



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งาน
และพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

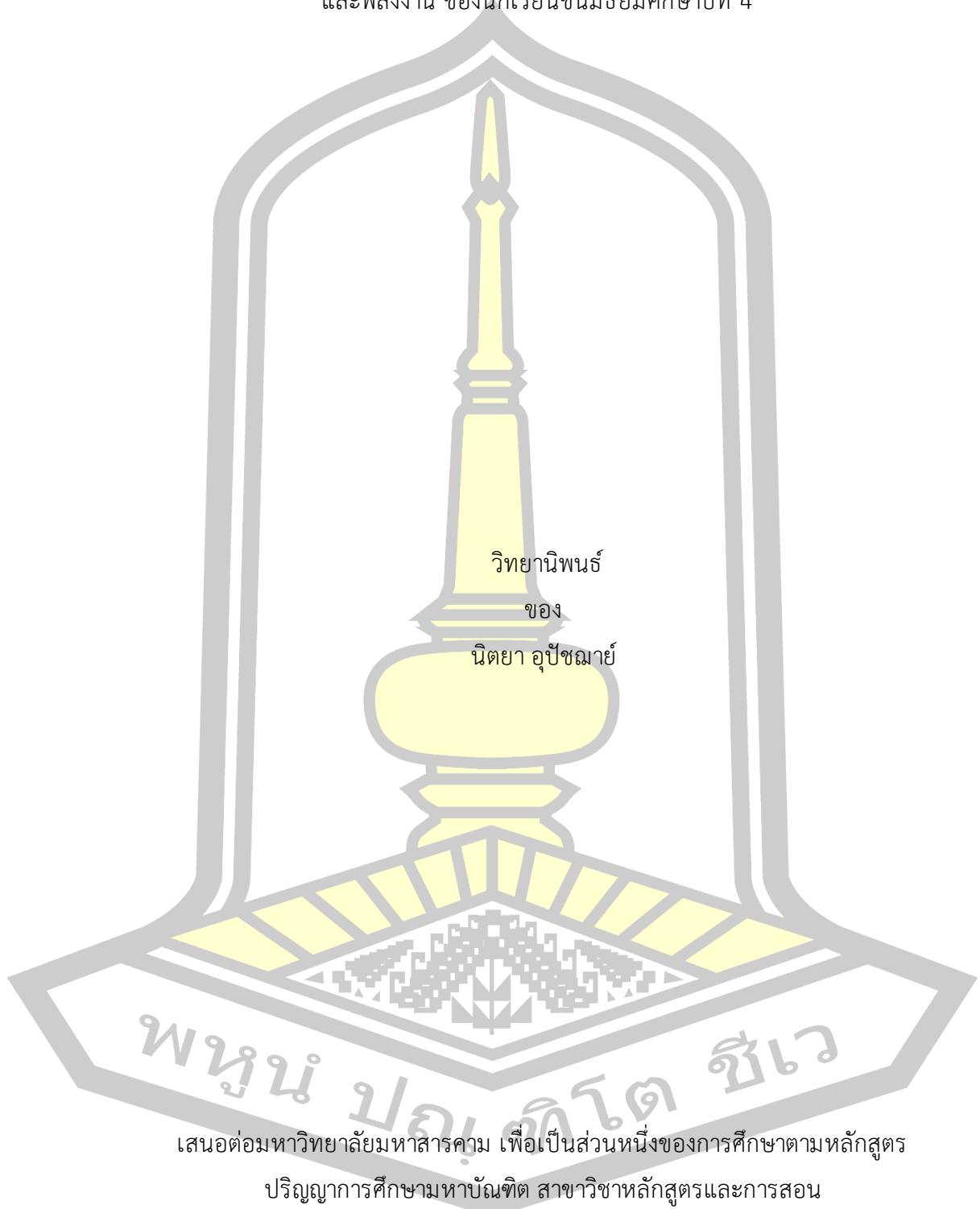
วิทยานิพนธ์
ของ
นิตยา อู่ชฌมาย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

สิงหาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งาน
และพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

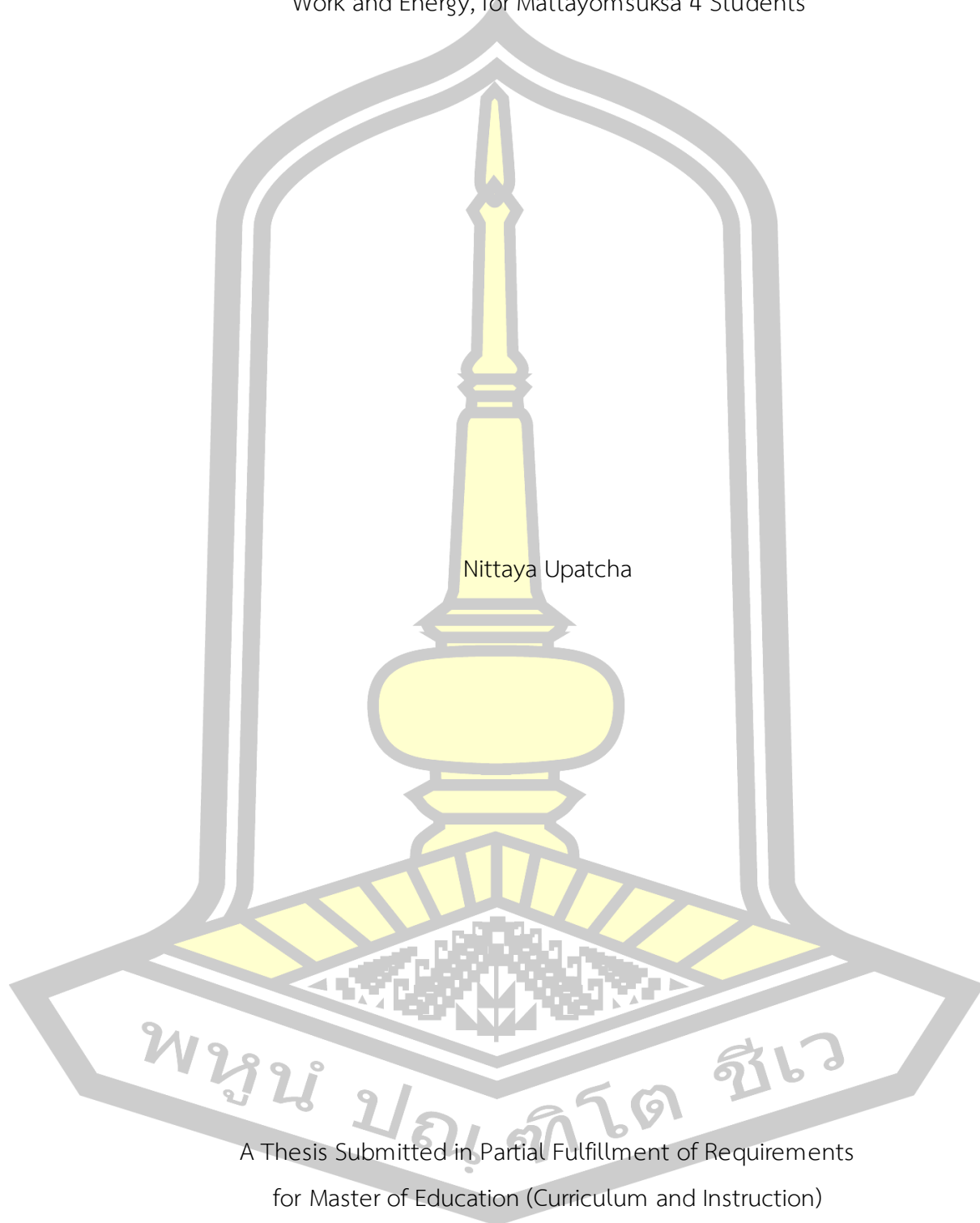


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

สิงหาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Developing the inquiry-based science activities based on STEM education entitled,
Work and Energy, for Mattayomsuksa 4 Students



Nittaya Upatcha

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

August 2021

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวนิตยา อุปป์ชฌาย์
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อ. ดร. อารยา ปิยะกุล)

กรรมการ

(ผศ. ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา เรื่อง งาน และพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
ผู้วิจัย	นิตยา อูปัชฌาย์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. อารยา ปิยะกุล		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งาน และพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ห้องเรียน 1 ห้อง จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 – 0.39 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.46-0.79 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71 และ 3) แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.51-0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.69-0.80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบสมมติฐานใช้ค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยสรุป การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพที่เหมาะสมที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้กับนักเรียนให้ดีขึ้น

คำสำคัญ : สืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



TITLE	Developing the inquiry-based science activities based on STEM education entitled, Work and Energy, for Mattayomsuksa 4 Students		
AUTHOR	Nittaya Upatcha		
ADVISORS	Araya Piyakun , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Curriculum and Instruction
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2021

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to compare the learning achievement before and after learning through inquiry-based science activities based on STEM education and 2) to compare the creative problem solving ability before and after learning. The sample of this study consisted of 22 Matthayomsuksa four who studied at Mahachapitayakhan School, Secondary Educational Service Area Office 33 in the second semester of the academic year 2020. Research instruments included the lesson plans, achievement test, with discrimination value ranging 0.22-0.39, difficulty index value ranging 0.46-0.79, and reliability value at 0.71, and creative problem solving test, with discrimination value ranging 0.51-0.72, difficulty index value ranging 0.69-0.80, and reliability value at 0.87. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, and t-test dependent.

