ขั้นที่ 6 ขั้นเชื่อมโยงความรู้ใหม่

นักเรียนและครูสรุปเชื่อมโยงความรู้กับเรื่องอื่นๆที่เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและนักเรียนทำแบบฝึกหัดเขียนบันทึกการเรียนรู้

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
2. ใบงานที่ 5
3. หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ของ สสวท.
4. www.astroschool.in.th

การวัดและประเมินผล

วิธีวัด

1. การนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอ
2. การซักถาม และการอธิบายความรู้ความเข้าใจ
3. การร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน

เครื่องมือวัด

1. ใบงานที่ 5
2. สมุด
3. การเขียนบันทึกการเรียนรู้
- 4.แบบประเมินการนำเสนอผลการสืบค้น

เอกสารประกอบการเรียน

เนบิวลา

เนบิวลา(Nebula) คืออะไร เนบิวลาคือกลุ่มของก๊าซและฝุ่นผงที่รวมตัวกันอยู่ในอวกาศ เนบิวลามาจากภาษาลาตินแปลว่า "เมฆ" เพราะเมื่อเราใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดู จะเห็นเป็นฝ้าขาวคล้ายกลุ่มเมฆ เนบิวลาคือวัตถุหนึ่งในเอกภพที่มีความสำคัญมากๆ เพราะดาวฤกษ์หรือดาวเคราะห์ล้วนเกิดขึ้น มาจากเนบิวลาทั้งสิ้น เนบิวลาที่เราเห็นนั้นความจริงมีขนาดใหญ่โตมหึมาจริงๆ บางทีมีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 10 ปีแสง บางทีใหญ่กว่าระบบสุริยะของเราถึง 10 เท่า เช่นเนบิวลาสว่าง M42 ในกลุ่มดาวนายพราน ซึ่งกำลังก่อตัวให้เกิดระบบสุริยะใหม่ สามารถก่อเกิดดาวฤกษ์ใหม่ได้นับพันดวง และเนบิวลาส่วนใหญ่จะไกลจากเรามากนับ 10 นับ 100 ปีแสง แต่ไม่ไกลเกินระบบทางช้างเผือกของเรา เพราะเนบิวลาเป็นส่วนหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือก



เนบิวลา รูปตาแมว



เนบิวลา รูปนกอินทรี

เนบิวลา เกิดขึ้นได้อย่างไร กำเนิดของเนบิวลานั้นนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ามีด้วยกันหลายสาเหตุ แต่ในเบื้องต้น คาดว่าจะเกิดขึ้นมาพร้อมกับกำเนิดของเอกภพที่จะก่อเกิดดาวฤกษ์รุ่นแรก และ เกิดจากการแตกดับของดาวฤกษ์รุ่นแรก ที่ทิ้งซากไว้เพื่อรอการกำเนิดเป็นดาวฤกษ์ รุ่นที่สองอีกครั้ง

เราแบ่งเนบิวลา ออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่คือ

1. Emission nebulae หรือเนบิวลามีแสงในตัวเอง
2. Reflective nebulae หรือเนบิวลászสะท้อนแสง
3. Planetary nebula หรือเนบิวลászดาวเคราะห์
4. Dark nebulae หรือ เนบิวลászมืด

เนบิวลászว่งนั้นถูกแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

Emission nebulae หรือ เนบิวลามีแสงในตัวเอง

Reflective nebulae หรือเนบิวลászสะท้อนแสง



เนบิวลászทั้งสองแบบนี้ค่อนข้างจะแยกออกจากกันลำบาก เพราะมีลักษณะคล้ายกันมาก และบางครั้งอาจอยู่ปะปนกัน เหตุที่เรียก Emission nebulae ว่า เนบิวลászว่ง เพราะเนบิวลászแบบนี้จะเรืองแสงขึ้นเอง เมื่ออะตอมของมวลสารที่อยู่ในเนบิวลász ถูกกระตุ้นด้วยพลังงานจากดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้ๆ

ก๊าซส่วนใหญ่ในเนบิวลászจะเป็นอะตอมไฮโดรเจน ซึ่งจะปล่อยแสงสีแดง กับอะตอมของออกซิเจนซึ่งให้แสงสีเขียว และอะตอมของไฮโดรเจนมักจะรวมตัวกับอะตอมของออกซิเจน แล้วจะปล่อยสีผสมระหว่างแดงกับเขียวคือสีเหลืองออกมา ส่วน Reflective nebulae หรือ เนบิวลászสะท้อนแสง นั้นจะเป็นองค์ประกอบของฝุ่นผงเป็นส่วนใหญ่คล้ายควันบุหรี่ ซึ่งจะให้แสงสีน้ำเงินออกมา

Planetary nebulae หรือ เนบิวลászดาวเคราะห์

เป็นเครื่องหมายบ่งบอกถึงมรณะกรรมของดาวฤกษ์ที่มีขนาดเท่ากับดวงอาทิตย์ของเรา เมื่อถึงช่วงสุดท้ายของอายุของ ดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์จะหดตัวอย่างรวดเร็วเพราะแรงนิวเคลียร์ไม่มีที่จะต่อต้านแรงโน้มถ่วงที่มากมายมหาศาลได้ แกนกลางจนหดตัวเป็นดาวแคระ จนมีขนาดเล็กเท่าดาวเคราะห์ แล้วปลดปล่อยเปลือกนอกของดาวให้ ฟูกระจายไปในอวกาศ ไกลหลายล้านไมล์

Planetary nebulae ในเอกภพนั้นมีเยอะแยะมากมาย เพราะดาวฤกษ์ส่วนใหญ่จะมีขนาดเท่ากับดวงอาทิตย์ แต่เป็นที่น่าสนใจมากกว่า รูปร่างของ Planetary nebulae กลับมีหลากหลาย แต่รูปแบบแท้จริงแล้ว จะคล้ายกับ helix nebulae ที่สุด



Dark nebulae หรือเนบิวลászมืด

โดยทั่วไปเนบิวลászมืดมักจะอยู่ร่วมกับเนบิวลászว่ง หรือ เนบิวลászสะท้อนแสง เพราะเราจะ สามารถมองเห็นเนบิวลászมืดได้เพราะ ส่วนที่เป็นเนบิวลászมืดนั้นจะดูดกลืนแสงจากฉากด้านหลัง ไม่ให้มาเข้าตาเรา คล้าย

กับว่ามีวัตถุที่บดบังแสงกันอยู่ ซึ่งอาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่หนาทึบมากๆ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนได้แก่ เนบิวลามีตรูปหัวม้า (B33) ในกลุ่มดาวนายพราน (Orion)

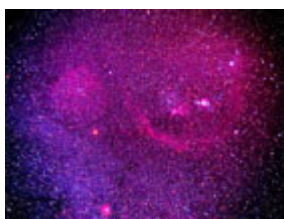


นักดาราศาสตร์ใช้คำว่า เนบิวลา เรียกชื่อสิ่งที่ปรากฏเป็นเมฆหมอกฝ้าอยู่คงที่ท่ามกลางดวงดาวบนท้องฟ้า อาจจะปรากฏสว่างเรืองหรือมืดสนิทก็ได้ เรามองเห็นเนบิวลาได้ยาก เพราะแม้แสงที่สว่างก็มีแสงจางแผ่กระจายไม่รวมกันเข้มเป็นจุดสว่างดังเช่นดาวฤกษ์ เราจึงสามารถมองเห็นเนบิวลาบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่าได้เพียง 4 แห่งในขณะที่เราสามารถมองเห็นดาวฤกษ์ด้วยตาเปล่าถึง 5,000 ดวง ความจริงเนบิวลามีอยู่จริงเป็นปริมาณไม่น้อย การที่เราจะตรวจพบหรือไม่ขึ้นอยู่กับความไวของอุปกรณ์ที่ใช้ เนบิวลาที่อยู่ในระบบทางช้างเผือกของเรา เรียกว่า Galactic Nebula ซึ่งเป็นกลุ่มก๊าซที่มีความสัมพันธ์ทางใดทางหนึ่งกับดาวฤกษ์ในกาแล็กซี่ ซึ่งดวง



อาทิตย์ของเราเป็นสมาชิกหน่วยหนึ่ง ตัวอย่างของ Galactic Nebula ชนิดแผ่กระจาย ได้แก่ กลุ่มที่อยู่ในกลุ่มดาว Orion นับเป็นกลุ่มก๊าซและฝุ่นซึ่งใหญ่โตกลุ่มหนึ่งในกาแล็กซี่ กินอาณาเขตกว้างขวางในอวกาศ แม้กลุ่มดาวฤกษ์อยู่ภายในองค์ประกอบสำคัญ คือก๊าซไฮโดรเจน ฮีเลียม มากที่สุด และนอกจากนั้นก็มียอดฮีเลียม และไนโตรเจน เป็นต้น เนบิวลานี้เรืองแสงเพราะถูกกระตุ้นด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดาวฤกษ์ที่ร้อนจัดซึ่งอยู่ภายใน และบางส่วนของก๊าซและฝุ่นที่ห่อหุ้มดาวฤกษ์ร้อนและไม่เปล่งแสงเรืองจะบังคับแสงดาวฤกษ์ที่อยู่เบื้องหลังไกลออกไป จึงปรากฏเป็นเนบิวลามีตรูป Galactic Nebula ชนิดเป็นดวงนั้นเป็นกลุ่มก๊าซรูปทรงกลมซึ่งแผ่กระจายออกมาจากการระเบิดของดาวฤกษ์ และปรากฏให้เห็นหลายดวงบนท้องฟ้า เช่นที่เรียกกันว่า เนบิวลาวงแหวน เนบิวลาปู เนบิวลานกฮูก ตามความคล้ายคลึงกับรูปร่างของ สัตว์ที่มนุษย์คุ้นเคยกันทั่วไป

เนบิวลาออกกาแล็กซี่หรือ Spiral Nebula นั้น เป็นวัตถุจำพวกที่อยู่ไกลห่างออกไปนอกกาแล็กซี่ของเรา เป็นต้นว่า เมฆแมกเจลแลน (Magellanic Clouds) ซึ่งเห็นได้ด้วยตาเปล่าบนท้องฟ้าของซีกโลกภาคใต้ อยู่ห่างไปขนาดแสงสว่างซึ่งเดินทางได้วินาทีละ 300,000 กิโลเมตร ต้องใช้เวลาเดินทาง 150,000 ปี จึงจะถึงซึ่งเรียกว่าอยู่ห่างไป 150,000 ปีแสง หรือ Spiral Nebula ในทิศทางของกลุ่มดาว Andromeda อยู่ห่างไปถึง 2,200,000 ปีแสง Spiral Nebula มีอยู่มากมาย ตั้งแต่ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า จนถึงที่ไกลออกไปแสงริบหรี่ ต้องสำรวจด้วยกล้องโทรทรรศน์ใหญ่ที่สุดในโลก โดยถ่ายภาพเปิดหน้ากล้องนานนับชั่วโมง เท่าที่บันทึกทำทะเบียนไว้ ถึงขนาดความสว่างแมกนิจูดที่ 15 มีถึง 16,000 เนบิวลา เชื่อว่าถ้านับถึงที่แสงหรือถึงขนาดแมกนิจูดที่ 23 ซึ่งหริที่สุดที่กล้องโทรทรรศน์ในโลกจะสำรวจได้คงจะมีปริมาณถึง 1,000,000,000 เนบิวลา



ผลการศึกษาค้นคว้าทางดาราศาสตร์ แสดงว่า Spiral Nebula แต่ละดวงก็คือระบบใหญ่ของดาวฤกษ์ ฝุ่น และก๊าซ ดังเช่นกาแล็กซี่ทางช้างเผือกของเรานี้เอง ถ้าเราออกไปอยู่บนดาวฤกษ์ดวงใดดวงหนึ่งในระบบ Spiral Nebula ของกลุ่มดาว Andromeda แล้วมองกลับมายังกาแล็กซี่ของเรา ก็จะเห็นกาแล็กซี่มีรูปลักษณะคล้ายคลึงกับที่เราเห็น Spiral Nebula นั้นเอง ดังนั้น Spiral Nebula

หรือเนบิวลาออกกาแล็กซี่ก็คือระบบใหญ่ของดาวฤกษ์ ฝุ่นและก๊าซ ซึ่งแต่ละระบบจะมีดาวฤกษ์คิตเฉลี่ย
ประมาณ 800,000,000 ดวง กาแล็กซี่ของเราเป็น Spiral Nebula ค่อนข้างใหญ่มีดาวฤกษ์ประมาณ
100,000,000,000 ดวง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบงานที่ 4 เรื่อง เนบิวลา จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. บอกความหมายของเนบิวลาได้
2. บอกรูปร่างของเนบิวลาได้
3. อธิบายการเกิดเนบิวลาได้
4. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้
5. นักเรียนมีทักษะในการทำงานกลุ่ม
6. นักเรียนเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
7. นักเรียนเกิดทักษะในการสื่อสารข้อมูลให้เพื่อนๆ เข้าใจได้ดี
8. นักเรียนมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

1. เนบิวลาคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. เนบิวลามีกี่ชนิด อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. เนบิวลามีโอกาสหมดไปหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

4. เนบิวลามีความสัมพันธ์กับดาวฤกษ์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

โรงเรียนอัสสัมชัญ

แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา...ว 40104... รายวิชา...วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (โลก ดวงดาวและอวกาศ)... ช่วงชั้นที่...4...
 ชั้น...มัธยมศึกษาปีที่ 4... ภาคเรียนที่...1... ปีการศึกษา...2549... สัปดาห์ที่...15...