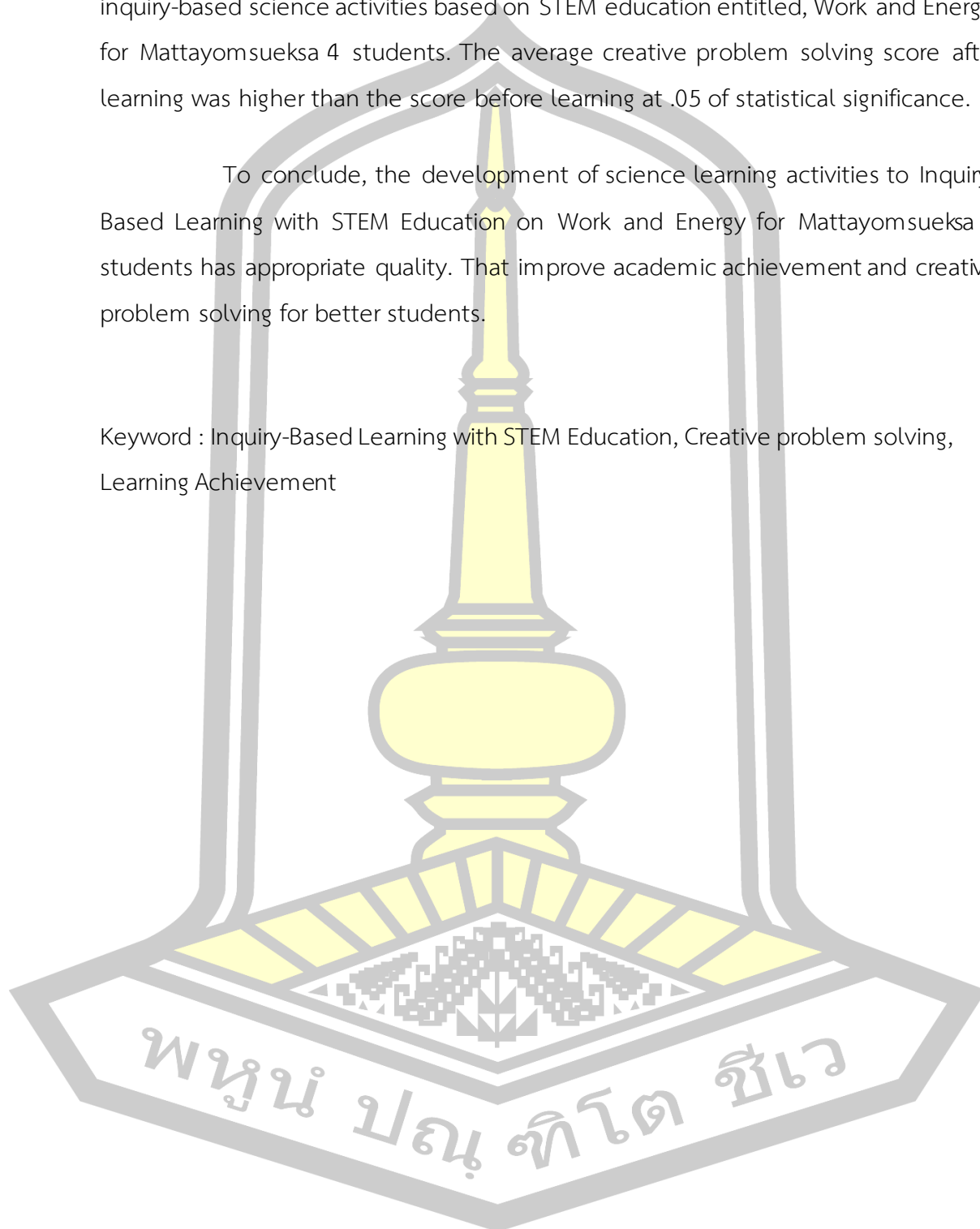
The results of research found that :

1. The learning achievement before and after learning through the inquiry-based science activities based on STEM education entitled, Work and Energy, for Mattayomsueksa 4 students. The average achievement score after learning was higher than the score before learning at .05 of statistical significance.

2. The creative problem solving before and after learning through the inquiry-based science activities based on STEM education entitled, Work and Energy, for Mattayomsueksa 4 students. The average creative problem solving score after learning was higher than the score before learning at .05 of statistical significance.

To conclude, the development of science learning activities to Inquiry-Based Learning with STEM Education on Work and Energy for Mattayomsueksa 4 students has appropriate quality. That improve academic achievement and creative problem solving for better students.

Keyword : Inquiry-Based Learning with STEM Education, Creative problem solving, Learning Achievement



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์ เนื่อง เณลิม ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา ฝาระนัด กรรมการสอบ ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ นายบรรจบ สายสมบัติ และ อาจารย์ ดร.กมลรัตน์ ฉิมพาลี ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย ให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง ส่งผลให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่อนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดจนคณะครูโรงเรียนมหาชัยพิทยาคารทุกท่าน และนักเรียนที่เกี่ยวข้อง

ขอขอบคุณ คุณพ่อสมควร อุปัชฌาย์ คุณแม่รำไพ จตุพร และคุณพ่อสมเกียรติ รั้งชี ที่เป็นกำลังใจ และแรงผลักดันสนับสนุนในการทำครั้งนี้จนประสบผลสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์อันใดที่ได้จากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาแด่พระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ที่ให้การศึกษา อบรมสั่งสอนให้มีสติปัญญาและคุณธรรม เป็นเครื่องชี้้นำการดำเนินชีวิตที่ดีงาม

นิตยา อุปัชฌาย์

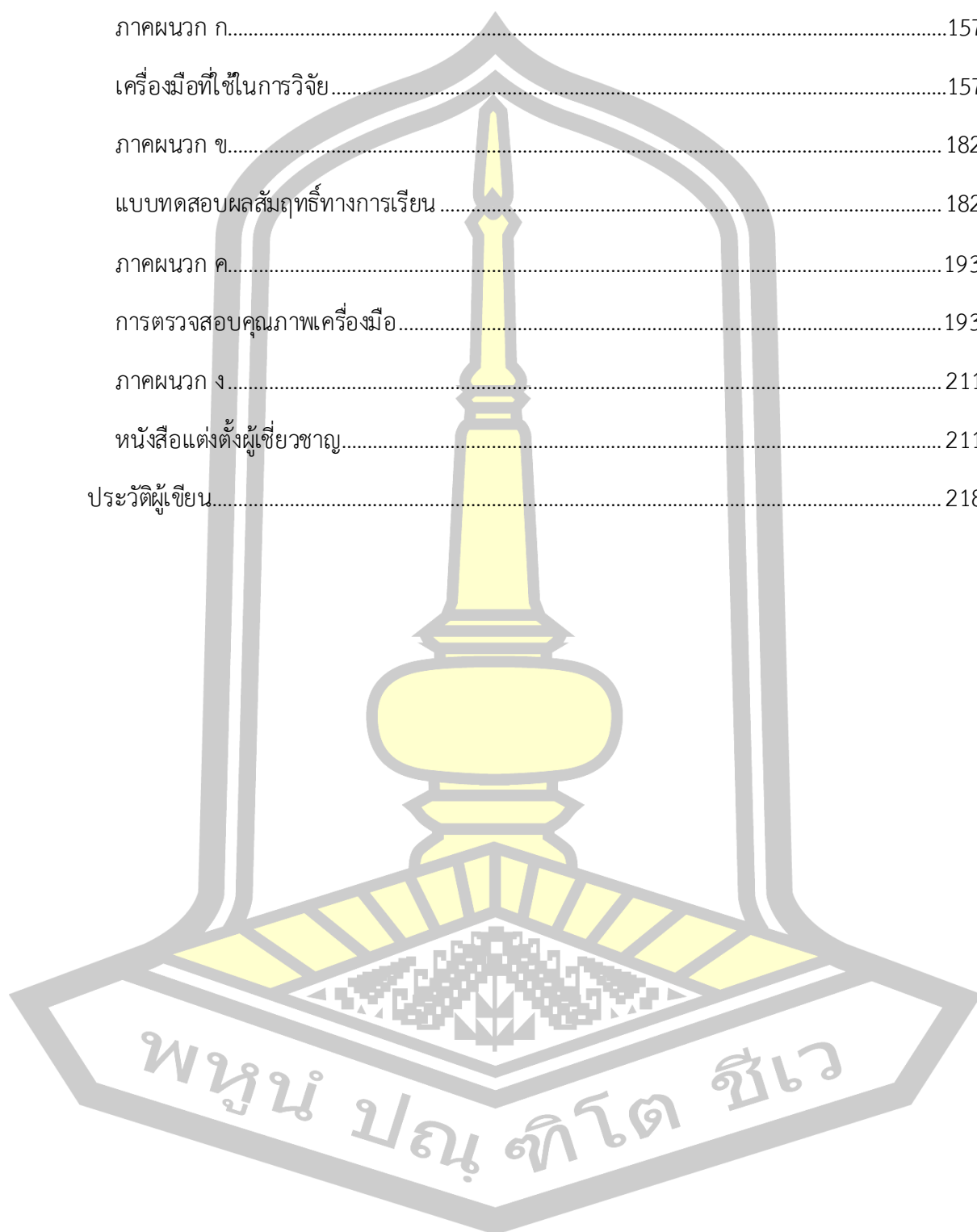
พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
บัญชีตาราง.....	ฉ
บัญชีรูปภาพ.....	๗
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
บทที่ 2.....	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	11
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	20
การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM).....	34
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	54
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	64

แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	69
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	95
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	108
งานวิจัยในประเทศ.....	108
งานวิจัยต่างประเทศ.....	112
บทที่ 3.....	114
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	114
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	114
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	114
วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	115
วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	129
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	131
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	132
บทที่ 4.....	137
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	137
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	137
ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	137
บทที่ 5.....	140
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	140
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	140
สรุปผล.....	140
อภิปรายผล.....	141
ข้อเสนอแนะ.....	145
บรรณานุกรม.....	146