หน่วยการเรียนรู้ที่...5...

ชื่อหน่วยการเรียนรู้...ดาวฤกษ์...

หน่วยย่อยเรื่อง...สีและอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์...

เวลาที่ใช้...1 คาบ/ชม....

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 7. สืบค้นข้อมูล และอธิบายพลังงานของดาวฤกษ์เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชั่น

จุดประสงค์การเรียนรู้ (นักเรียนสามารถ)

ด้านความรู้

1.อธิบายสีและอุณหภูมิของดาวฤกษ์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1.ทำงานเป็นกลุ่มได้

2.สืบค้นข้อมูลได้

3.สรุปข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่สืบค้นได้

4.สื่อความหมายจากข้อมูลที่สืบค้นได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม

1.ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ได้

2.มีความภูมิใจและตระหนักถึงความสำคัญ และคุณค่าของความรู้ที่ค้นพบ เกิดความซาบซึ้งที่จะเรียนรู้ต่อไป

3.มีวินัยและเชื่อมั่นในตนเอง

4.มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายได้

สาระการเรียนรู้

จากการสังเกตดาวฤกษ์ที่ปรากฏบนท้องฟ้า จะพบว่าดาวฤกษ์มีสีที่ต่างกัน สีของดาวฤกษ์ที่มองเห็นมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์ นักดาราศาสตร์แบ่งชนิดของดาวฤกษ์และอุณหภูมิผิวออกเป็น 7 ชนิด (ซึ่งรายละเอียดศึกษาได้ในใบความรู้ที่แจกให้นักเรียน)

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอปัญหา

ครูนำอภิปรายในเรื่องสีและอุณหภูมิผิวดาวฤกษ์โดยใช้คำถามดาวฤกษ์แต่ละดวงมีสีเหมือนกันหรือไม่และอุณหภูมิเท่ากันหรือไม่อย่างไรสีและอุณหภูมิบอกอะไรเกี่ยวกับดาวฤกษ์ดวงนั้นบ้าง

หรือไม่อย่างไรและเขียนคำตอบของแต่ละคนบนกระดานครูนำภาพดวงดาวต่างๆให้นักเรียนดู

ขั้นที่ 2 ขั้นพิจารณาปัญหา

นักเรียนแต่ละคนร่วมกันร่วมกันพิจารณาคำตอบต่างๆบนกระดานสมาชิกภายในกลุ่ม
อภิปรายปัญหาร่วมกัน

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผน

นักเรียนแต่ละคนประชุมวางแผนร่วมกันและแบ่งหน้าที่กันสืบค้นในหัวข้อเรื่องสีและ
คุณสมบัติของดาวฤกษ์ให้ศึกษาจากอินเทอร์เน็ตและเอกสารประกอบการเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นลงมือปฏิบัติ

นักเรียนแต่ละคนสืบค้นข้อมูลตามที่ได้แบ่งหน้าที่กัน

ขั้นที่ 5 ขั้นรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน

นักเรียนนำข้อมูลของแต่ละคนมาเสนออภิปรายสรุปวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอหน้า
ห้องเรียน อาจใช้power point หรือสื่อต่างๆตามความพร้อมของแต่ละกลุ่มนักเรียนในชั้นประเมิน
กลุ่มที่นำเสนอและกลุ่มที่นำเสนอประเมินกลุ่มตัวเองครูเตรียมสื่อนำเสนอข้อมูลสรุป

ขั้นที่ 6 ขั้นเชื่อมโยงความรู้ใหม่

นักเรียนและครูสรุปเชื่อมโยงความรู้กับเรื่องอื่นๆที่เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและ
นักเรียนทำแบบฝึกหัดเขียนบันทึกการเรียนรู้

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
2. ใบงานที่ 5
3. หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ของสสวท.
4. www.astroschool.in.th

การวัดและประเมินผล

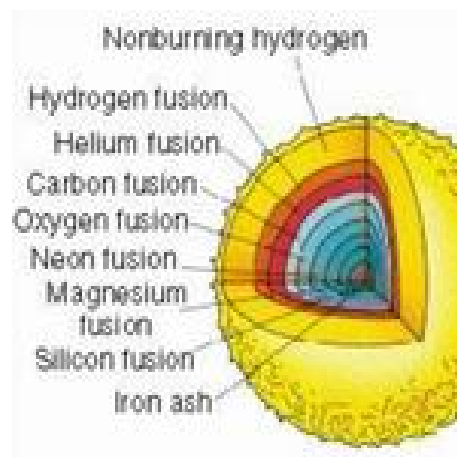
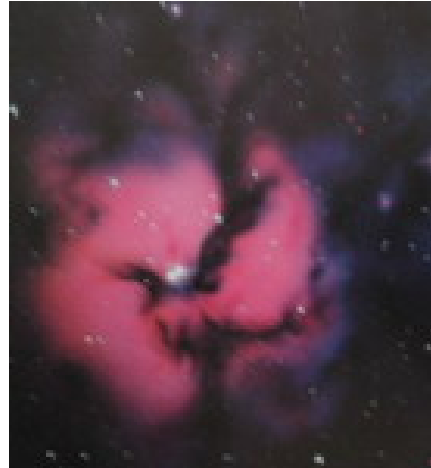
วิธีวัด

1. การนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอ
2. การซักถาม และการอธิบายความรู้ความเข้าใจ
3. การร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน

เครื่องมือวัด

1. ใบงานที่ 5
2. สมุด
3. การเขียนบันทึกการเรียนรู้
4. แบบประเมินการนำเสนอผลการสืบค้น

ดาวฤกษ์



ดาวฤกษ์ คือ วัตถุท้องฟ้าในอวกาศที่เป็นก้อนแก๊สมวลมหาศาล

ดาวฤกษ์จำนวนมากมีอายุระหว่าง 1,000 - 10,000 ล้านปี

วิทยาศาสตร์นิยามว่าดาวฤกษ์ คือ ทรงกลมพลาสมาที่คงอยู่ได้ด้วยความโน้มถ่วงของตัวเอง มีความสมดุลของความดัน (hydrostatic equilibrium) ผลิตพลังงานด้วยกระบวนการการหลอมนิวเคลียส

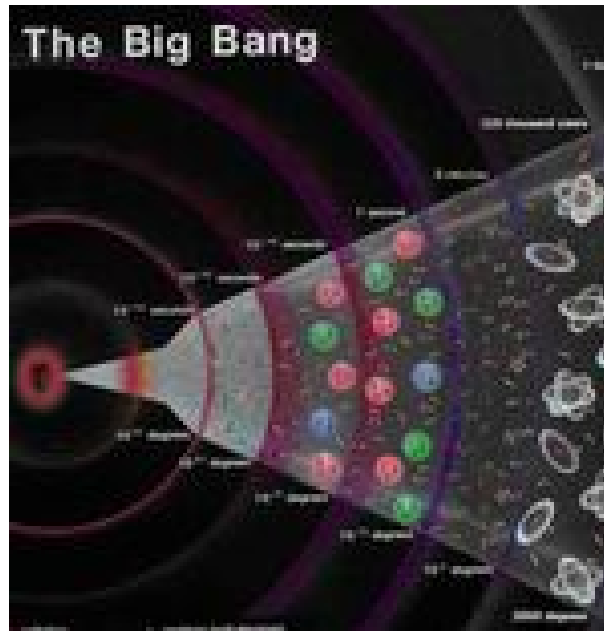
พลังงานที่เกิดขึ้นในดาวฤกษ์แผ่ไปในอวกาศโดยการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า

ความสว่างปรากฏของดาวฤกษ์บอกด้วยโชติมาตรปรากฏ ดาวฤกษ์ที่สว่างที่สุดที่เห็นปรากฏบนท้องฟ้าโดยไม่นับดวงอาทิตย์ คือ ดาวซีริอัส หรืออีกชื่อคือดาวโจร

การก่อเกิดขึ้นของดาวฤกษ์ (THE BIRTH OF A STAR)

ในอวกาศเต็มไปด้วยอนุภาคจิ๋วๆ ของ อะตอมและสสารต่าง ๆ (atoms and matter) แพร่กระจายอยู่ทั่วไปเหมือนฝุ่นผงธุลีที่ล่องลอยอยู่ในอากาศ

ในที่บางแห่งอาจมีเพียง 3 อะตอม ต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร แต่ในบางแห่งอาจมีเนื้อสารมากพอที่จะก่อให้เกิดการรวมตัวควบแน่นกันขึ้น ณ จุดจุดหนึ่งอย่างช้า ๆ



ดาวฤกษ์ก่อเกิดขึ้นจากการที่ธุลีที่ล่องลอยอยู่นั้นจับตัวกันขึ้นเป็นกลุ่มก้อนเท่าปลายเข็มก่อน ต่อมาเมื่อมีธุลีจับตัวกันทำให้มีมวลเพิ่มมากขึ้นจนได้ขนาด ภายในดาวฤกษ์ดวงนั้นก็เริ่มร้อนขึ้นๆ ซึ่งอาจจะร้อนขึ้นได้เป็นหลายล้านองศา

พอถึงจุดนี้ดาวฤกษ์ดวงนั้นก็เริ่มเปล่งแสง ซึ่งเราเรียกได้ว่าดาวฤกษ์ดวงนั้นได้ก่อเกิดขึ้นแล้ว



การเติบโตและการดับ (GROWTH AND DEATH)

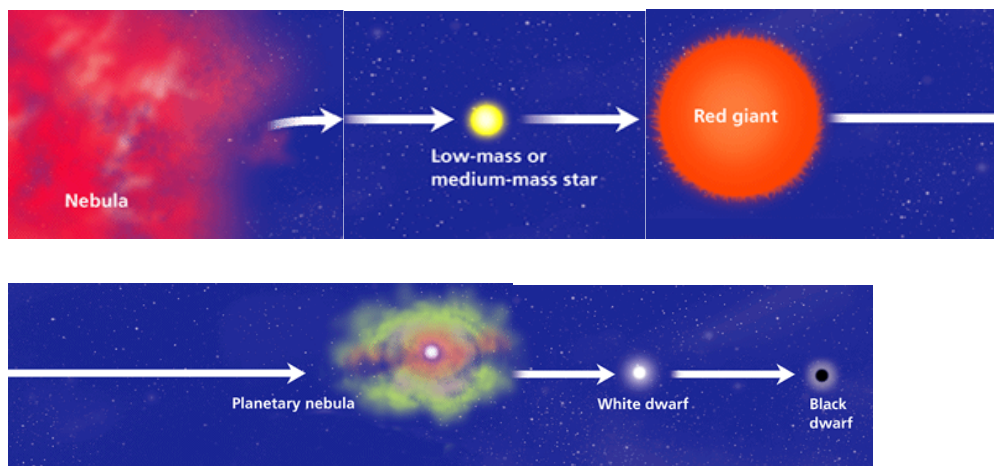


ใจกลางของดาวฤกษ์ประกอบด้วยไฮโดรเจนเป็นส่วนใหญ่ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ทำให้มันลุกโชติช่วงอยู่ได้ เมื่อไฮโดรเจน (hydrogen) หมดสิ้น ดาวฤกษ์ดวงนั้นก็เริ่มเสื่อมลง

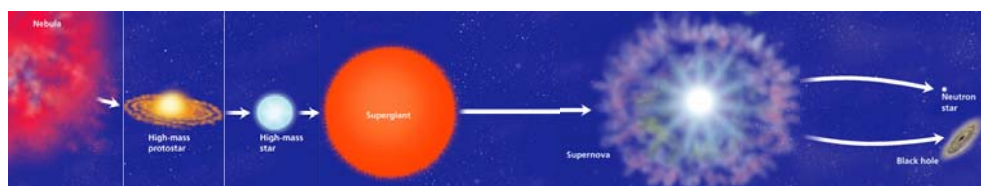
โดยมันจะเริ่มหดตัวลงและพันธะระหว่างอะตอมต่าง ๆ ก็สลายลงด้วย ดาวฤกษ์ดวงนั้นก็จะมีสภาพเหมือน “ซูปิเล็กตรอน” (electron soup) ที่มีแต่นิวเคลียสของอะตอมชนิดต่าง ๆ

พอถึงช่วงนี้ดาวฤกษ์ดวงนั้นก็ยิ่งเปล่งแสงอยู่แต่จะเริ่มเย็นลง ในระยะนี้มันจะให้ฮีเลียม(ซึ่งมีอยู่น้อยกว่ามาก) เป็นเชื้อเพลิง

เมื่อถึงวาระสุดท้ายมันก็จะ “ระเบิด” และเปล่งแสงออกมาอีกครั้งก่อนที่จะแตกเป็นอนุภาคและเศษเล็กเศษน้อยกลายเป็นกลุ่มเมฆของสสารระหว่างดวงดาวคล้ายกับควันที่เกิดขึ้นหลังการระเบิด



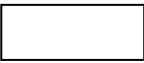
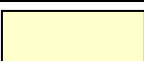
มีปรากฏการณ์ที่สำคัญมากต่อเอกภพโดยรวมเกิดขึ้นหลายอย่างภายในดาวฤกษ์ อันนี้รวมถึงการสร้างธาตุต่าง ๆ ทางเคมี (chemical elements) ที่ก่อให้เกิดสสารขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งคือ การหลอมนิวเคลียส และดาวฤกษ์ยังเป็นแหล่งก่อเกิดปรากฏการณ์ในเอกภพที่ลึกลับและน่าหวั่นกลัวเป็นอย่างยิ่งอีกอย่างหนึ่งด้วยนั่นคือ หลุมดำ



สีของดาวฤกษ์

นักวิทยาศาสตร์พบว่าดาวฤกษ์ที่มีอุณหภูมิพื้นผิวดำ จะมีสีแดง ส่วนดาวฤกษ์ที่มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงจะมีสีน้ำเงิน นอกจากนี้ในกรณีที่ดาวฤกษ์นั้นไม่ใช่ดาวยักษ์ ขนาดของดาวฤกษ์ก็จะเกี่ยวข้องกับสีของดาวเช่นกัน โดยดาวฤกษ์มวลมากจะมีสีน้ำเงิน ส่วนดาวฤกษ์มวลน้อยจะมีสีแดง

ตาราง 10 เปรียบเทียบ ระดับสี และ อุณหภูมิ

ระดับ	สี	อุณหภูมิ (° F)
O	สีน้ำเงิน 	50,000 - 90,000
B	สีน้ำเงินแกมขาว 	18,000 - 50,000
A	สีขาว 	13,500 - 18,000
F	สีขาวแกมเหลือง 	10,800 - 13,500
G	สีเหลือง 	9,000 - 10,800
K	สีส้ม 	6,300 - 9,000
M	สีแดง 	4,500 - 6,300

สีและอุณหภูมิ

ดาวฤกษ์มีแสงสว่างในตัวเอง สีของมันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่พื้นผิวของดวงดาว ดาวที่มีแสงสีฟ้ามีความร้อนสูงที่สุด มันมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 45,032 F ดาวที่มีแสงสีขาวมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 10,832 F ดาวที่มีแสงสีเหลืองมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 8,540 F ดาวที่มีแสงสีแดงมีความเย็นมากที่สุด มันมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 4,940 F

ขณะที่จักรวาลขยายตัวออก กลุ่มกาแล็กซีก็แยกตัวออกจากกัน ความหลากหลายของสีสั่นจากแสงสว่างที่เราได้รับจากดาวฤกษ์ต่าง ๆ จากแต่ละกาแล็กซี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างของมันจากทางช้างเผือกด้วย

ขณะที่กาแล็กซีเดินทางด้วยความเร็วสูง มันจะมีคลื่นสีฟ้าอยู่ตรงด้านหน้าของมันและทิ้งคลื่นยาว ๆ สีแดงอยู่เบื้องหลัง



ชื่อ..... :.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบงานที่ 5 เรื่อง ดาวฤกษ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.อธิบายสีและอุณหภูมิของดาวฤกษ์ได้
- 2.อธิบายความสว่างของดาวฤกษ์
- 3.บอกอันดับความสว่างได้

1.ดาวแต่ละดวงสว่างเท่ากันหรือไม่เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2.ความสว่างของดาวมีผลต่อดวงดาวหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3.ดาวที่มีมวลมากกับดาวที่มีมวลน้อยจะมีอายุต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

4.สีของดาวบอกอะไรเกี่ยวกับดวงดาวดวงนั้นบ้าง

.....

.....

.....

.....

5.ดาวที่มีมวลมากกว่าด้วยอาทิตย์มาก กับดาวที่มีมวลน้อยกว่าด้วยอาทิตย์ สีและความสว่างจะต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

6.ให้นักเรียนออกแบบบันทึกความสัมพันธ์สีของดาวกับอุณหภูมิผิวของดวงดาวแต่ละชนิด

[illegible]

7.มวลของดาวฤกษ์ หมายถึงอะไร มีผลต่อดาวฤกษ์อย่างไรบ้าง

[illegible]

โรงเรียนอัสสัมชัญ

แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา...ว 40104... รายวิชา...วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (โลก ดวงดาวและอวกาศ)... ช่วงชั้นที่...4...
 ชั้น...มัธยมศึกษาปีที่ 4... ภาคเรียนที่...1... ปีการศึกษา...2549... สัปดาห์ที่...16...

หน่วยการเรียนรู้ที่...6...

ชื่อหน่วยการเรียนรู้...กำเนิดระบบสุริยะ...

หน่วยย่อยเรื่อง...กำเนิดระบบสุริยะ...

เวลาที่ใช้...4 คาบ/ชม....

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 8. สืบค้นข้อมูลและอธิบายตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะและในกาแล็กซี

จุดประสงค์การเรียนรู้ (นักเรียนสามารถ)

ด้านความรู้

- 1.อธิบายการกำเนิดของระบบสุริยะได้
- 2.อธิบายอิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อโลกได้
- 3.บอกดาวเคราะห์วงในและวงนอกได้
- 4.สืบค้นข้อมูลพื้นฐานของดาวเคราะห์วงในและวงนอกได้
- 5.บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งดาวเคราะห์วงในและวงนอกได้

ด้านทักษะกระบวนการ

- 1.ทำงานเป็นกลุ่มได้
- 2.สืบค้นข้อมูลได้
- 3.สรุปข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่สืบค้นได้
- 4.สื่อความหมายจากข้อมูลที่สืบค้นได้

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม

- 1.ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ได้
- 2.มีความภูมิใจและตระหนักถึงความสำคัญ และคุณค่าของความรู้ที่ค้นพบ เกิดความซาบซึ้งที่จะเรียนรู้ต่อไป
- 3.มีวินัยและเชื่อมั่นในตนเอง
- 4.มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายได้

สาระการเรียนรู้

มวลของระบบสุริยะกว่า 99.99 % ดังนั้นการเกิดของระบบสุริยะจากเนบิวลามวลส่วนใหญ่กลายเป็นดวงอาทิตย์ ที่เหลือเป็นดาวเคราะห์น้อย

ดาวเคราะห์ชั้นใน ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก และดาวอังคาร ดาวเคราะห์เหล่านี้มีพื้นผิวที่แข็งเช่นเดียวกับโลก จึงเรียกว่า ดาวเคราะห์หิน

ดาวเคราะห์ชั้นนอก ได้แก่ ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน จึงเรียกว่า ดาวเคราะห์แก๊ส ส่วนดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์ชั้นนอกที่อยู่ไกล และมีขนาดเล็กที่สุด(ซึ่งรายละเอียดศึกษาได้ในใบความรู้ที่แจกให้นักเรียน)

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอปัญหา

ครูซักถามนักเรียนว่าระบบสุริยะเกิดขึ้นได้อย่างไร ดวงอาทิตย์เกิดจากอะไร นักดาราศาสตร์แบ่งดาวเคราะห์ออกเป็นกี่ประเภท ใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการแบ่งจากนั้นจดบันทึกคำตอบของนักเรียนบนกระดานดำ

ขั้นที่ 2 ขั้นพิจารณาปัญหา

นักเรียนร่วมกันพิจารณาปัญหาต่างๆที่เพื่อนเสนอบนกระดานเลือกประเด็นปัญหามาศึกษา

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผน

สมาชิกประชุมวางแผนเพื่อแบ่งหน้าที่กันสืบค้นข้อมูลในหัวข้อที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 ขั้นลงมือปฏิบัติ

สมาชิกแต่ละคนสืบค้นข้อมูลตามที่ตกลงกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน

สมาชิกนำข้อมูลที่สืบค้นมาอภิปรายและนำเสนอหน้าห้องเรียน นักเรียนจะใช้ power point หรือต่างๆตามที่นักเรียนเห็นว่าเหมาะสมครูเตรียมสื่อ ซีดี มาร่วมอภิปรายสรุป นักเรียนในห้องประเมินการนำเสนอ และสมาชิกในกลุ่มประเมินกลุ่มตัวเอง

ขั้นที่ 6 ขั้นเชื่อมโยงความรู้ใหม่

นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบสุริยะที่มีผลต่อมนุษย์ ต่อจากนั้นให้ทำใบงานและเขียนบันทึกการเรียนรู้

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
2. ใบงานที่ 6
3. หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ของสสวท.
4. วีซีดี ในหัวข้อดังกล่าว
5. www.doodaw.com
www.space.com

การวัดและประเมินผล

วิธีวัด

1. การนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอ
2. การซักถาม และการอธิบายความรู้ความเข้าใจ