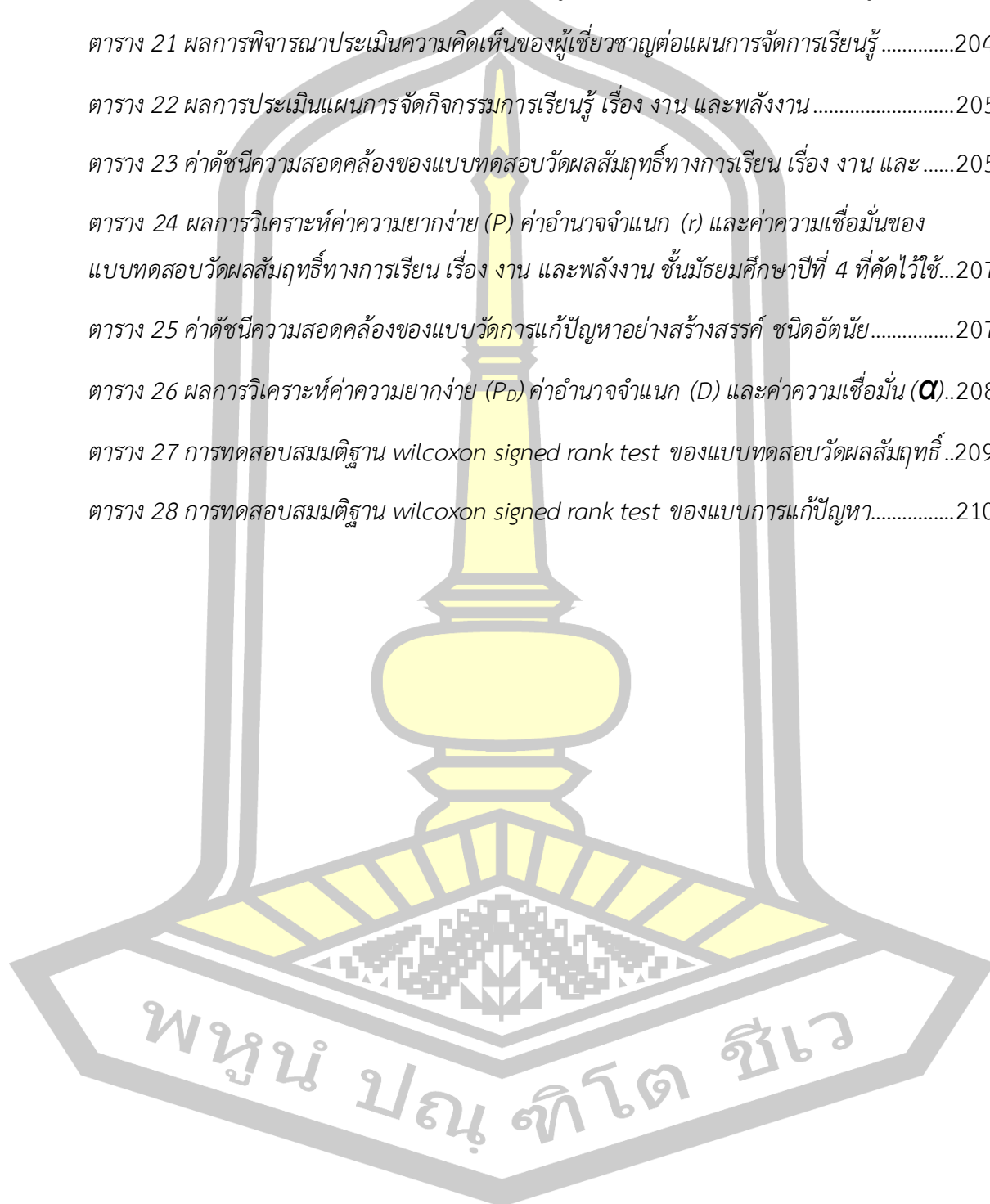
ภาคผนวก.....	156
ภาคผนวก ก.....	157
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	157
ภาคผนวก ข.....	182
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	182
ภาคผนวก ค.....	193
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	193
ภาคผนวก ง.....	211
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ.....	211
ประวัติผู้เขียน.....	218



บัญชีตาราง

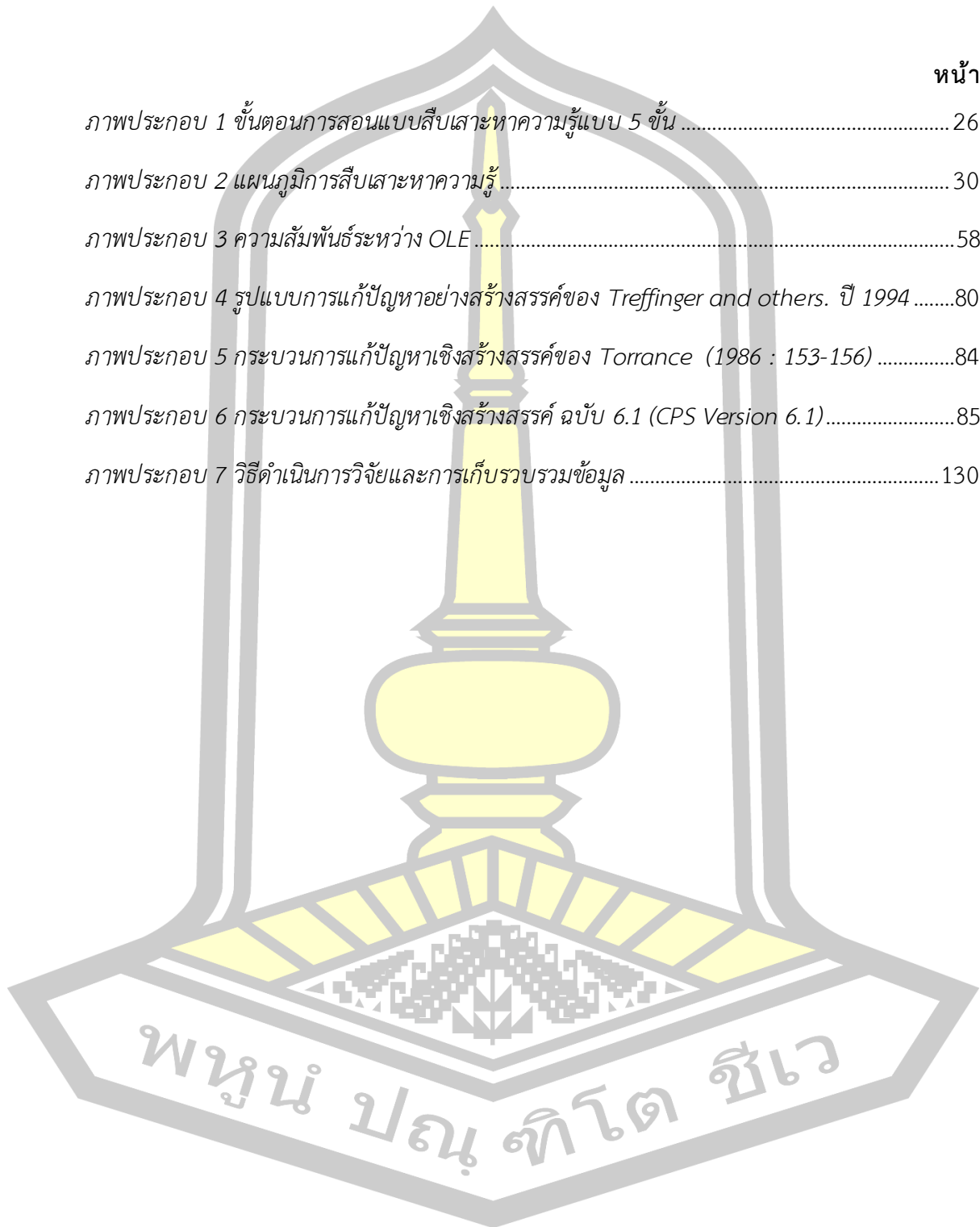
	หน้า
ตาราง 1 กรอบระยะเวลาการปรับระบบการศึกษาให้เป็น “STEM Education”	40
ตาราง 2 แสดงตัวอย่างกำหนดขอบเขตความท้าทายหรือปัญหาที่จะประยุกต์ใช้ใน	76
ตาราง 3 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Isaksen and Treffiger ปี 1985	78
ตาราง 4 การเปรียบเทียบระหว่างการแก้ปัญหากับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	88
ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่าง สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	115
ตาราง 6 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	123
ตาราง 7 วิเคราะห์องค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจำนวนข้อสอบ	126
ตาราง 8 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของ Treffinger, Isaken	127
ตาราง 9 เกณฑ์ประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Rubrics).....	128
ตาราง 10 ระยะเวลาในการทดลองของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนของกลุ่มตัวอย่าง	131
ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการ ...	138
ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	138
ตาราง 13 การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทาง	139
ตาราง 14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน.....	196
ตาราง 15 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้.....	198
ตาราง 16 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้.....	199
ตาราง 17 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้.....	200
ตาราง 18 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้.....	201

ตาราง 19 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้.....	202
ตาราง 20 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้.....	203
ตาราง 21 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้.....	204
ตาราง 22 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง งาน และพลังงาน.....	205
ตาราง 23 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งาน และ.....	205
ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่คัดไว้ใช้.....	207
ตาราง 25 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ชนิดอัตนัย.....	207
ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_D) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (α).....	208
ตาราง 27 การทดสอบสมมติฐาน wilcoxon signed rank test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	209
ตาราง 28 การทดสอบสมมติฐาน wilcoxon signed rank test ของแบบการแก้ปัญหา.....	210



บัญชีรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น	26
ภาพประกอบ 2 แผนภูมิการสืบเสาะหาความรู้	30
ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง OLE	58
ภาพประกอบ 4 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Treffinger and others. ปี 1994	80
ภาพประกอบ 5 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1986 : 153-156)	84
ภาพประกอบ 6 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ฉบับ 6.1 (CPS Version 6.1)	85
ภาพประกอบ 7 วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล	130



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ทักษะการเรียนรู้การสอนในศตวรรษที่ 21 จึงมีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากภายนอกมากกว่าเรียนรู้ภายในห้องเรียน ซึ่งการออกแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิดค้นคว้า ลงมือทำ สรุปลงนำเสนอ และสะท้อนความคิดจากสิ่งที่ได้ทำและได้เรียนรู้ (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม , 2557) ดังนั้น การศึกษาวิทยาศาสตร์จึงเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศตามนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีงบประมาณ 2558 ที่ได้กำหนดยุทธศาสตร์ในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทุกระดับทุกประเภท นอกจากนี้ยังได้ตระหนักถึงความสำคัญและเตรียมความพร้อมด้านวิชาชีพให้ผู้เรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้ผู้เรียนในแต่ละระดับการศึกษามองเห็นภาพงานอาชีพต่าง ๆ เพื่อการทำงานให้เป็นที่ไปตามความต้องการของสังคมหรือที่เรียกว่าทักษะแห่งอนาคตใหม่ในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

โลกในปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนาและปรับเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา ทำให้ระบบการศึกษาต้องมีการแก้ไขปรับเปลี่ยน เพื่อให้นักเรียนมีทักษะพื้นฐานที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตแบบใหม่ จึงต้องเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเพื่อให้มีทักษะพร้อมรับกับศตวรรษที่ 21 ดังนั้น ระบบการศึกษาจำเป็นจะต้องสอนให้นักเรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ สามารถใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา และการคิดตัดสินใจ การคิดเชื่อมโยงความรู้สู่การพัฒนานวัตกรรม ด้วยเหตุนี้การพัฒนานักเรียนจึงมีความสำคัญมากต่อการพัฒนาประเทศ (กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์, 2558 : 1-9) และเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว และมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น การแก้ปัญหาด้วยวิธีการเดิม ๆ มักใช้ไม่ได้ผล จึงจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ๆ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จึงมีความจำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน เพราะความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้มองเห็นโอกาสที่นำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ การประดิษฐ์คิดค้นและก่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ไม่หยุดยั้ง การมีความคิดสร้างสรรค์จะทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เข้ามาได้อย่างรวดเร็ว และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ได้โดดเด่นกว่าผู้อื่น (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2556 : 30-40)