3. การร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน
เครื่องมือวัด

1. ใบงานที่ 6

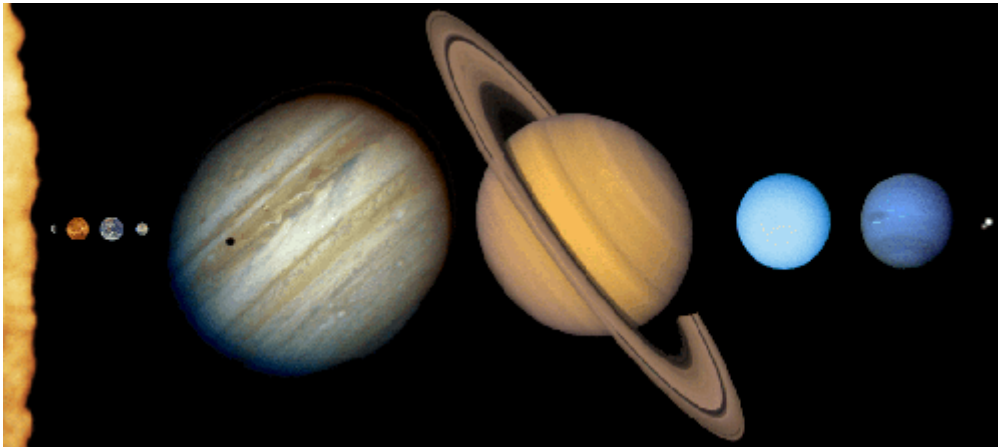
2. สมุด

3. การเขียนบันทึกการเรียนรู้

4.แบบประเมินการนำเสนอผลการสืบค้น

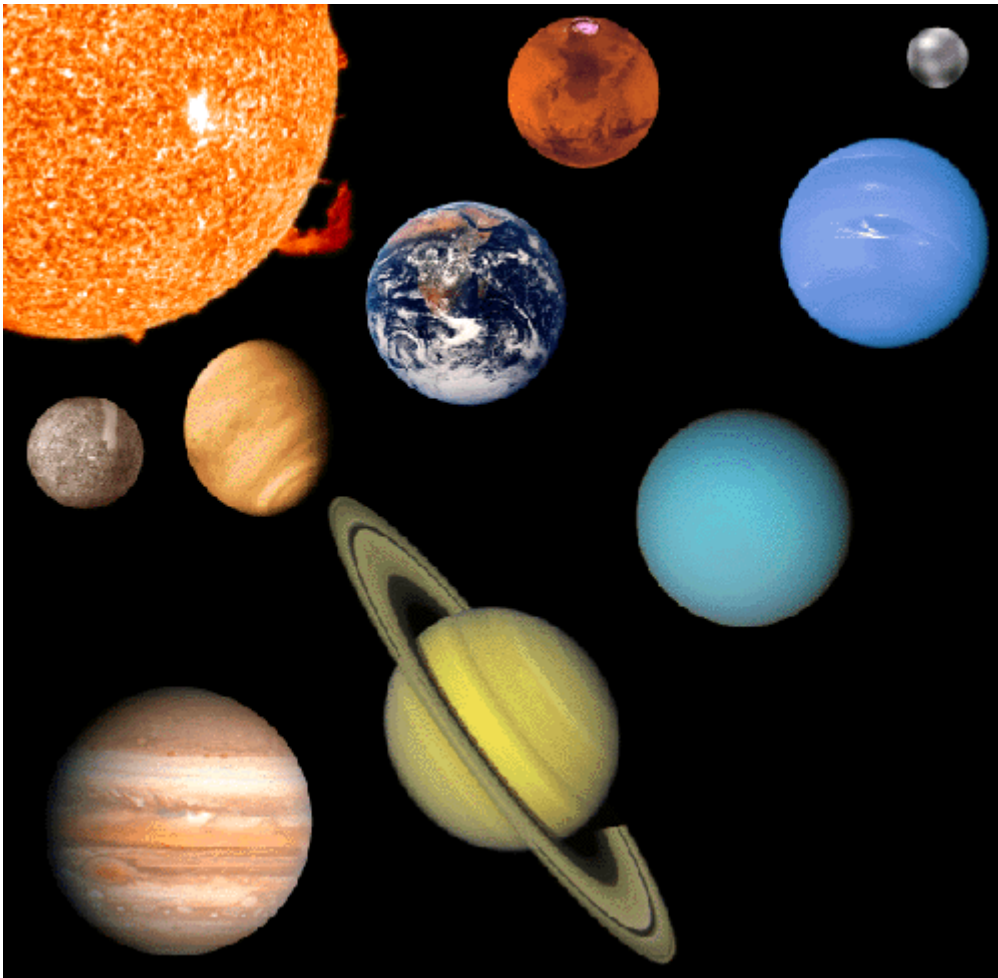
เอกสารประกอบการเรียน

ระบบสุริยะ



ระบบสุริยะ คือระบบดาวที่มีดาวฤกษ์เป็นศูนย์กลาง และมีดาวเคราะห์ (Planet) เป็นบริวารโคจรอยู่โดยรอบ เมื่อสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวย ต่อการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตก็จะเกิดขึ้นบนดาวเคราะห์เหล่านั้น หรือ บริวารของดาวเคราะห์เองที่เรียกว่าดวงจันทร์ (Satellite) นักดาราศาสตร์เชื่อว่า ในบรรดาดาวฤกษ์ทั้งหมดกว่าแสนล้านดวงในกาแล็กซี่ทางช้างเผือก ต้องมีระบบสุริยะที่เอื้ออำนวยชีวิตอย่าง ระบบสุริยะที่โลกของเราเป็นบริวารอยู่ อย่างแน่นอน เพียงแต่ว่าระยะทางไกลมากเกินไปกว่าความสามารถในการติดต่อจะทำได้ถึง

ที่โลกของเราอยู่เป็นระบบที่ประกอบด้วย ดวงอาทิตย์ (The sun) เป็นศูนย์กลาง มีดาวเคราะห์ (Planets) 9 ดวง ที่เราเรียกกันว่า ดาวนพเคราะห์ (นพ แปลว่า เก้า) เรียงตามลำดับ จากในสุดคือ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน ดาวพลูโต



และยังมีดวงจันทร์บริวารของ ดวงเคราะห์แต่ละดวง (Moon of satellites) ยกเว้นเพียง สองดวงคือ ดาวพุธ และ ดาวศุกร์ ที่ไม่มีบริวาร ดวงเคราะห์น้อย (Minor planets) ดาวหาง (Comets) อุกกาบาต (Meteorites) ตลอดจนกลุ่มฝุ่นและก๊าซ ซึ่งเคลื่อนที่อยู่ในวงโคจร ภายใต้อิทธิพลแรงดึงดูด จากดวงอาทิตย์ ขนาดของระบบสุริยะ กว้างใหญ่ไพศาลมาก เมื่อเทียบระยะทาง ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ ซึ่งมีระยะทางประมาณ 150 ล้าน กิโลเมตร หรือ 1au.(astronomy unit) หน่วยดาราศาสตร์ กล่าวคือ ระบบสุริยะมีระยะทางไกลไปจนถึงวงโคจรของดาวพลูโต ดาวเคราะห์ที่มีขนาดเล็กที่สุดในระบบสุริยะ ซึ่งอยู่ไกล เป็นระยะทาง 40 เท่าของ 1 หน่วยดาราศาสตร์ และยังไกลห่างออกไปอีกจนถึงดวงดาวหางออร์ต (Oort's Cloud) ซึ่งอาจอยู่ไกลถึง 500,000 เท่า ของระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์ด้วย ดวงอาทิตย์มีมวล มากกว่าร้อยละ 99 ของ มวลทั้งหมดในระบบสุริยะ ที่เคลื่อนนอกนั้นจะเป็นมวลของ เทหวัตถุต่างๆ ซึ่ง ประกอบด้วยดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และ อุกกาบาต รวมไปถึงฝุ่นและก๊าซ ที่ล่องลอยระหว่าง ดาวเคราะห์ แต่ละดวง โดยมีแรงดึงดูด (Gravity) เป็นแรงควบคุมระบบสุริยะ ให้เทหวัตถุบนฟ้าทั้งหมด เคลื่อนที่เป็นไปตามกฎแรง แรงโน้มถ่วงของนิวตัน ดวงอาทิตย์แผ่พลังงาน ออกมา ด้วยอัตราประมาณ 90,000,000,000,000,000,000,000,000 แคลอรีต่อวินาที เป็นพลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ โดยการเปลี่ยนไฮโดรเจนเป็นฮีเลียม ซึ่งเป็นแหล่งความร้อนให้กับดาว ดาวเคราะห์ต่างๆ ถึงแม้ว่าดวงอาทิตย์ จะเสียไฮโดรเจนไปถึง 4,000,000 ตันต่อวินาทีก็ตาม แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ยังมีความเชื่อว่าดวงอาทิตย์ จะยังคงแผ่พลังงานออกมา ในอัตรา ที่เท่ากันนี้ได้อีกนานหลายพันล้านปี

ชื่อของดาวเคราะห์ทั้ง 9 ดวงยกเว้นโลก ถูกตั้งชื่อตามเทพของชาวกรีก เพราะเชื่อว่าเทพเหล่านั้นอยู่บนสวรรค์ และเคารพบูชาแต่โบราณกาล ในสมัยโบราณจะรู้จักดาวเคราะห์เพียง 5 ดวงเท่านั้น(ไม่นับโลกของเรา) เพราะสามารถเห็นได้ ด้วยตาเปล่าคือ ดาวพุธ ดาวศุกร์ ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ประกอบกับดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ รวมเป็น 7 ทำให้เกิดวันทั้ง 7 ในสัปดาห์นั่นเอง และดาวทั้ง 7 นี้จึงมีอิทธิพลกับดวงชะตาชีวิตของคนเราตามความเชื่อถือทางโหราศาสตร์ ส่วนดาวเคราะห์อีก 3 ดวงคือ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน ดาวพลูโต ถูกค้นพบภายหลัง แต่นักดาราศาสตร์ก็ตั้งชื่อตามเทพของกรีก เพื่อให้สอดคล้องกันนั่นเอง

ทฤษฎีการกำเนิดของระบบสุริยะ

หลักฐานที่สำคัญของการกำเนิดของระบบสุริยะก็คือ การเรียงตัว และการเคลื่อนที่อย่างเป็นระบบระเบียบของดาวเคราะห์ ดวงจันทร์บริวาร ของดาวเคราะห์ และดาวเคราะห์น้อย ที่แสดงให้เห็นว่าเทหวัตถุ ทั้งหมดบนฟ้า นั้นเป็นของ ระบบสุริยะ ซึ่งจะเป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้เลย ที่เทหวัตถุท้องฟ้า หลายพันดวง จะมีระบบ โดยบังเอิญโดยมิได้มีจุดกำเนิด ร่วมกัน Piere Simon Laplace ได้เสนอทฤษฎีจุดกำเนิดของระบบสุริยะ ไว้เมื่อปี ค.ศ.1796 กล่าวว่า ในระบบสุริยะจะมีมวลของก๊าซรูปร่างเป็นจานแบนๆ ขนาดมหึมาหมุนรอบ ตัวเองอยู่ในขณะที่หมุนรอบตัวเองนั้นจะเกิดการหดตัวลง เพราะแรงดึงดูดของมวลก๊าซ ซึ่งจะทำให้ อัตราการหมุนรอบตัวเองนั้น จะเกิดการหดตัวลงเพราะแรงดึงดูดของก๊าซ ซึ่งจะทำให้อัตราการ หมุนรอบตัวเอง มีความเร็วสูงขึ้น เพื่อรักษามomentumเชิงมุม (Angular Momentum) ในที่สุด เมื่อความเร็ว มีอัตราสูงขึ้น จนกระทั่งแรงหนีศูนย์กลางที่ขอบของกลุ่มก๊าซมีมากกว่าแรงดึงดูด ก็จะทำให้เกิดมีวงแหวน ของกลุ่มก๊าซแยก ตัวออกไปจากศูนย์กลางของกลุ่มก๊าซเดิม และเมื่อเกิดการหดตัวอีกก็จะม้วนวงแหวนของกลุ่มก๊าซเพิ่มขึ้น ขึ้นต่อไปเรื่อยๆ วงแหวนที่แยกตัวไปจากศูนย์กลางของวงแหวนแต่ละวงจะมีความกว้างไม่เท่ากัน ตรงบริเวณ ที่มีความหนาแน่นมากที่สุดของวง จะคอยดึงดูดทั้งหมดในวงแหวน มารวมกันแล้วกลั่นตัว เป็นดาวเคราะห์ ดวงจันทร์ของดาว ดาวเคราะห์จะเกิดขึ้นจากการหดตัวของดาวเคราะห์ สำหรับดาวหาง และสะเก็ดดาวนั้น เกิดขึ้นจากเศษหลงเหลือระหว่างการเกิดของดาวเคราะห์ดวงต่างๆ ดังนั้น ดวงอาทิตย์ในปัจจุบันก็คือ มวลก๊าซ ดั้งเดิมที่ทำให้เกิดระบบสุริยะ ขึ้นมานั่นเอง นอกจากนี้ยังมีอีกหลายทฤษฎีที่มีความเชื่อในการเกิดระบบสุริยะ แต่ในที่สุดก็มีความเห็นคล้ายๆ กับแนวทฤษฎีของ Laplace ตัวอย่างเช่น ทฤษฎีของ Coral Von Weizsacker นักดาราศาสตร์ฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ซึ่งกล่าวว่า มีวงกลมของกลุ่มก๊าซและฝุ่นละอองหรือเนบิวลา ต้นกำเนิดดวงอาทิตย์ (Solar Nebular) ห่อหุ้มล้อมอยู่รอบดวงอาทิตย์ ขณะที่ดวงอาทิตย์เกิดใหม่ๆ และ ละอองสสารในกลุ่มก๊าซ เกิดการกระแทกซึ่งกันและกัน แล้วกลายเป็นกลุ่มก้อนสสาร ขนาดใหญ่ จนกลายเป็น เทหวัตถุแข็ง เกิดขึ้นในวงโคจรของดวงอาทิตย์ ซึ่งเราเรียกว่า ดาวเคราะห์ และดวงจันทร์ของ ดาวเคราะห์นั่นเอง



ระบบสุริยะของเรามีขนาดใหญ่โตมากเมื่อเทียบกับโลกที่เราอาศัยอยู่ แต่มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับกาแล็กซีของเราหรือ กาแล็กซีทางช้างเผือก ระบบสุริยะตั้งอยู่ในบริเวณ วงแขนของกาแล็กซีทางช้างเผือก (Milky Way) ซึ่ง