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการสำคัญยิ่งที่มนุษย์จะนำไปใช้แก้ปัญหาที่ประสบ ด้วยวิธีที่ดีที่สุดสำหรับตัวของเขาเอง และควรเป็นการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ มีกระบวนการที่คำนึงถึงผลดี ผลเสีย มี

การพิจารณาอย่างรัดกุมและไปในทางที่สร้างสรรค์ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการจูงใจดีหรือไม่เพียงใด ความสามารถในการแก้ปัญหของมนุษย์นั้นเป็นทักษะหนึ่งที่สามารถฝึกฝนได้ เพียงแต่นักเรียนมีโอกาสดูฝึกการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอก็ย่อมเกิดประโยชน์ได้อย่างแน่นอน และวิธีการที่ครูจะฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา คือ การฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอ การทำงานทำให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้นย่อมจะช่วยให้มีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้น เพราะในการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูและนักเรียนจะต้องเผชิญกับ ปัญหาอยู่ตลอดเวลาวิธีการแก้ปัญหอาจไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไป อาจใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ กันเพื่อให้ปัญหาได้รับการแก้ไขไปด้วยดี โดยจะต้องเป็นการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2554 : 1-2)

การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) นับเป็นความคิดรูปแบบหนึ่งที่ต้องอาศัยทั้งองค์ประกอบของการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นความสามารถทางสติปัญญาที่ต้องอาศัยความสามารถในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์จำเป็นต้องนำความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตัวบุคคลมาใช้จัดการกับปัญหาให้เกิดผลการปฏิบัติตามเป้าหมาย และความต้องการ (พัชรา พุ่มพชาติ, 2552 : 2) การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ นั้นเป็นทางเลือกใหม่สำหรับการแก้ปัญหา การมีทักษะในการแก้ปัญหจะช่วยลด ความไม่สบายกาย ไม่สบายใจที่อาจจะเกิดขึ้นจากปัญหาต่าง ๆ สำหรับความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นความคิดขั้นสูง ที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ฉะนั้นการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ จึงเป็นการคิดหาแนวทาง วิธีการใหม่ ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา และเป็นรูปแบบการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหจะต้องประยุกต์จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ สัจยชาติญาณ แนวคิดใหม่ ๆ ร่วมกับข้อเท็จจริงที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา ที่มีประสิทธิภาพ และมีคุณค่าเหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ (Isaken and Treffinger, 1991 : 89-93) และ Treffinger (Treffinger and others, 1995 : 301-312) ได้ให้คำนิยามว่า การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เป็นวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยผ่านกรอบทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาและวิเคราะห์การแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1. การเข้าใจความท้าทาย 2. การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา 3. การเตรียมการแก้ปัญหา และ 4. การวางแผนการปฏิบัติ ดังนั้น จึงควรที่จะต้องพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นกับเด็กนักเรียนทุกคน ในการจัดกิจกรรมการฝึกความพร้อมเรื่อง การแก้ปัญหา มีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะ และถ่ายโยงความแตกต่างระหว่างทฤษฎีปฏิบัติ ได้ดีขึ้น วิธีการแก้ปัญหอาจไม่มีวิธีที่แน่นอนตายตัวเสมอไป อาจใช้กลยุทธ์หรือเทคนิคต่าง ๆ กัน

เพื่อให้ปัญหาได้รับการแก้ไขด้วยดีดังที่ Albrecht (1988 : 21) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาอาจใช้วิธีที่แปลกแตกต่างออกไปจากวิธีเดิมที่เคยใช้หรือมองปัญหาในลักษณะที่ผิดไปจากเดิม ขยายขอบเขตทางเลือกให้มีเส้นทางที่แปลก ๆ เข้าไปด้วย และบางครั้งอาจไปตามเส้นทางความคิดสร้างสรรค์ได้ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ของครูในแต่ละครั้ง นอกจากจะต้องการให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้นแล้วยังต้องให้นักเรียนได้รู้จักคิดเพื่อวิเคราะห์หาเหตุผล ตลอดจนการคิดเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันได้

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของโรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร ซึ่งทางโรงเรียนได้กำหนดค่าเป้าหมายในการยกระดับคุณภาพการศึกษา (O-NET) เพิ่มขึ้นกว่าปีการศึกษาที่ผ่านมา อยู่ในช่วง 0.01 – 1.00 คะแนน ถือว่าผ่านเกณฑ์จากผลการวัดและประเมินผลระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2559 ถึง 2562 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย คือ 30.56 28.70 30.65 และ 27.27 ตามลำดับ เมื่อคำนวณผลต่างคะแนนเฉลี่ย (O-NET) ระหว่างปีการศึกษา 2561-2562 ผลที่ได้ คือ -3.38 ซึ่งเป็นค่าลดลงถึงร้อยละ 11.03 ของคะแนนทั้งหมด และ จากการรายงานผลการวัดและประเมินผลระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2559 ถึง 2562 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย คือ 27.60 23.80 26.62 และ 23.00 ตามลำดับ เมื่อคำนวณผลต่างคะแนนเฉลี่ย (O-NET) ระหว่างปีการศึกษา 2561-2562 ผลที่ได้ คือ -3.62 ซึ่งเป็นค่าลดลงถึงร้อยละ 13.60 ของคะแนนทั้งหมด ดังนั้นแล้วเมื่อคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไม่ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่โรงเรียนตั้งไว้ ครูผู้สอนจึงควรเร่งพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการใหม่เพื่อให้ได้มาซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดียิ่งขึ้น และนักเรียนต้องมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ (โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร, 2563) โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวข้างต้น ผู้สอนควรจัดการเรียนสอนให้ผู้เรียนได้เรียนองค์ความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ไม่ใช่แค่การเรียนเนื้อหาเพื่อการท่องจำแต่ผู้เรียนต้องมีบทบาทสำคัญในการลงมือเรียนรู้ ปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าหาความรู้ที่มีระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลากหลายสาขาวิชามาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และคณะ, 2553 : 25)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T)

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยเป็นการนำเอาวิธีการสอนและจุดเด่นของแต่ละแขนงวิชามารวมกันอย่างลงตัว ซึ่งเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนแรงงานคุณภาพทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา สะเต็มศึกษาจึงเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ต่อยอดในสถานการณ์โลกปัจจุบัน (ปาริชาติ ประเสริฐสังข์, 2556:129-141; สิริินภา กิจเกื้อกุล, 2558 : 154-160) นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์ หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556 : 49-56) โดยในการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษานั้นจะเน้นไปที่กระบวนการทางวิศวกรรมคือ การออกแบบทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้ววิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสม และเน้นที่การประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานออกมา แต่อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นไปที่การได้มาซึ่งคำตอบของข้อสงสัยหรือองค์ความรู้ที่เป็นทฤษฎีนั้น แนวทางการสืบเสาะหาความรู้ก็ยังคงควรนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประกอบกันไปด้วย (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556 : 15-18) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมแก่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จึงควรนำเอาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้

การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นไปที่การเกิดการเรียนรู้จากการค้นคว้า ทดลอง การตั้งคำถาม หาเหตุผล และสรุปผลออกมาเองของผู้เรียน โดยมีผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดความอยากรู้ตลอดจนผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งได้มีการแทรกการบูรณาการระหว่าง 4 ศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาเข้าไปในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนสอน ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ 1. ขั้นสร้างความสนใจ 2. ขั้นสำรวจและค้นคว้า 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4. ขั้นขยายความรู้ 5. ขั้นประเมิน โดยได้มีการแก้ไขปัญหาระหว่างเรียนจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เป็นการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ออกแบบ และสร้างชิ้นงานขึ้นมาโดยใช้ขั้นตอน กระบวนการ วิธีการ หรือแนวทางที่มีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนช่วยในการแสวงหาวิธีการในการจัดการกับปัญหาโดยมีการใช้ความรู้ ความคิด จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ตามกรอบแนวคิดของ Treffinger ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงสามารถพัฒนาการคิดในการ

แก้ปัญหาได้ด้วยความคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนากระบวนการหรือแนวคิดใหม่ ๆ เน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติมาสร้างสิ่งประดิษฐ์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงานในอนาคต

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะที่รับผิดชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งาน และพลังงาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จึงเล็งเห็นว่า จะนำประสบการณ์ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการดำรงชีวิตในแต่ละวันหรือได้สัมผัสกับเหตุการณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับ เรื่อง งานและพลังงาน มาฝึกให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์สามารถแก้โจทย์ปัญหาหาคำตอบจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น และเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เกิดความอยากรู้อยากเห็น อยากทดลอง คิดค้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ที่จะใช้เกิดงานและพลังงานในทางฟิสิกส์ สามารถใช้หลักการการทำงานของเครื่องกลได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถประดิษฐ์เครื่องช่วยพุนแรงในการทำกิจกรรมต่าง ๆ สามารถประดิษฐ์คิดค้นที่จะนำพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติปรับเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวก สร้างประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพของตนเอง ชุมชน และสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อนักเรียนมีองค์ความรู้ที่สมบูรณ์แล้วก็จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ดีขึ้น และเป็นแนวทางสำหรับการค้นคว้าวิจัยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในส่วนที่เกี่ยวข้องให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน
2. เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงานของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ และผู้ที่สนใจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ดีขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

2. เป็นข้อเสนอแนะทางการศึกษาเพื่อช่วยในการพัฒนา และศึกษาค้นคว้าวิจัยในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ และผู้ที่สนใจให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 76 คน จาก 3 ห้องเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 22 คน จำนวน 1 ห้อง ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา มีดังนี้

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1 ก่อนใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