เปรียบเสมือนวง ล้อยักษ์ที่หมุนอยู่ในอวกาศ โดยระบบสุริยะ จะอยู่ห่างจาก จุดศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือกประมาณ 30,000 ปีแสง ดวงอาทิตย์ จะใช้เวลาประมาณ 225 ล้านปี ในการเคลื่อน ครอบรอบจุดศูนย์กลาง ของกาแล็กซี ทางช้างเผือกครบ 1 รอบ นักดาราศาสตร์จึงมี ความเห็นร่วมกันว่า เทหวัตถุทั้ง มวลในระบบสุริยะไม่ว่าจะเป็นดาวเคราะห์ทุกดวง ดวงจันทร์ของ ดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และอุกกาบาต เกิดขึ้นมาพร้อมๆกัน มีอายุเท่ากันตามทฤษฎีจุดกำเนิดของระบบ สุริยะ และจากการนำ เอาหิน จากดวงจันทร์มาวิเคราะห์การสลายตัว ของสารกัมมันตภาพรังสี ทำให้ทราบว่าดวงจันทร์มี อายุประมาณ 4,600 ล้านปี ในขณะเดียวกัน นักธรณีวิทยาก็ได้คำนวณ หาอายุของหินบนผิวโลก จากการสลายตัว ของออตม อะตอมยูเรเนียม และสารไอโซโทป ของธาตุตะกั่ว ทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า โลก ดวงจันทร์ อุกกาบาต มีอายุประมาณ 4,600 ล้านปี และอายุของ ระบบสุริยะ นับตั้งแต่เริ่มเกิดจากฝุ่นละอองก๊าซ ในอวกาศ จึงมีอายุไม่เกิน 5000 ล้านปี ในบรรดาสมาชิกของระบบสุริยะซึ่งประกอบด้วย ดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์น้อย ดวงจันทร์ ของดาวเคราะห์ดาวหาง อุกกาบาต สะเก็ดดาว รวมทั้งฝุ่นละอองก๊าซ อีกมากมาย นั้นดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ 9 ดวง จะได้รับความสนใจมากที่สุดจากนักดาราศาสตร์

ดาวเคราะห์ (Planets)

ดาวเคราะห์ หมายถึง ดาวที่ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง แต่สะท้อนแสงอาทิตย์ส่องเข้าไปตาเรา ดาวเคราะห์ แต่ละดวง มีขนาดและจำนวนดวงจันทร์บริวารไม่เท่ากัน อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็น ระยะทางต่างกัน และดวง ต่างก็อยู่ในระบบสุริยะ โดยหมุนรอบตัวเองโคจรรอบ ดวงอาทิตย์ด้วย ความเร็วต่างกันไป จากการศึกษา เรื่องราวเกี่ยวกับดาวเคราะห์โดยใช้โลกเป็นหลักในการแบ่ง

ดาวเคราะห์ เป็นดาวที่ไม่มีแสงในตัวเอง ไม่เหมือนกับดวงอาทิตย์ หรือดาวฤกษ์ ซึ่งสามารถส่องสว่างด้วยตนเองได้ แต่เราสามารถมองเห็นดาวเคราะห์ได้ เนื่องจากการที่ดาวเคราะห์ สะท้อนแสงจากดวงอาทิตย์ เข้าสู่ตาของเรานั้นเองแม้ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะจักรวาลของเรา จะมีถึง 8 ดวง (ไม่รวมโลก) แต่เราสามารถมองเห็นได้ ด้วยตาเปล่า เพียง 5 ดวงเท่านั้น คือ ดาวพุธ, ดาวศุกร์, ดาวอังคาร, ดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์ เท่านั้น ซึ่งชาวโบราณเรียก ดาวเคราะห์ทั้งห้านี้ว่า "The Wandering Stars" หรือ "Planetes" ในภาษากรีก และเรียกดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ ทั้งสองดวงว่า "The Two Great Lights" ซึ่งเมื่อรวมกันทั้งหมด 7 ดวง จะเป็นที่มาของชื่อวัน ใน 1 สัปดาห์ นั่นเอง

ดาวเคราะห์ทั้ง 9 สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มๆ ได้ดังนี้

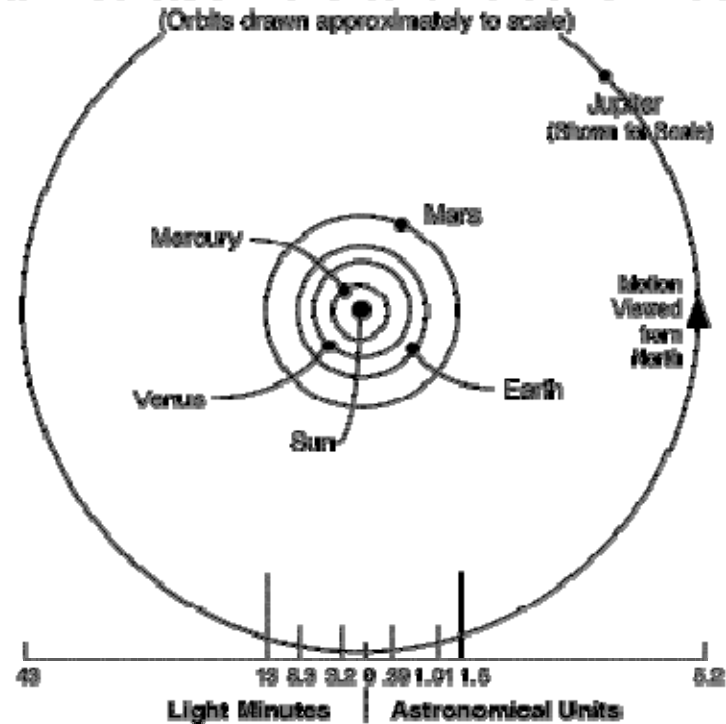
1. แบ่งตามลักษณะทางกายภาพ



- **ดาวเคราะห์ชั้นใน (Inner or Terrestrial Planets):** จะเป็นกลุ่มดาวเคราะห์ ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าอีกกลุ่ม เป็นดาวเคราะห์ที่เย็นตัวแล้วมากกว่า ทำให้มีผิวนอกเป็นของแข็ง เหมือนผิวโลกของเรา จึงเรียกว่า

Terrestrial Planets (หมายถึง "บนพื้นโลก") ได้แก่ ดาวพุธ (Mercury), ดาวศุกร์ (Venus), โลก (Earth) และดาวอังคาร (Mars) ซึ่งจะใช้แถบของ ดาวเคราะห์น้อย (Asteroid Belt) เป็นแนวแบ่ง

Mean Distances Of The Terrestrial Planets From The Sun



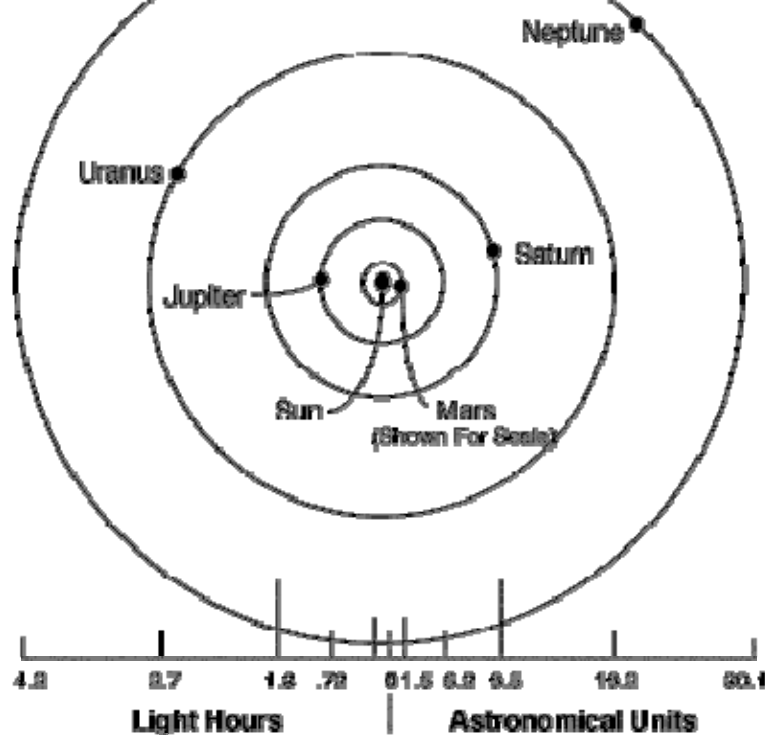
ภาพแสดงระยะทางเฉลี่ย ของดาวเคราะห์ชั้นใน จากดวงอาทิตย์ โดยที่ Light Minutes หมายถึง ระยะเวลาที่แสง เดินทางจากดวงอาทิตย์ มาถึงดาวเคราะห์นั้น (หน่วยเป็นนาที), และ Astronomical Units หมายถึง ระยะทาง ในหน่วยดาราศาสตร์ (AU)



- ดาวเคราะห์ชั้นนอก (Outer or Jovian Planets): จะเป็นกลุ่มดาวเคราะห์ ที่อยู่ไกลดวงอาทิตย์มากกว่าอีกกลุ่ม เป็นดาวเคราะห์ที่เพ็งเห็นตัว ทำให้มีผิวนอก ปกคลุมด้วยก๊าซ เป็นส่วนใหญ่ เหมือนพื้นผิวของดาวพฤหัสบดี ทำให้มีชื่อเรียกว่า Jovian Planets (Jovian มาจากคำว่า Jupiter-like หมายถึง คล้ายดาวพฤหัสบดี) ได้แก่ ดาวพฤหัสบดี (Jupiter), ดาวเสาร์ (Saturn), ดาวยูเรนัส (Uranus), ดาวเนปจูน (Neptune) และดาวพลูโต (Pluto)

Mean Distances Of The Jovian Planets From The sun

(Orbits drawn approximately to scale.
Pluto omitted to accommodate scale)



ภาพภาพแสดงระยะทางเฉลี่ย ของดาวเคราะห์ชั้นนอก จากดวงอาทิตย์ โดยที่ Light Hours หมายถึง ระยะเวลาที่แสง เดินทางจากดวงอาทิตย์ มาถึงดาวเคราะห์นั้น (หน่วยเป็นชั่วโมง) และ Astronomical Units หมายถึง ระยะทาง ในหน่วยดาราศาสตร์ (AU)

2. แบ่งตามวงทางโคจรดังนี้ คือ

- ดาวเคราะห์วงใน (Interior planets) หมายถึงดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก ได้แก่ดาวพุธและดาวศุกร์

- ดาวเคราะห์วงนอก (Superior planets) หมายถึง ดาวเคราะห์ที่อยู่ถัดจากโลกออกไป ได้แก่ ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน และดาวพลูโต

3. แบ่งตามลักษณะพื้นผิว ดังนี้

- ดาวเคราะห์ก้อนหิน ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก และดาวอังคาร ทั้ง 4 ดวงนี้มีพื้นผิวแข็งเป็นหิน มีชั้นบรรยากาศบางๆ ห่อหุ้ม ยกเว้นดาวพุธที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดไม่มีบรรยากาศ

- **ดาวเคราะห์ก๊าซ** ได้แก่ ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน จะเป็นก๊าซทั่วทั้งดวง อาจมีแกนหินขนาดเล็ก อยู่ภายใน พื้นผิวจึงเป็นบรรยากาศที่ปกคลุมด้วยก๊าซมีเทน แอมโมเนีย ไฮโดรเจน และฮีเลียม (สำหรับดาวพลูโตนั้นยังสรุปไม่ได้ว่าเป็นพวกใด เนื่องจากยังอยู่ห่างไกลจากโลกมาก)

นอกจากที่เราทราบว่า ดาวเคราะห์จะหมุนรอบตัวเอง โคจรไปรอบๆดวงอาทิตย์แล้ว แกนของแต่ละดาวเคราะห์ ยังเอียง (จากแนวตั้งฉากของการเคลื่อนที่) ไม่เท่ากันอีกด้วย นอกจากนี้ เมื่อเทียบทิศทางของ การหมุนรอบตัวเอง กับการหมุนรอบดวงอาทิตย์ ของแต่ละดาวเคราะห์ พบว่า ดาวศุกร์ (Venus), ดาวยูเรนัส (Uranus), และดาวพลูโต (Pluto) จะหมุนรอบตัวเอง แตกต่างไปจากดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในระบบสุริยะจักรวาลของเรา

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบงานที่ 6 เรื่อง ระบบสุริยะ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายการเกิดระบบสุริยะได้
2. อธิบายลักษณะของดาวเคราะห์ต่างๆได้
3. บอกตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในกาแล็กซีทางช้างเผือกได้
4. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้
5. นักเรียนมีทักษะในการทำงานกลุ่ม
6. นักเรียนเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
7. นักเรียนเกิดทักษะในการสื่อสารข้อมูลให้เพื่อนๆเข้าใจได้ดี

1. ดวงอาทิตย์มีวิวัฒนาการอย่างไร จะวิวัฒนาการต่อไปอย่างไร อธิบายพร้อมวาดภาพระบายสีประกอบตามจินตนาการของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สัณฐานของดวงอาทิตย์เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ดาวเคราะห์มีลักษณะและสมบัติอย่างไร

[illegible]

4. ดาวเคราะห์แบ่งออกเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง

[illegible]

5. ดาวพฤหัสบดีต่างจากโลกและดวงอาทิตย์อย่างไร อธิบายให้ชัดเจน

[illegible]

6. เมื่อดวงอาทิตย์เป็นดาวยักษ์แดงจะมีวิวัฒนาการอย่างไรและจะเกิดอะไรขึ้นกับโลกบ้าง

[illegible]

15. ดาวหางโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะใด.....
16. ดาวหางเกิดจากอะไร.....
.....
17. การวัดระยะทางในระบบสุริยะมักวัดเป็นหน่วยใด.....
18. 1 หน่วยดาราศาสตร์คืออะไร.....
19. 1 หน่วยดาราศาสตร์ (AU) มีค่าเท่าใด.....
20. หางของดาวหางเกิดจากอะไร.....
.....
21. ดาวหางมีส่วนประกอบ 3 ส่วนได้แก่.....
22. องค์ประกอบของดาวหาง ได้แก่.....
23. หางของดาวหางจะพุ่งไปในทิศทางใดเมื่อเขาใกล้ดวงอาทิตย์.....
.....
24. ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่มีลักษณะอย่างไร.....
25. บรรยากาศของดวงอาทิตย์มี 3 ชั้นได้แก่.....
26. จุดบนดวงอาทิตย์เกิดในชั้นบรรยากาศใด.....
27. ลมสุริยะเกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศใด.....
28. ลมสุริยะเกิดขึ้นจากสิ่งใด.....
29. ถ้าเกิดปรากฏการณ์ระเบิดจ้าขึ้น อนุภาคโปรตอนและอิเล็กตรอนจะเพิ่มมากขึ้น ทำให้
อนุภาคถูกปลดปล่อยจากดวงอาทิตย์เป็นจำนวนมากกว่าปกติ เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า
.....
30. พลังงานที่ดวงอาทิตย์ส่งมายังโลกแบ่งออกได้ 2 ประเภทใหญ่ ได้แก่
.....
31. พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ส่งมายัง โลกและมีผลกระทบต่อ โลกทันที เพราะเคลื่อนที่
ด้วยความเร็วสูง ได้แก่
.....
32. แสงเหนือหรือแสงใต้เกิดจากอะไร
.....
33. การระเบิดจ้ามียผลต่อโลกอย่างไร
.....
34. เหตุใดดาวเคราะห์และบริวารของดาวเคราะห์จึงต้องโคจรรอบดวงอาทิตย์
.....ปรากฏการณ์ที่ดาวต่าง ๆ ส่งแรงโน้มถ่วงซึ่งกันและกันเรียกว่า
.....

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระ วิทยาศาสตร์ (เอกภพ ดาวฤกษ์ ระบบสุริยะ)

- คำชี้แจง** 1.ให้นักเรียนเขียนชื่อชั้นห้อง และโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบ
- 2.ให้นักเรียนกากบาทลงบนตัวเลือกที่คิดว่าถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
 3. ห้ามทำเครื่องหมายใดๆลงในแบบทดสอบนี้
 - 4.ข้อสอบฉบับนี้มี 2 ตอนๆที่ 1 มีทั้งหมด 40ข้อเป็นแบบเลือกตอบ ตอนที่ 2 มี4ข้อเป็นแบบอธิบาย ใช้ เวลา50นาที

เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1.ระบบสุริยะอยู่ในดาราจักรรูปใด

- | | |
|------------------|------------------|
| 1.รูปกังหัน | 2.รูปกลมรีรูปไข่ |
| 3.รูปก้นหอยมีแกน | 4.ไร้รูปร่าง |
| 5.รูปรี | |

2.ข้อใดถูกที่สุด

- 1.บนดวงอาทิตย์เกิดปฏิกิริยาฟิวชั่น โดยไฮโดรเจนกลายเป็นฮีเลียม
- 2.บนดวงอาทิตย์เกิดปฏิกิริยาฟิวชั่น โดยฮีเลียมกลายเป็นไฮโดรเจน
- 3.บนดวงอาทิตย์เกิดปฏิกิริยาฟิวชั่น โดยฮีเลียมกลายเป็นไฮโดรเจน
- 4.บนดวงอาทิตย์เกิดปฏิกิริยาฟิวชั่น โดยไฮโดรเจนกลายเป็นฮีเลียม
- 5.บนดวงอาทิตย์เกิดปฏิกิริยาเคมีมีการใช้ก๊าซออกซิเจนเผาไหม้ในอัตราสูง

3.ข้อใดไม่ใช่เนบิวลา

- | | |
|------------------------------------|--------------------|
| 1.ซากซูเปอร์โนวา | 2. ก๊าซร้อนในอวกาศ |
| 3. กลุ่มก๊าซและฝุ่นละอองในอวกาศ | 4.เนบิวลาดาวฤกษ์ |
| 5. ซากที่เหลือจากการเกิดดาวนิวตรอน | |

4.ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชั่นเป็นปฏิกิริยาของก๊าซใด

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1.ไฮโดรเจน-ออกซิเจน | 2.คาร์บอน-ออกซิเจน |
| 3.ลิเทียม-ฮีเลียม | 4.ไฮโดรเจน-ฮีเลียม |
| 5.ไฮโดรเจน-ไนโตรเจน | |

5.ดาวฤกษ์มีแหล่งพลังงานมาจากอะไร

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| 1.นิวเคลียร์ฟิวชั่น | 2.นิวเคลียร์ฟิชชัน |
| 3.การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า | 4.เผาไหม้ทางเคมี |
| 5.การเผาไหม้ที่ใช้ก๊าซออกซิเจน | |

6. แอสโตรแลมคืออะไร

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1. อุปกรณ์เทียบเวลาสากล | 2. หอวิจัยลอยฟ้า |
| 3. เครื่องวัดมุม เพื่อหาดำแหน่งดาว | 4. ศูนย์วิจัยสเปกตรัมของดาวฤกษ์ |
| 5. สถานีอวกาศ | |

7. 1ปีแสงคือระยะทางในข้อใด

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1).300,000x60x60x24x365 กิโลเมตร | 2).300x60x60x7x52 กิโลเมตร |
| 3).300,000x60x60x24x30x12 กิโลเมตร | 4).300,000x60x60x24x7x52 กิโลเมตร |
| 5.300,000X60X60X24X366กิโลเมตร | |

8. กาแล็กซีที่มองเห็นด้วยตาเปล่าบนโลกได้ ได้แก่กาแล็กซีอะไร

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1.แอนโดรเมดา | 2.แมกเจนแลนใหญ่ |
| 3.แมกเจนแลนเล็ก | 4.เอ็นจีซี7479 |
| 5.ข้อ1,2,3 ถูก | |

9. เพราะเหตุใดเราจึงมองเห็นดาวอังคารเป็นสีแดง

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1) มีความร้อนสูงมาก | 2) สะท้อนแสงได้ดีมาก |
| 3) มีวงแหวนสีแดง | 4) มีฝุ่นสีแดง |
| 5) ไม่มีน้ำ | |

10. ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางกาแล็กซีทางช้างเผือกเป็นระยะทางเท่าไร

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1)15,000 ปีแสง | 2)30,000ปีแสง |
| 3)100,000 ปีแสง | 4)150,000 ปีแสง |
| 5.200,000ปีแสง | |

11. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- 1.มวลสารของเนบิวลากำลังยุบตัวลงแสดงว่ากำลังเกิดดาวดวงใหม่ขึ้น
- 2.มวลสารของเนบิวลากระจายออกจากกันแสดงว่าดาวดวงใหม่กำลังเกิดขึ้น
- 3.มวลสารของเนบิวลากระจายออกจากกันแสดงว่าเนบิวลากำลังสลายตัว
- 4.มวลสารของเนบิวลากำลังยุบตัวลงแสดงว่าเนบิวลากำลังสลายตัว
- 5.มวลสารของเนบิวลามีการยุบตัวลงแสดงว่ามีการรวมตัวของเนบิวลา

12. นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเอกภพเกิดจากอะไร

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1.พลังงานเปลี่ยนเป็นสาร | 2.เมฆฝุ่นละอองรวมตัวกัน |
| 3.การรวมตัวของหมู่ดาว | 4.สสารเปลี่ยนเป็นพลังงาน |
| 5.เนบิวลาสลายตัว | |

13. ทองคำและยูเรเนียมบนโลกเกิดจากอะไร

1. เกิดปฏิกิริยานบนโลกกลายเป็นทองคำและยูเรเนียม
2. ส่วนนอกของดาวฤกษ์หลุดออกเป็นเนบิวลาดาวเคราะห์
3. เกิดจากความร้อนภายในโลกทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง
4. ส่วนนอกของดาวฤกษ์ระเบิดออกเป็นธาตุหนักกระจายสู่อวกาศและเกิดโลก
5. พลังงานจากดวงอาทิตย์ทำให้สารในโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นทองคำและยูเรเนียม

14. ปรากฏการณ์ใดที่เกิดบนดวงอาทิตย์แล้วมีผลต่อโลก

1. จุดบนดวงอาทิตย์
2. ความเร็วแสง
3. อุณหภูมิ
4. การระเบิดจ้า
5. กำลังการส่องสว่าง

.จงใช้ข้อมูลข้างล่างตอบคำถามข้อ 15-16

ชนิดดาวฤกษ์	สเปกตรัมของดาวฤกษ์
A	สีแดง
B	สีขาว
C	สีส้ม
D	สีเหลือง

15. ดาวชนิดใดที่มีความสว่างมากที่สุด

1. A
2. B
3. C
4. D
5. B, D ถูก

16. ข้อใดเรียงลำดับอุณหภูมิบนดาวฤกษ์จากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

1. DACB
2. BDCA
3. ACDB
4. CBAD
5. ADCB

17. ดาวฤกษ์ที่จบชีวิตด้วยการระเบิดตัวเองที่เรียกว่าซูเปอร์โนวามีคุณสมบัติอย่างไร และ หลังการระเบิดเกิดอะไรขึ้น

1. มีมวลน้อยกลายเป็นดาวแคระขาว
2. มีมวลน้อยกลายเป็นหลุมดำ
3. มีมวลมากกลายเป็นหลุมดำ
4. มีมวลมากกลายเป็นดาวแคระดำ
5. มีมวลน้อยกลายเป็นดาวแคระดำ

18. เมื่อดวงอาทิตย์กลายเป็นดาวยักษ์แดงจะเกิดอะไรขึ้น

1. ดาวเคราะห์จะถูกเผาไหม้หมดทุกดวง
2. ดาวเคราะห์จะมีวงโคจรห่างออกไป
3. ดวงอาทิตย์จะดูดดาวเคราะห์เข้าไปใกล้
4. ดวงอาทิตย์จะกลืนดาวเคราะห์บริวาร
5. ดวงอาทิตย์จะระเบิดรุนแรง

19. การทดลองยิงยูเรเนียมด้วยนิวตรอนเพื่อให้นิวเคลียสแตกตัว เป็นต้นแบบของปฏิกิริยาใด

1. ฟิวชั่น
2. ฟิชชัน
3. ปฏิกิริยาหลุ่ใหม่
4. ปฏิกิริยาดูดความร้อน
5. ปฏิกิริยาคลายความร้อน

20. ดาวฤกษ์ที่มีขนาดต่างกันจะต่างกันในด้านใดบ้าง

1. ดาวฤกษ์ขนาดใหญ่จะมีแสงสว่างมากกว่าดาวฤกษ์ขนาดเล็กเมื่ออายุเท่ากัน
2. ดาวฤกษ์ขนาดใหญ่จะผลิตธาตุที่มีนิวเคลียสขนาดเล็ก
3. ดาวฤกษ์ขนาดใหญ่จะมีอายุยาวนานกว่าดาวฤกษ์ขนาดเล็ก
4. ดาวฤกษ์ขนาดเล็กจะอายุสั้นกว่าดาวฤกษ์ขนาดใหญ่
5. ข้อ 1 และ ข้อ 4 ถูก

21. อายุของดาวฤกษ์เราสามารถสังเกตได้จากอะไร

1. สี
2. ขนาดดาว
3. การโคจรของดาว
4. ตำแหน่งของดวงดาว
5. การส่องสว่างของดวงดาว

22. พลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์ เป็นพลังงานที่ได้จากพลังงานอะไร

1. ฟิชชัน
2. ฟิวชั่น
3. เผาคาร์บอน
4. เผาออกซิเจน
5. เผาไฮโดรเจน

23. ดาวฤกษ์จะเกิดขึ้นได้จะต้องมีอุณหภูมิที่แกนกลางไม่น้อยกว่ากี่เคลวิน

- 1) .5 ล้าน
- 2) 10 ล้าน
- 3) 15 ล้าน
- 4) 20 ล้าน
- 5) 25 ล้าน

24. พลังงานบนดาวฤกษ์เป็นพลังงานที่เกิดจากธาตุใดหลุ่ใหม่เป็นส่วนใหญ่

1. ไฮโดรเจน
2. ออกซิเจน
3. ฮีเลียม
4. คาร์บอน
5. ยูเรเนียม

25.ธาตุที่เป็นองค์ประกอบมากที่สุดของดาวฤกษ์คือข้อใด

- | | |
|------|------|
| 1).H | 2).O |
| 3).C | 4).N |
| 5).U | |

26.ลักษณะที่เหมือนกันของดาวฤกษ์คืออะไร.