3.1.2 หลังใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

4. เนื้อหา ได้แก่ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มุ่งเน้นไปที่การเกิดการเรียนรู้จากการค้นคว้า ทดลอง การตั้งคำถาม หาเหตุผล และสรุปผลออกมาเองของผู้เรียน ซึ่งได้มีการแทรกการบูรณาการระหว่าง 4 ศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาเข้าไปในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย ความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมทางวิทยาศาสตร์ (Science : S) ที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้าง คำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่วเย้า หรือท้าทาย ให้นักเรียนตื่นตัว สนสงสัย ใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า การทดลองแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็น หรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูให้ โดยการให้นักเรียนสืบค้นความรู้เพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้นักเรียนจะศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science : S) เกี่ยวกับเนื้อหาทฤษฎีของเรื่องที่กำลังศึกษาค้นคว้าอยู่ ใช้สื่อและเทคโนโลยี (Technology : T) ในการศึกษาค้นคว้าในหัวข้อที่กำลังเรียน และ คณิตศาสตร์ (Mathematics : M) จากการทำใบกิจกรรม

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลอภิปรายตามประเด็นและทฤษฎีที่ทำการศึกษา เพื่อหาคำตอบหรือความรู้ที่เกิดขึ้น ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสามารถแก้ปัญหาโดยนักเรียนศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science : S) ร่วมกับครู สืบค้นและแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยี (Technology : T) จนสามารถอธิบายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้น แต่งเติมความรู้ให้สมบูรณ์ และเชื่อมโยงความรู้ทั้งเก่าและใหม่จนสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในขั้นนี้นักเรียนจะศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science : S) ร่วมกับครู สืบค้นและแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยี (Technology : T) ที่เหมาะสมตลอดจนนำความรู้ทางวิศวกรรม (Engineer : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้โดยการแก้ไขปัญหาระหว่างเรียน การสอนแบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยใช้ขั้นตอน กระบวนการ วิธีการ หรือแนวทางที่มีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อช่วยในการแสวงหาวิธีการในการจัดการกับปัญหาโดยมีการใช้ความรู้ ความคิด จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบไปด้วย

4.1 การเข้าใจความท้าทาย (Understanding the Challenges) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ สามารถระบุสาเหตุของปัญหา แล้วกำหนดขอบเขตของปัญหาได้ชัดเจน

4.2 การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา (Generating Idea) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนสร้างทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หลากหลาย เหมาะสม เพื่อใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

4.3 การเตรียมการแก้ปัญหา (Preparing for Action) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนนำทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ มาเตรียมวางแผน รวบรวมข้อมูลออกแบบ และเตรียมการแก้ปัญหา

4.4 การวางแผนการปฏิบัติ (Planning the Approach) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนคิดออกแบบวางแผน เพื่อสร้างโมเดล คำอธิบายของสถานการณ์ปัญหา ระดมสมองเพื่อออกแบบวางแผนการทำงาน เพื่อใช้ในการตอบหรือแก้ไขสถานการณ์ปัญหา จนไปสู่การกำหนด

วิธีการปฏิบัติที่ประสบผลความสำเร็จ โดยการประดิษฐ์ชิ้นงานจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถนำความรู้ทั้งสี่ด้านมาสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้าง และสรุปผลการทำงานของชิ้นงาน

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อปรับปรุงความรู้ให้เป็นความรู้ที่ถูกต้องและยั่งยืน ในขั้นนี้นักเรียนจะตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์จากการสรุปผลกิจกรรมการเรียนรู้และการเฉลยปัญหาท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครู

2. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ขั้นตอน กระบวนการ วิธีการ หรือแนวทางที่มีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อช่วยในการแสวงหาวิธีการในการจัดการกับปัญหาโดยมีการใช้ความรู้ ความคิด จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการที่หลากหลาย ปรับเปลี่ยน แปลงใหม่จากเดิมแต่มีประโยชน์ และสามารถใช้ได้จริง สามารถจัดการกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้ โดยเริ่มต้นจากการพิจารณาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ประกอบกับการสืบค้นหาข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อให้ได้สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา จากนั้นคิดหาทางเลือกหรือวิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลายให้ก่อนจะตัดสินใจเลือกวิธีการที่ดีที่สุด แล้วนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นข้อสอบแบบอัตนัย โดยมีสถานการณ์ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 8 ข้อ และยึดขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Isaken and Treffinger (1991 : 89-93) เพื่อนำมาใช้จัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

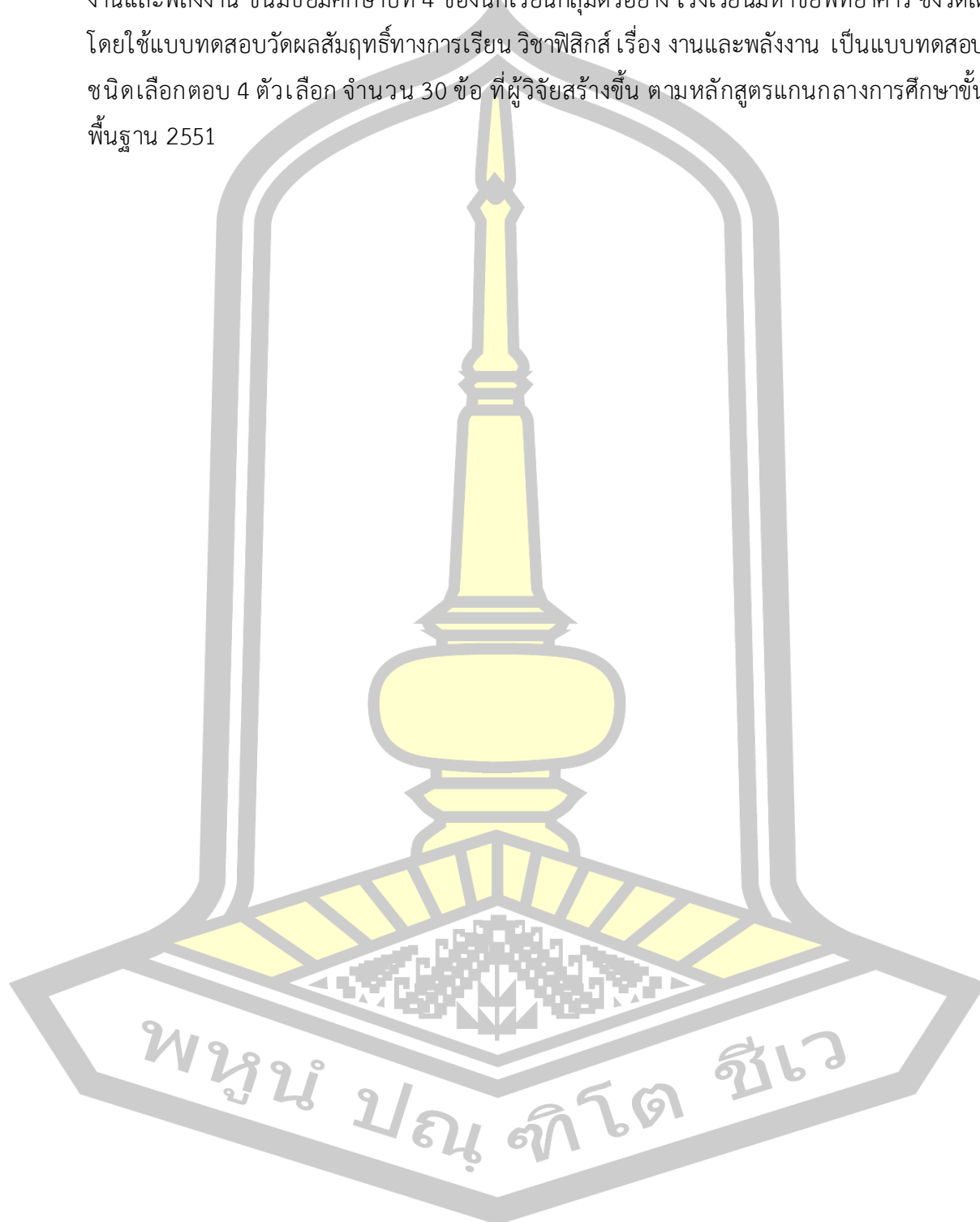
1. การเข้าใจความท้าทาย (Understanding the Challenges) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ สามารถระบุสาเหตุของปัญหา แล้วกำหนดขอบเขตของปัญหาได้ชัดเจน

2. การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา (Generating Idea) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนสร้างทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เหมาะสม เพื่อใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

3. การเตรียมการแก้ปัญหา (Preparing for Action) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนนำทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ มาเตรียมวางแผน รวบรวมข้อมูล ออกแบบ และเตรียมการแก้ปัญหา

4. การวางแผนการปฏิบัติ (Planning the Approach) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนคิดออกแบบวางแผน เพื่อสร้างมโนคติ คำอธิบายของสถานการณ์ปัญหา ระดมสมองเพื่อออกแบบวางแผนการทำงาน เพื่อใช้ในการตอบหรือแก้ไขสถานการณ์ปัญหา จนไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติที่ประสบผลความสำเร็จ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร ซึ่งวัดได้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน เป็นแบบทดสอบ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน 2551



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทาง
สะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่
เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. รูปแบบตามแนวทางสะเต็มศึกษา
4. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
6. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

การจัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่คาดหวังได้ทุก
ฝ่าย ที่เกี่ยวข้องทั้งระดับชาติชุมชน ครอบครัว และบุคคลต้องร่วมรับผิดชอบ โดยร่วมกันทำงาน อย่าง
เป็นระบบ และต่อเนื่อง ในการวางแผนดำเนินการ ส่งเสริมสนับสนุน ตรวจสอบ ตลอดจน ปรับปรุง
แก้ไข เพื่อพัฒนาเยาวชนของชาติไปสู่คุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ดังนั้นหลักสูตรจึง
ต้องกำหนดวิสัยทัศน์หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ที่ต้องการ
ให้เกิดแก่ผู้เรียน รวมถึงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อเป็นแนวทางในการจัด การศึกษา ดัง
รายละเอียดต่อไปนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540)

1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็น
มนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็น
พลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพ และการศึกษา

ตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2. หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติมีจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ให้สอดคล้องกับสภาพ และความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

3. จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดีมีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์เห็นคุณค่าของตนเองวินัย และปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกัน ในสังคมอย่างมีความสุข

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนา ผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ดังนี้

4.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ

5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลง ของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

4.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ อันพึงประสงค์เพื่อให้

สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติศาสน์กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

5. มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมอง และพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

6. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560 : 11-238)