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1.พลังงานและองค์ประกอบ | 2.สีและแหล่งกำเนิด |
| 3.องค์ประกอบและแหล่งกำเนิด | 4.พลังงานและแหล่งกำเนิด |
| 5. อุณหภูมิและแหล่งพลังงาน | |

27.ดาวฤกษ์แต่ละดวงมีความแตกต่างกันในเรื่องใด

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1.มวล อุณหภูมิ | 2.สี,ขนาด |
| 3.ความสว่างระยะทาง | 4.ความสว่าง,อุณหภูมิ |
| 5.พลังงาน,แหล่งกำเนิด | |

28.ในสภาวะเชื้อชีวิตธาตุที่ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตคือธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจนถ้าธาตุใดสิ่งมีชีวิตจะไม่เกิด

- | | |
|--|------------|
| 1.คาร์บอน | 2.ไฮโดรเจน |
| 3.ออกซิเจน | 4.ฮีเลียม |
| 5.)ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนอย่างหนึ่งอย่างใดไม่เกิดสิ่งมีชีวิต | |

29. เมื่อดาวฤกษ์มวลมากกว่าดวงอาทิตย์หลายๆเท่าเกิดการระเบิดอย่างรุนแรงจะกลายเป็นอะไร

- | | |
|--------------|----------------------|
| 1.ดาวแคระขาว | 2.หลุมดำ |
| 3.ดาวแคระดำ | 4.ดาวนิวตรอน |
| | 5.ข้อ 2 และข้อ 4 ถูก |

30.ข้อใดให้ความหมายของคำว่า หลุมดำถูกต้องที่สุด

- 1.บริเวณที่มีดสนิท
- 2.บริเวณที่มีแรงโน้มถ่วงมากแม้แสงสว่างยังไม่สามารถหลุดออกมาได้
- 3.บริเวณที่แสงส่องไปไม่ถึง
- 4.บริเวณที่ลึกลับ
- 5.บริเวณที่มีสีดำ

31.การยุบตัวของก๊าซในเนบิวลาเนื่องจากแรงโน้มถ่วงจะเกิดอะไรขึ้น

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 1.ความดันและอุณหภูมิของแก๊สสูงขึ้น | 2.ความดันและอุณหภูมิของแก๊สต่ำลง |
| 3.มวลและแสงสว่างของแก๊สเพิ่มขึ้น | 4.มวลและพลังงานของแก๊สต่ำลง |
| 5.มวลและพลังงานของก๊าซสูงขึ้น | |

32. ดวงอาทิตย์จะมีอายุอีกนานเท่าไรจึงจะเปลี่ยนสภาพไปจากปัจจุบัน

- 1). 1,000 ปี
- 2). 2,000 ล้านปี
- 3). 5,000 ล้านปี
- 4). 6,000 ล้านปี
- 5). 8,000 ล้านปี

33. ข้อใดแสดงการเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ถูกต้อง

1. เกิดจากนิวเคลียสไฮโดรเจน 1 อะตอม เป็นนิวเคลียส ฮีเลียม 4 อะตอม
2. เกิดจากนิวเคลียสไฮโดรเจน 4 อะตอม เป็นนิวเคลียส ฮีเลียม 1 อะตอม
3. เกิดจากนิวเคลียสฮีเลียม 1 อะตอม เป็นนิวเคลียส ฮีเลียม 4 อะตอม
4. เกิดจากนิวเคลียสฮีเลียม 4 อะตอม เป็นนิวเคลียส ฮีเลียม 1 อะตอม
5. เกิดจากนิวเคลียสไฮโดรเจน 4 อะตอม เป็นนิวเคลียสฮีเลียม 2 อะตอม

34. พลังงานจากปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงในข้อใด

1. แสง
2. ความร้อน
3. ปฏิกิริยาเคมี
4. มวลส่วนที่หายไป
5. ข้อ 2 และ ข้อ 3 ถูก

35. การวัดระยะจากโลกถึงดาวฤกษ์ต้องคำนวณจากสิ่งใดของดาวฤกษ์ดวงนั้น

1. แพร่รังสีของดาว
2. ระยะห่างจากดาวฤกษ์ถึงดวงอาทิตย์
3. ปริมาณแสงและขนาดของดาวฤกษ์
4. มุมวิฤติของดาวฤกษ์
5. ข้อ 2 และ ข้อ 4 ถูก

36. โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปของอะไร

1. ความร้อนและแสง
2. อนุภาคและแสง
3. ความร้อนและพายุแม่เหล็ก
4. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและอนุภาค
5. พลังงานแสงและพลังงานเคมี

37. มวลสารจากเนบิวลาลำส่วนใหญ่เกิดเป็นอะไรในระบบสุริยะ

1. โลก
2. ดาวหาง
3. ดวงอาทิตย์
4. ดาวเคราะห์น้อย
5. ดาวพฤหัสบดี

38. เศษที่เหลือจากดาวเคราะห์ยักษ์จะเป็นอะไร

1. ดาวหาง
2. ดาวตก
3. อุกาบาต
4. ดาวเคราะห์ดวงที่ 10
5. ข้อ 2 และ ข้อ 3 ถูก

39. ถ้าดาวหางวีนัสโลกจะเกิดอะไรขึ้น

1. สิ่งแวดล้อมบนโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง
2. โลกเกิดการแตกสลาย
3. เกิดภูเขาไฟน้ำแข็งสูงใหญ่
4. ก้อนน้ำแข็งขนาดใหญ่ปกคลุมโลก
5. เกิดการลุกไหม้รุนแรง

40. บนดาวอังคารควรมีลมพัดหรือไม่เพราะเหตุใด

1. ไม่ควร เพราะบรรยากาศเบาบางมาก
2. ไม่ควร เพราะบริเวณส่วนใหญ่เป็นภูเขา
3. ควร เพราะบริเวณต่างๆ ได้รับแสงอาทิตย์ต่างกัน
4. ควร เพราะบรรยากาศประกอบด้วยก๊าซต่างๆ คล้ายโลก
5. ไม่ควร เพราะไม่มีสิ่งมีชีวิต

ตอนที่ 2 ข้อทดสอบมีทั้งหมด 4 ข้อให้นักเรียนอ่านโจทย์ให้เข้าใจอย่างละเอียด แล้วจึงเขียนตอบพยายามเขียนให้อ่านง่ายเพื่อผลประโยชน์ของตัวนักเรียนเอง (ข้อละ 5 คะแนน)

1. นักเรียนคิดว่าเอกภพเกิดขึ้นตามทฤษฎีอะไร และมีเหตุผลใดที่เชื่อนั้นอธิบายเป็นข้อๆ ให้ชัดเจน

2. กาแล็กซีแอนโดรเมด้าอยู่ห่างจากกาแล็กซีทางช้างเผือก 2.2 ล้านปีแสง ผลรวมในการเคลื่อนที่ของกาแล็กซีทั้งสองมีค่า 480,000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถามว่ากาแล็กซีแอนโดรเมด้ามีโอกาสชนกับกาแล็กซีทางช้างเผือกหรือไม่เพราะอะไร และถ้ามีโอกาสชนกันอีกกี่ปีจึงจะชนกัน ให้แสดงเหตุผลพร้อมทั้งแสดงวิธีทำให้เข้าใจ

3. เมื่อดวงอาทิตย์จะสิ้นอายุขัย ก่อนสิ้นอายุขัยดวงอาทิตย์จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง และจะส่งผลกระทบต่อโลกบ้างอธิบายเป็นข้อๆ ตามหลักวิทยาศาสตร์

4.1 วันที่ 1 มกราคม กลุ่มดาวนายพรานขึ้นเวลา 18.00 น ในเวลาเดียวกันของวันที่ 1 มีนาคม ปีเดียวกันตำแหน่งของกลุ่มดาวนายพรานจะสูงเหนือขอบฟ้ากี่องศา

4.2 ดวงอาทิตย์ขึ้นเวลา 6.00 น และตกเวลา 18.00 น อยากทราบว่า เวลา 15.00 น ดวงอาทิตย์จะอยู่ที่ใด และสูงกี่องศา

1.นักเรียนคิดว่าเอกภพเกิดขึ้นตามทฤษฎีอะไร และมีเหตุผลใดที่เชื่อเช่นนั้นอธิบายเป็น
ข้อๆให้ชัดเจน

2.กาแล็กซีแอนโดรเมด้าอยู่ห่างจากกาแล็กซีทางช้างเผือก2.2ล้านปีแสงผลรวมในการเคลื่อนที่ของกาแล็กซีทั้งสองมีค่า 480,000กิโลเมตรต่อชั่วโมงถามว่ากาแล็กซีแอนโดรเมด้ามีโอกาสชนกับกาแล็กซีทางช้างเผือกหรือไม่เพราะอะไร และถ้ามีโอกาสชนกันอีกกี่ปีจึงจะชนกัน ให้แสดงผลพร้อมทั้งแสดงวิธีทำให้เข้าใจ

3. เมื่อดวงอาทิตย์จะสิ้นอายุขัย ก่อนสิ้นอายุขัยดวงอาทิตย์จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้างและจะส่งผลกระทบต่อโลกบ้างอธิบายเป็นข้อๆตามหลักวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.1วันที่ 1มกราคม กลุ่มดาวนายพรานขึ้นเวลา 18.00 น ในเวลาเดียวกันของวันที่ 1 มีนาคม ปีเดียวกันตำแหน่งของกลุ่มดาวนายพรานจะสูงเหนือขอบฟ้ากี่องศา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 ดวงอาทิตย์ขึ้นเวลา 6.00น และตกเวลา 18.00 น อยากทราบว่า เวลา 15.00 น. ดวงอาทิตย์จะอยู่ที่ใด และสูงกี่องศา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
 วิชา.....วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

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

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ วัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้เวลาทั้งสิ้น 50 นาที ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ 5 สถานการณ์ และตัวคำถามให้นักเรียนตอบคำถาม ในขอบเขตของข้อมูลที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น ในหนึ่งสถานการณ์ จะมีคำตอบ 6 ข้อ
2. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์แล้วพิจารณาตามความคิดเห็นของนักเรียนว่าถ้านักเรียนอยู่ในสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนจะมีการตัดสินใจอย่างไร สำหรับการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์นั้น ประกอบด้วยขั้นตอนการตัดสินใจ ดังต่อไปนี้
 1. การระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมายที่สำคัญจากสถานการณ์ และเป็นปัญหาที่มีแนวทางแก้ไขได้
 2. การระบุจุดประสงค์เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมายของปัญหาว่าต้องการแก้ไขปัญหานั้นเพื่ออะไรจากสถานการณ์ได้
 3. การวิเคราะห์ เป็นขั้นที่ผู้เรียน สามารถใช้ความคิดเพื่อบอกถึงว่าปัญหามีความเป็นมาอย่างไร และ ความสำคัญของปัญหาได้
 4. การตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถบอกถึงทางเลือกที่ใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหามาจากสถานการณ์ว่ามีทางเลือกใดบ้าง
 5. การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งที่ทำให้ประโยชน์สูงสุด เป็นไปได้มากที่สุด และบอกเหตุผลในการเลือกทางเลือกด้วย
 6. การตัดสินใจ โดยใช้ความรู้ที่ได้จากประสบการณ์เดิมทางวิทยาศาสตร์ เข้าไปตัดสินใจแก้ปัญหานั้น สถานการณ์ได้ โดยไม่ซ้ำกับทางเลือกที่นักเรียนเลือกแล้ว

ตัวอย่าง

สถานการณ์

ปิดเทอมนี้สุมาลีต้องการพักผ่อนเพราะเป็นโรคแพ้อากาศ คุณยายจึงชวนสุมาลีไปเที่ยวสวนผลไม้ที่ลำพูนซึ่งมีธรรมชาติที่สวยงาม อากาศบริสุทธิ์ทำให้สุขภาพแข็งแรง และหมอนแนะนำให้ไปพักผ่อนต่างจังหวัดบ้าง แต่พี่สาวของสุมาลีได้บัตรฟรีดูคอนเสิร์ตของพีเบิร์ด ธงไชย จึงชวนสุมาลีดูคอนเสิร์ตที่กรุงเทพ เพราะเห็นว่า เป็นนักร้องที่สุมาลีชอบมาก แต่สุมาลีก็เคยไปดูคอนเสิร์ตครั้งหนึ่งแล้ว พบว่าอากาศในกรุงเทพ เต็มไปด้วยมลพิษ ทำให้สุมาลีมีอาการเหนื่อย และหายใจไม่สะดวกเมื่อกลับมาถึงบ้าน

จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาจากสถานการณ์ คืออะไร
ปิดเทอมนี้สุมาลีจะไปพักผ่อนที่ไหนดี
2. จากปัญหาที่นักเรียนเลือกให้นักเรียนบอกจุดประสงค์ของการแก้ปัญหา
เพื่อไปพักผ่อนต่างจังหวัด ซึ่งทำให้สุขภาพแข็งแรงตามที่หมอนแนะนำ
3. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาคืออะไร
สุมาลีต้องการพักผ่อนตามที่หมอนแนะนำเนื่องจากสุมาลีเป็นโรคแพ้อากาศ
4. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์คืออะไร
 1. ไปเที่ยวสวนผลไม้ที่ลำพูนเพื่อสุขภาพแข็งแรง
 2. ไปดูคอนเสิร์ตพีเบิร์ดที่กรุงเทพ เพื่อความสนุก
5. ให้นักเรียนเลือกทางเลือกที่เหมาะสมให้ประโยชน์สูงสุดพร้อมบอกเหตุผลในการเลือก
ทางเลือกที่1 เพราะสุมาลีจะไปดูอากาศบริสุทธิ์ตามที่หมอนแนะนำ จะได้มีสุขภาพแข็งแรง
แต่ถ้าไปดูคอนเสิร์ตพีเบิร์ดแล้วจะทำให้อาการของโรคภูมิแพ้กำเริบได้
6. จากปัญหาให้นักเรียนใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนบอกถึงวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนตอบโดยใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมทางวิทยาศาสตร์ตอบโดยไม่ให้ซ้ำกับสถานการณ์เดิม

ชื่อนามสกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 1

สมศักดิ์อยู่ในชุมชนแห่งหนึ่งน่าอยู่อาศัยมาก ต่อมามีคนมาอาศัยเพิ่มมากขึ้นและมีโรงงานเกิดขึ้นหลายแห่งโรงงานแต่ละแห่งปล่อยควันสีดำเต็มท้องฟ้าบริเวณชุมชนที่อยู่อาศัยสร้างความเดือดร้อนรำคาญให้กับคนในชุมชนอย่างมาก สมศักดิ์ปลูกกุหลาบพันธุ์ดีจำนวนหนึ่งแต่ไม่นานก็เหี่ยวเฉาตายไป สมศักดิ์ซื้อมาปลูกใหม่และพยายามใส่ปุ๋ยดูแลอย่างดีแต่ก็ไม่งามสมศักดิ์จึงเข้าไปสังเกตใกล้ๆ ต้นกุหลาบและพบว่ามีส่วนเล็กๆ อยู่บนใบกุหลาบเต็มไปด้วยมดเกือบทุกใบและเกือบทุกต้น

จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้น นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาจากสถานการณ์ คืออะไร

.....

2. จากปัญหาที่นักเรียนเลือกให้นักเรียนบอกจุดประสงค์ของการแก้ปัญหา

.....

3. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาคืออะไร

.....

4. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์คืออะไร

.....

5. ให้นักเรียนเลือกทางเลือกที่เหมาะสมให้ประโยชน์สูงสุดพร้อมบอกเหตุผลในการเลือก

.....

6. จากปัญหาให้นักเรียนใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนบอกถึงวิธีการแก้ปัญหา

.....

สถานการณ์ที่ 2

สมชายนั่งเรือข้ามฟากจากฝั่งธน(ชื่อเดิม) มายังฝั่งกรุงเทพฯ บริเวณคลองสานมาขึ้นตรงบริเวณโรงแรม ใหญ่แห่งหนึ่ง ได้กลิ่นเหม็นมาก เมื่อมองไปที่ชายฝั่งก็พบมีน้ำสีคล้ำไหลออกมาจากท่อพร้อมกลิ่นเหม็นมาก สมชายนั่งดูอยู่มากกว่า 1 ชม. น้ำนั้นก็ยังไม่หยุดไหลและสีก็คงเหมือนเดิมคือมีสีคล้ำ วันต่อมา สมชายนำภาชนะมาบรรจุน้ำไปใส่ในตู้กระจกสองตู้ ขนาดเท่ากัน ตู้ใบที่หนึ่งใส่น้ำนั้นทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ พบว่าน้ำส่วนบนใสบ้าง ส่วนล่างยังคงมีตะกอนขุ่น และมีกลิ่นเหม็นเช่นเดิม ส่วนใบที่สองใส่น้ำลงไปในตัวใบที่หนึ่ง และปลูกต้นว่านน้ำ(พืชที่เจริญเติบโตได้น้ำ)ไว้ประมาณ 10 ต้น มี 2-3 ต้นใบออกสีเขียว 2-3 ใบ แต่น้ำใสขึ้นมากและกลิ่นเหม็นก็ลดลงไปมาก

จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาจากสถานการณ์ คืออะไร

.....

.....

2. จากปัญหาที่นักเรียนเลือกให้นักเรียนบอกจุดประสงค์ของการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

3. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาคืออะไร

.....

.....

.....

4. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์คืออะไร

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนเลือกทางเลือกที่เหมาะสมให้ประโยชน์สูงสุดพร้อมบอกเหตุผลในการเลือก

.....

.....

6.จากปัญหาให้นักเรียนใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนบอกถึงวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3

พื้นที่ชายฝั่งทะเลจังหวัดภาคใต้ เคยเป็นที่อุดมสมบูรณ์ด้วยสัตว์ทะเล ชาวบ้านริมฝั่งทะเลมีอาชีพหาปลาอยู่กันอย่างมีความสุขเรียบง่าย ต่อมาบริเวณชายฝั่งทะเลซึ่งเต็มไปด้วยป่าชายเลนถูกทำลายไปเกือบหมด สัตว์น้ำลดลงอย่างน่าใจหาย คนท้องถิ่นไม่สามารถประกอบอาชีพได้ เนื่องจากสัตว์น้ำมีไม่เพียงพอกับการทำการประมง ผู้นำชุมชนและคนในชุมชนจึงร่วมมือกันฟื้นฟูป่าชายเลน และขอความช่วยเหลือจากส่วนราชการทำปะการังเทียม เช่นนำตู้รถไฟเก่าๆที่อุปุนขนาดใหญ่ใส่ลงบริเวณชายฝั่งทะเลนั้น2-3ปีต่อมา สัตว์น้ำก็เพิ่มปริมาณมากขึ้นดังเดิมชาวบ้านมีวิถีชีวิตความเป็นอยู่ดีขึ้นเหมือนเดิมและมีอาชีพประมง ทุกคนอยู่กันอย่างมีความสุขภายในครอบครัวไม่มีการแยกย้ายไปประกอบอาชีพอื่น

จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาจากสถานการณ์ คืออะไร

.....

2. จากปัญหาที่นักเรียนเลือกให้นักเรียนบอกจุดประสงค์ของการแก้ปัญหา

.....

3. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาคืออะไร

.....

4. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์คืออะไร

.....

5. ให้นักเรียนเลือกทางเลือกที่เหมาะสมให้ประโยชน์สูงสุดพร้อมบอกเหตุผลในการเลือก

.....

6.จากปัญหาให้นักเรียนใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนบอกถึงวิธีการแก้ปัญหา

.....

สถานการณ์ที่ 4

สมชายปลูกต้นมะลิเพื่อเก็บดอกไว้ไหว้พระ และดมกลิ่นหอมๆ ขณะเดินเล่นในสนามสมชายพบว่าต้นมะลิไม่ค่อยออกดอก และใบต้นมะลิก็ไม่หนาแน่นเหมือนเดิม เขาจึงเดินเข้าไปสังเกตใกล้ต้นพบว่าใบมะลิและดอกมะลิมีรูพรุนจำนวนมากและพบว่ามีไข่แมลงและตัวหนอนที่ใบและดอกมะลิ สมชายไม่ต้องการใช้ยาฆ่าแมลงเพราะต้องการให้สิ่งแวดล้อมภายในบ้านอยู่ในลักษณะที่ดี สมชายวิตกกังวลมาก เขาจึงทำการศึกษาค้นคว้า และปรึกษากับผู้รู้จำนวนมากในที่สุดสมชายก็ตัดกิ่งที่แมลงกัดกินทั้งหมดเผาทำลายทิ้งทั้งสิ้นจากนั้นก็ใส่ปุ๋ยรดน้ำ และที่สำคัญคือนำเม็ดโฟมที่มีขนาดใหญ่กว่าไข่แมลงเดิมมาโรยที่ใบมะลิใบละ 3-4 เม็ดปรากฏว่ามีแมลงมากัดกินใบและดอกมะลิน้อยมาก

จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาจากสถานการณ์ คืออะไร

.....

.....

2. จากปัญหาที่นักเรียนเลือกให้นักเรียนบอกจุดประสงค์ของการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

3. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาคืออะไร

.....

.....

.....

4. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์คืออะไร

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนเลือกทางเลือกที่เหมาะสมให้ประโยชน์สูงสุดพร้อมบอกเหตุผลในการเลือก

.....

.....

.....

6. จากปัญหาให้นักเรียนใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนบอกถึงวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ภาคผนวก ช
แบบประเมินของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5
เรื่องกำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการดาวฤกษ์ ระบบสุริยะ

โดย : ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และการวัดผลประเมินผล

คำชี้แจง

1. การประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกำเนิดเอกภพวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ ระบบสุริยะ เพื่อวิเคราะห์หาค่า IC แบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินได้ดังนี้

1.1 ความชัดเจนของคำถาม

1.2 ความสอดคล้องกับจุดประสงค์

1.3 ความเหมาะสมของตัวเลือก

2. เกณฑ์การประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดประเมินผล มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 = เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด และ
ความชัดเจน ของข้อคำถาม สอดคล้องกับจุดประสงค์ และตัวเลือกมีความเหมาะสม

0 = เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด
และมีความชัดเจน ของข้อคำถาม สอดคล้องกับจุดประสงค์ และตัวเลือกมีความเหมาะสม

-1 = เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้น ไม่สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด
และไม่มีความชัดเจน ของข้อคำถาม ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ และตัวเลือกไม่มีความเหมาะสม

ตารางบันทึกความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมิน การประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			ข้อที่	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1		+1	0	-1
1				25			
2				26			
3				27			
4				28			
5				29			
6				30			
7				31			
8				32			
9				33			
10				34			
11				35			
12				36			
13				37			
14				38			
15				39			
16				40			
17				41			
18				42			
19				43			
20				44			
21				45			
22				46			
23				47			
24				70			

แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง :
 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม

โดย : ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และการวัดผลประเมินผล

คำชี้แจง

1. การประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ เพื่อวิเคราะห์หาค่า IC แบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินได้ดังนี้

- 1.1 ความชัดเจนของคำถาม
- 1.2 ความสอดคล้องกับทักษะที่ต้องการวัด
- 1.3 ความสอดคล้องกับจุดประสงค์

2. เกณฑ์การประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดผล

ประเมินผล มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 = เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด มีความชัดเจน ของข้อความถามและมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 = เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ที่ต้องการวัด มีความชัดเจน ของข้อความถามและมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 1 = เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ไม่มีความชัดเจน ของข้อความถามและไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

ตาราง บันทึกความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจ
อย่างสร้างสรรค์

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			ข้อที่	ระดับความคิดเห็น		
	+ 1	0	-1		+ 1	0	-1
1				25			
2				26			
3				27			
4				28			
5				29			
6				30			
7				31			
8				32			
9				33			
10				34			
11				35			
12				36			
13				37			
14				38			
15				39			
16				40			
17				41			
18				42			
19				43			
20				44			
21				45			
22				46			
23				47			
24				48			

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล

นายธนศักดิ์ ศรีพิทักษ์พาณิชย์

วันเดือนปีเกิด

22 กุมภาพันธ์ 2495

สถานที่เกิด

อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

415/5 สุขสวัสดิ์ 27 แขวงบางปะกอก เขตราชบุรีบูรณะ

กรุงเทพมหานคร 10140

ตำแหน่งหน้าที่การงาน

ครู

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก

กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์ 02-6307111-25

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2520

การศึกษาศาสตรบัณฑิต (กศ.บ.) วิชาเคมี

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2549

การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) วิชาเอกการมัธยมศึกษา

(การสอนวิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