6.1 สารที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

6.2 สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สารที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลกรวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระชีววิทยา

1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สการลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีสมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมีการวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน และการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียง และการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้า และกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติและสมการแบร์นูลลีของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสีแรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์ อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

1. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณีแผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์
2. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง การพยากรณ์อากาศ
3. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ ในการดำรงชีวิต

7. คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม 2)

หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560 : 2) ได้ให้คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ฟิสิกส์ เล่ม 2	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	เวลา 80 ชั่วโมง จำนวน 2 หน่วยกิต
<p>ศึกษาหลักการของกลศาสตร์ในเรื่องสมดุลกลและเงื่อนไขที่ทำให้วัตถุหรือระบบอยู่ในสมดุล กลศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ งาน พลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง และความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก แรงแนอร์ติกซ์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน กำลัง เครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โมเมนตัม การดล แรงแดล กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและการชน และการติดตัวแยกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ</p>	

ด้านการคิดและการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง
2. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ
3. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย
4. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์
5. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
6. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล
7. อธิบาย และคำนวณโมเมนต์ัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนต์ัม
8. ทดลอง อธิบายและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการดีดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนต์ัม
9. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
10. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

รวมทั้งหมด 10 ผลการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้มีนักการศึกษาได้เรียกการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกัน เช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบสอบสวน วิธีสืบเสาะหาความรู้ เป็นต้น มีผู้ให้ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

ทิสนา แคมมณี (2559) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบเน้นกระบวนการสืบสอบว่าเป็นการเน้นที่ผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้เอง เพื่อนำความรู้มา และประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตัวเอง โดยผู้สอนเป็นเพียงแค่ผู้อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ เท่านั้น เช่น ในด้านแหล่งข้อมูลในการสืบค้น การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การโต้แย้ง และการทำงานร่วมกัน เป็นต้น

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 502) ได้สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้า หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เป็นเครื่องมือ

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือการสอนที่ครูจัดสถานการณ์ หรือกิจกรรมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้อย่างมีหลักการและมีเหตุผล ขยายความคิดของตนเองได้อย่างกว้างขวาง สามารถวางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางความคิดได้ด้วยตนเอง

ภพ เลหาไพบุลย์ (2540 : 119) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้เด็กได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยเน้นให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วยและนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตัวเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และเพียววี ยินดีสุข (2548 : 74) ได้ให้ความหมายของวิธีสืบสอบว่า หมายถึงวิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นเพียงผู้แนะนำ ผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบสอบจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2545) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือการสอนที่ครูสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้นำไปสู่การสืบค้นข้อมูลเพื่อหาความรู้ของนักเรียน และนักเรียนสามารถสร้างกระบวนการจัดการปัญหาได้ด้วยตัวเอง

Budnitz (2003) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อน และมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้ และผู้ที่ให้คำจำกัดความ โดยศูนย์กลางของการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้นี้มีต้นกำเนิดจากนักวิทยาศาสตร์ ครู และนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ แบบสืบเสาะว่า นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนหรือสถานการณ์ ผ่านการสังเกต การตั้งคำถาม การวางแผน การทดลอง การสำรวจตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะสามารถสร้างความรู้ได้จากการลงมือปฏิบัติ

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) เป็นการจัดการ กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง มีครูเป็นผู้อำนวยการควบคุม จัดสรรประสบการณ์การเรียนรู้ คอยชี้แนะ ตั้งคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ หาวิธีแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดระยะเวลาที่สงสัย สร้างโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักคิด นักสังเกต นักทดลอง นักประดิษฐ์ จนนำไปสู่การสร้างความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง

2. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

จากการศึกษาความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ซึ่งได้มีนักวิชาการหลายคนนิยามความหมายไว้ ดังต่อไปนี้

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2550 : 212-213) ได้กล่าวถึง ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ไว้ว่า เป็นการเรียนรู้โดยการค้นพบ ผู้สอนเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมให้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่จะให้นักเรียนเรียนรู้ และวัตถุประสงค์ของบทเรียนพร้อมด้วยคำถามโดยตั้งความหวังว่านักเรียนจะเป็นผู้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ส่วนการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้มีวัตถุประสงค์ที่จะฝึกนักเรียนให้เป็นผู้ที่สามารถกำหนดปัญหา จากข้อมูลที่มีอยู่และใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

วีณา ประชากุล และ ประสาท เนื่องเฉลิม (2559 : 71) ได้กล่าวถึง รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ไว้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ คือการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสรุปเป็นคำตอบ ฝึกความรับผิดชอบในการทำงานเป็นกลุ่ม และเรียนรู้ร่วมกันใน

การแก้ปัญหาการจัดการจัดกิจกรรมในลักษณะนี้เป็นการส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตยในการทำงาน และยังเป็นการจัดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคล

ศิริพรรณ คุณพระเนตร (2559 : 19) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองมีประสบการณ์ในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนได้คำตอบ ซึ่งมีครูเป็นผู้ชี้แนะตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้หาวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554 : 93) ได้กล่าวถึง ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบผ่านการสำรวจตรวจสอบ โดยให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมที่มีความผสมผสานระหว่างการสังเกต การใช้คำถาม การค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการทดลองให้มีประสิทธิภาพ และหลักฐาน การใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล แปลผลตอบคำถาม อธิบาย และทำนาย ตลอดจนการนำเสนอข้อมูล

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2558 : 47) ได้กล่าวถึง วิธีสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle: 5Es) คือ เป็นรูปแบบการสอนที่นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) ได้นำเสนอเพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิมให้เป็นองค์ความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเน้นการปฏิบัติจริงมีการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการขั้นตอนอย่างเป็นวัฏจักร

จากการศึกษาความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น เป็นรูปแบบการเรียนที่พานักเรียนไปสู่การพิจารณาข้อโต้แย้งและข้อสงสัยต่าง ๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตัวเอง โดยการนำเอาประสบการณ์หรือสิ่งที่พบเห็นมาเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม เพื่อสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง มีครูเป็นผู้ชี้แนะ ตั้งคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ หาวิธีแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง และจะเป็นกระบวนการเช่นนี้ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จนเรียกได้ว่าเป็นวัฏจักรการสืบเสาะ (Inquiry cycle) ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะในการหาความรู้ตามหลักวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 ขั้นตอน

3. แนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

จากการศึกษาแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ซึ่งได้มีนักวิชาการหลายคนได้กล่าวถึงแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ไว้ดังต่อไปนี้

ทิตนา แชมมณี (2560 : 248) ได้กล่าวถึง แนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ของ Joyce and Well เป็นผู้พัฒนารูปแบบนี้จากแนวคิดหลักของ Thelen 2 แนวคิด คือ แนวคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะแสวงหาความรู้ (Inquiry) และแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ (Knowledge) Thelen ได้อธิบายว่า สิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรู้สึกหรือความต้องการที่จะสืบค้นหรือเสาะแสวงหาความรู้ก็คือตัวปัญหา แต่ปัญหานั้นจะต้อง มีลักษณะที่มีความหมายต่อผู้เรียนและท้าทายเพียงพอจะทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาคำตอบนอกจากนั้นปัญหาที่มีลักษณะชวนให้เกิดความงุนงงสงสัย (Puzzlement) หรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางความคิด จะยิ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเสาะแสวงหาความรู้หรือคำตอบมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมนุษย์อาศัยอยู่ในสังคม ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคม เพื่อสนองความต้องการของตนทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา จิตใจอารมณ์ และสังคม ความขัดแย้งทางความคิดระหว่างบุคคลหรือในกลุ่ม จึงเป็นสิ่งที่บุคคลต้องพยายามหาหนทางขจัดแก้ไข

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554 : 93) ได้กล่าวถึง แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า แนวคิดของปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ก็คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการสร้างสรรค์ของแต่ละคน ซึ่งปรัชญาการศึกษายุคใหม่ทฤษฎีการเรียนรู้มีรากฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) โดยทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่า นักเรียนทุกคนมีองค์ความรู้เป็นของตนเอง การสร้างองค์ความรู้ใหม่ต้องอาศัยองค์ความรู้เดิมที่นักเรียนแต่ละคนมีอยู่ โดยวิธีการคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการซึ่งนักเรียนจะสืบเสาะ สืบค้น และสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะเข้าใจและได้รับความรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ จากการศึกษาแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

แนวคิดของ Piaget (อ้างถึงใน ภิญญาพัชนี ปลาภัตทอง, 2551) Piaget เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวสวิสที่มีชื่อเสียงทางการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์ (human behavior) ในช่วงปี ค.ศ. 1893-1980 Piaget ได้ทำการวิจัยและศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการด้านพุทธิพิสัยของมนุษย์ งานวิจัยของเขามุ่งเน้นเกี่ยวกับโครงสร้างของความรู้ความเข้าใจที่สามารถทำให้เด็กใช้ในการแก้ปัญหาได้ จำแนกการพัฒนารูปแบบด้านจิตใจออกเป็น 4 ระดับ ซึ่งจะใช้เป็นตัวบ่งชี้การพัฒนาของความรู้และการใช้ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล Piaget เชื่อว่า “เด็กสร้างความรู้ความเข้าใจและการแสดงออกอย่างเป็นแบบแผนจากประสบการณ์ของเด็ก ซึ่งประสบการณ์ของเด็กใช้เพื่อประมวลเป็นความคิดใหม่ขึ้นมาในการสร้างองค์ความรู้”

สรุปแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ได้ว่า แนวคิดของปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ก็คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกหรือความต้องการที่จะสืบค้นหรือแสวงหาความรู้ก็คือตัวปัญหา แต่ปัญหานั้นจะต้องมีลักษณะที่มีความหมายต่อผู้เรียน และท้าทายเพียงพอจะทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาคำตอบมากยิ่งขึ้น บนพื้นฐานองค์ความรู้เป็นของตนเอง การสร้างองค์ความรู้ใหม่ต้องอาศัยองค์ความรู้เดิมของนักเรียนแต่ละคน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่แท้จริงมาใช้ในการคิดแก้ปัญหา

4. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดระดับสูง และเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาใหม่ของผู้เรียนผ่านการค้นคว้า ทดลอง ศึกษา และสรุปด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์และความแก้ปัญหา โดยใช้ชื่อว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนประกอบไปด้วย 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดการเรียนการสอน รวมถึงให้ออกาสผู้เรียนได้ทำทุกอย่างด้วยตนเอง อาทิเช่น การฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้ช่วยเหลือ สนับสนุน และควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยมีการกำหนดรายละเอียดแต่ละขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นไว้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้เรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม โดยอาจจะใช้เหตุการณ์ที่กำลังโด่งดังอยู่ในขณะนั้น เพื่อมาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความสนใจ และนำไปซึ่งประเด็นปัญหาที่จะทำการศึกษาร่วมกันภายในห้องเรียน และจะต้องได้รับการยอมรับจากนักเรียนทั้งหมดภายในห้องแล้วจึงกำหนดขอบเขต และแจกแจงรายละเอียดของประเด็นดังกล่าวให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

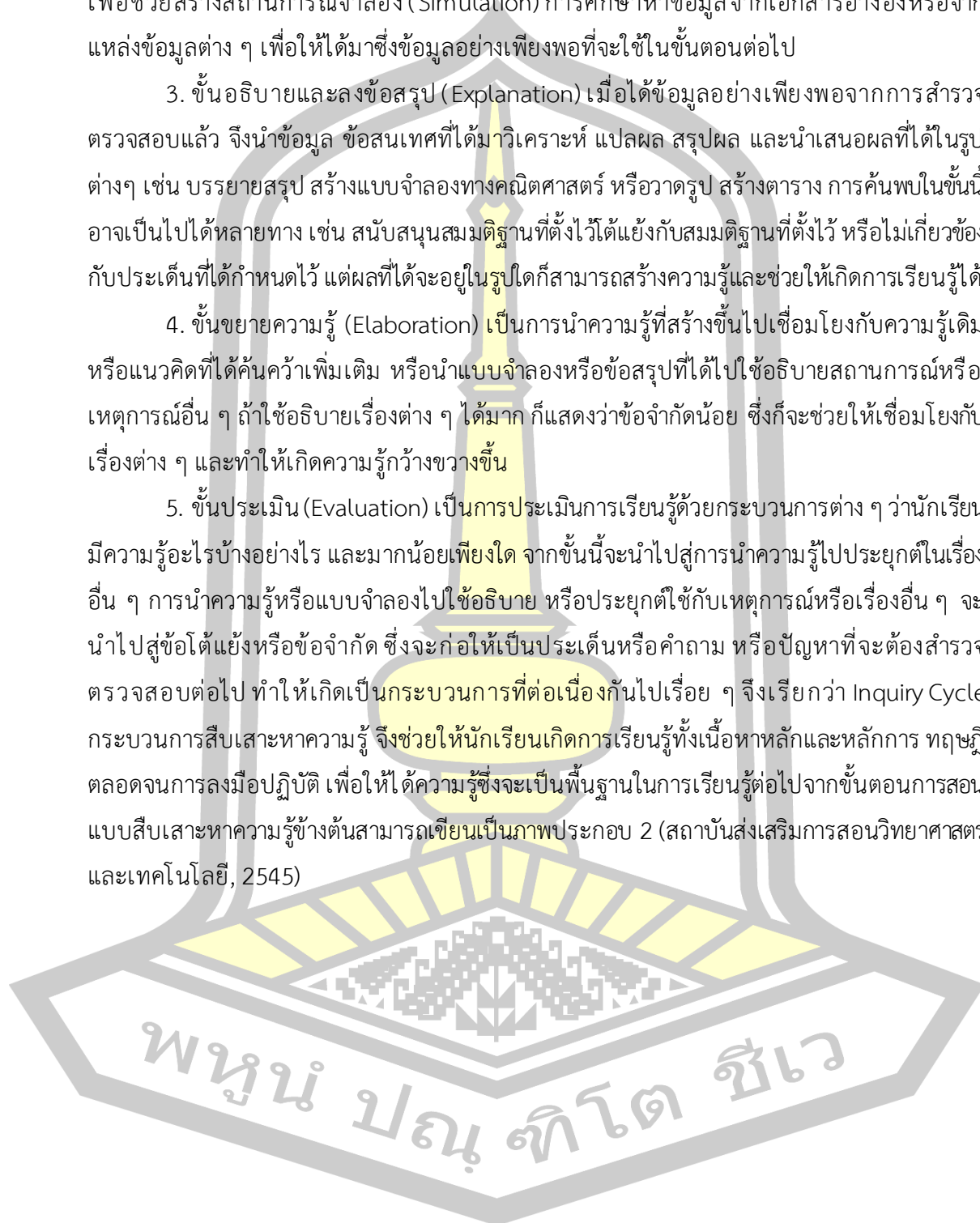
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อได้ประเด็นที่จะศึกษา และทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยวิธีการต่าง ๆ จำเป็นที่จะต้องเกิดขึ้นโดยนักเรียนมีส่วนร่วมให้มากที่สุด

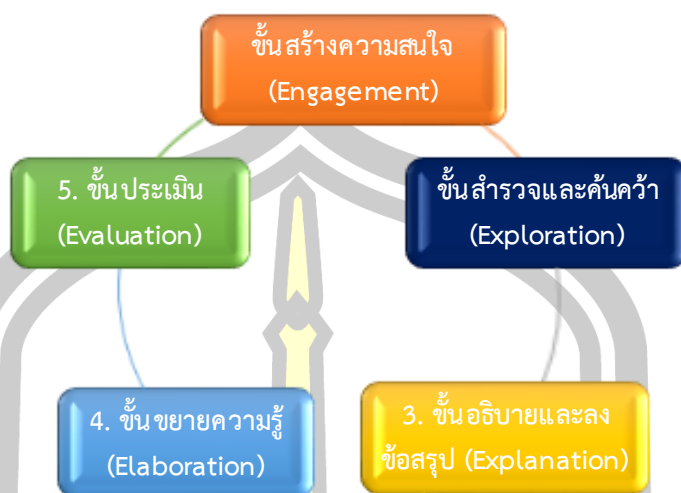
ส่วนวิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลองทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบาย หรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไปจากขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้นสามารถเขียนเป็นภาพประกอบ 2 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545)





ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ,2545)

(Bybee, 2006 : 1-14) ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ไว้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาหรือกิจกรรมที่กำลังสอน ผ่านการใช้สิ่งของ สื่อการเรียนรู้ สถานการณ์จำลอง หรือการเล่าเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยจะต้องสามารถเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาได้ การเชื่อมโยงอาจทำได้ด้วยการตั้งคำถาม หรือการกำหนดปัญหาหรือสร้างสถานการณ์ปัญหา

2. ขั้นการสำรวจค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ประสบการณ์จากการทำกิจกรรม โดยการสำรวจและค้นคว้าหาข้อมูล การตั้งคำถาม การตรวจสอบสมมติฐาน และการแก้ปัญหาโดยการปราศจากการควบคุมของครู ครูมีหน้าที่เป็นเสมือนโค้ชคอยชี้แนะแนวทางแก้ปัญหาเท่านั้น

3. ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์ สรุปและอภิปราย โดยในขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับกิจกรรมการเรียนรู้ในลำดับถัดไปได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ในขั้นนี้นักเรียนจะนำความรู้จากการสรุปแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะที่ได้มาประยุกต์หรือขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น โดยการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน หรือการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่ม ในขั้นนี้นักเรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นระหว่างกันเพื่อการประยุกต์หรือแก้ปัญหาระหว่างกัน

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ในขั้นนี้เป็นขั้นการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้การตั้งคำถามท้าทายการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน หรือประเมินความเข้าใจของ

นักเรียนโดยการให้ทำแบบทดสอบ วัตถุประสงค์ของขั้นนี้มีไว้เพื่อตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนว่าเกิดความเข้าใจหรือไม่ นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้ประเมินความเข้าใจของตนเองได้อีกด้วย

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554 : 96-97) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีขั้นตอนการดำเนินการเรียนรู้อยู่ 5 ขั้นตอนประกอบด้วย 5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจหรือ “Engage” ขั้นนี้เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งทำให้ผู้เรียน ซึ่งเกิดอาการอยากเรียนและสนใจ กิจกรรมควรอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์ที่ได้เรียนมาแล้วในอดีต และนำมาเชื่อมกับประสบการณ์เรียนรู้ในปัจจุบัน บทบาทของครูจะทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม ถามนักเรียน กำหนดปัญหา ชี้ให้เห็นประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งกัน นักเรียนควรจะมี ความอยากรู้อยากเห็นในปัญหากระบวนการและทักษะต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหาหรือ “Explore” ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการสำรวจ นักเรียนสำรวจและค้นหาในเนื้อหา และสร้างแนวความคิดที่ได้มาจากประสบการณ์ของนักเรียนเองและกำหนดปรากฏการณ์ที่ได้จากการสำรวจ โดยการสร้างคำพูดเป็นของตนเอง ผู้เรียนมีเวลาและโอกาส ในการที่จะพูดคุยกับนักเรียนคนอื่น ๆ จากนั้นนักเรียนก็สร้างองค์ความรู้และทำความเข้าใจด้วยตนเอง และในขณะเดียวกันก็ทำความเข้าใจในเรื่องของคนอื่นด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายหรือ “Explain” ขั้นนี้เป็นวันที่ได้มาจากการสำรวจ ค้นคว้า ซึ่งผู้เรียนได้ดำเนินการมาแล้ว นักเรียนกำหนดแนวความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของนักเรียนเองโดยผ่านประสบการณ์และความรู้เดิมของผู้เรียน และสามารถประมวลเป็นความรู้เพื่อถ่ายทอดและสื่อสารไปยังผู้อื่นได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้หรือ “Elaborate หรือ Extend” ขั้นนี้ นักเรียนมีโอกาสในการประยุกต์ใช้แนวความคิดรวบยอด นำไปสู่การค้นหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ละเอียดและระดับลึกลงไป นักเรียนสามารถค้นคว้ารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษา และสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้นตลอดจนมีการใช้ทักษะต่าง ๆ และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับผู้อื่นขั้นนี้ผู้เรียนควรจะได้รับความรู้ ความเข้าใจและแนวความคิดรวบยอดที่ลึกลงไป

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลหรือ “Evaluate” ขั้นนี้เป็นขั้นที่สำคัญเนื่องจากนักเรียนจะได้รับผลสะท้อนย้อนกลับ (feedback) จากประสบการณ์และความเข้าใจของนักเรียนนักเรียนจะยังคงมีการพัฒนาแนวความคิดรวบยอดและความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะประเมินความเข้าใจของนักเรียน จากแนวความคิดที่เป็นกุญแจสำคัญและการพัฒนาของทักษะพื้นฐานที่จำเป็น

ดังนั้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนจึงสรุปได้ว่า เป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ คือ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การ

อธิบาย (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งทั้ง 5 ขั้นตอน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมของการเรียนการสอน และมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด และได้ใช้กระบวนการและทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ และมีการสืบเสาะหาความรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ในการจัดการเรียนการสอน

5. บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

จากการศึกษาบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ซึ่งได้มีนักวิชาการได้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554 : 95) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูไว้ว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูเป็นผู้สร้างสถานการณ์ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ เป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยแนะนำทางให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ

วิณา ประชากุล และ ประสาท เนื่องเฉลิม (2559 : 71) ได้กล่าวถึงบทบาทหน้าที่ของผู้สอนไว้ว่า บทบาทหน้าที่ของผู้สอน คือ เป็นผู้อำนวยความสะดวกและสร้างบรรยากาศให้นักเรียนค้นคว้า สร้างสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด สงสัย และร่วมกันระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาอย่างหลากหลายวิธี

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531 อ้างถึงใน กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน, 2550) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้เป็นผู้มีคุณลักษณะ ดังนี้

- 1) กระตุ้นให้เด็กคิด โดยการสร้างสถานการณ์ ชักชวนให้เด็กตั้งคำถามสอบสวนตามลำดับขั้นของคำถามแบบสืบสวนสอบสวน
- 2) ให้การหนุนกำลังเมื่อเด็กถามมาก็ให้แรงหนุน ยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงในคำถาม เพื่อให้เด็กเรียนเข้าใจในคำถามให้กระจ่างดีขึ้น
- 3) ทวนกลับผู้สอนจะเป็นผู้ทวนคำถามอยู่บ่อย ๆ เพื่อพิจารณาดูว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างไร
- 4) เป็นผู้กำกับแนะนำผู้สอนจะชี้แนวทาง เพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้องควบคุมเมื่อเด็กออกนอกกลุ่มนอกทาง
- 5) จัดระเบียบผู้สอนจะดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ การสร้างบรรยากาศให้เหมาะสม โดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้นตามลักษณะของผู้เรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

6) สร้างแรงจูงใจ ผู้สอนจะช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน
 ชูติมา วัฒนาศรี (2540) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
 ความรู้ไว้ ดังนี้

- 1) แนะนำผู้เรียนและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน
- 2) จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็น
- 3) คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำขณะที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงาน เช่น ถามคำถาม อธิบายข้อของ
 ใจบางอย่าง
- 4) แนะนำศัพท์ใหม่ ๆ ที่พบขณะทำการทดลอง เช่น ละลาย ขยายตัว แรงดัน อุณหภูมิ
- 5) กระตุ้นให้ผู้เรียนบันทึกข้อมูลและอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง

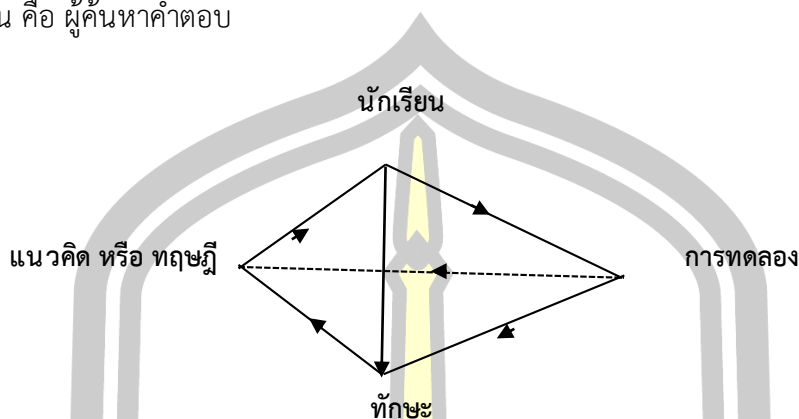
จากการศึกษาบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ผู้วิจัย
 สรุปได้ว่า ครูเป็นผู้สร้างสถานการณ์ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม และเป็นผู้สร้าง
 ความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ใช้คำถามที่กระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนคิด เกิดความสงสัย อยากรู้
 อยากเห็น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้
 กระบวนการกลุ่มในการทำกิจกรรม จัดหาอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับ
 ผู้เรียนและตั้งคำถามต่าง ๆ เผ่าสังเกตการณ์ทำกิจกรรมของนักเรียนและคอยให้คำแนะนำ เพื่อช่วยให้
 ผู้เรียนสามารถสรุปผลจากการทดลอง หรือการทำกิจกรรมได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบาย
 และให้เหตุผลตามแนวคิดของนักเรียนเองโดยอาศัยความรู้จากการทำกิจกรรมและประสบการณ์เดิม
 ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่ใกล้เคียง กับ
 กิจกรรมที่กำหนดให้ หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่

6. บทบาทของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

จากการศึกษาบทบาทของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E
 ซึ่งได้มีนักวิชาการได้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

บทบาทของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้นี้ สสวท. (2545) พูดไว้ชัดเจนว่าในบทเรียน
 ต้องการให้นักเรียนค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเอง หมายความว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการ
 ค้นหาความรู้อย่างมาก ความรู้มิใช่มาจากครูทั้งหมด ที่มาจากครูมีเพียงส่วนน้อยเป็นแต่เพียงส่วน
 ประกอบเท่านั้นนักเรียนเป็นผู้ทดลอง สังเกต บันทึกข้อมูล และในที่สุดเป็นผู้สรุปองค์ความรู้ นักเรียน
 ได้ค้นพบความรู้โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้คำ
 แนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช่ผู้ให้คำตอบโดยสิ้นเชิง เมื่อนักเรียนมีข้อขัดข้องตอนใด ครู จะหาวิธีตอบคำถาม
 นักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิดและพยายามแนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง (สุวัฒน์ นิยมคำ,
 2531)

ในเรื่องบทบาทของนักเรียนถ้าดูแผนภูมิการสืบเสาะหาความรู้ สสวท. (2546) จะเห็นว่านักเรียน คือ ผู้ค้นหาคำตอบ



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิการสืบเสาะหาความรู้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

พันธ์ ทองชุมนุม (2544 อ้างถึงใน ฐิตินันท์ โจนะสิทธิ์, 2549) ได้กล่าวถึงหน้าที่และบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในกิจกรรมการทดลอง มีดังนี้

- 1) สำรวจอุปกรณ์
- 2) สังเกตปรากฏการณ์ที่สังเกตได้
- 3) รายงานผลการสืบเสาะหรือผลการสังเกต
- 4) สืบเสาะหาหลักการทั่วไปจากข้อมูลและตั้งสมมติฐาน
- 5) เสนอแนะการทดลองและการทดสอบ
- 6) สังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 7) อภิปรายมติของรูปแบบที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการสำรวจได้
- 8) ขยายมติ โดยผ่านขั้นตอนการสำรวจตามข้อชี้แนะของมติ

อรอุมา กาญจนี (2549) ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนควรมีบทบาท คือ

- 1) พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
- 2) ใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายและการลงข้อสรุป อันนำไปสู่ความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน
- 3) แสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นอย่างมีอิสระมีเหตุผล
- 4) พูต ชักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554 : 95) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนไว้ว่า บทบาทหน้าที่ของ ผู้เรียน ต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบได้เป็นโน้มนำ หลักการต่าง ๆ เป็นผู้ตอบคำถาม

ทิศนา แคมมณี (2560 : 250) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนไว้ว่า ผู้เรียนจะสามารถสืบสอบ และเสาะแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองเกิดความใฝ่รู้และมีความมั่นใจในตนเองเพิ่มขึ้น และได้พัฒนา ทักษะการสืบสอบ (Inquiry Skills) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skills) และทักษะการทำงานกลุ่ม (Group Work Skills) ความกระจำให้เป็นที่พอใจให้เป็นที่พอใจหรือ ยอมรับทั้งของตนเองและผู้เกี่ยวข้อง ส่วนในเรื่อง “ ความรู้ ” นั้น เฮอร์เลน มีความเห็นว่า ความรู้เป็น เป้าหมายของกระบวนการสืบสอบทั้งหลาย ความรู้เป็นสิ่งที่ได้จากการนำประสบการณ์หรือความรู้ เดิมมาใช้ในประสบการณ์ใหม่ ดังนั้น ความรู้เป็นสิ่งที่ค้นพบผ่านทางกระบวนการสืบสอบ (Inquiry) โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์

จากการศึกษาบทบาทของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผู้เรียนจะสามารถสืบสอบและเสาะแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดความใฝ่รู้และมีความมั่นใจในตนเองเพิ่มขึ้น และได้พัฒนาทักษะการสืบสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม นักเรียนต้องมีบทบาทในการแสดงความสนใจในบทเรียน ถามและตอบ คำถามที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิด มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น เข้าใจบทบาทของ ตนเองในการทำงานกลุ่ม คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมที่กำหนดให้ จัดบันทึกและลง ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมอย่างเป็นระเบียบ อธิบายข้อสรุปที่ได้จากการทำกิจกรรมโดยมีการอ้างอิง เหตุผล รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนต่างกลุ่มโดยคิดวิเคราะห์ และนำความรู้ที่ได้จาก การทำกิจกรรมไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับกิจกรรมที่กำหนดให้ หรือขยายความรู้ใน สถานการณ์ใหม่และประเมินความรู้ และทักษะของตนเองหลังจากเรียนแล้ว

2.7 ข้อดีของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

จากการศึกษาข้อดีของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ซึ่งได้มีนักวิชาการได้ กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2558 : 49-50) ได้กล่าวถึงข้อดีของวิธีสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ มีโอกาสได้ศึกษา สืบค้น ค้นหารวบรวม ข้อมูล บันทึกทดสอบความคิด ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่น รู้จักอภิปรายแสดงความคิดเห็นระหว่างกันรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล
3. ผู้เรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจ คิดอย่างมีวิจารณญาณ สร้างสรรค์ความรู้และทักษะ

4. ผู้เรียนรู้จักประเมินการทำงานด้วยตนเอง และนำผลการประเมินไปปรับปรุง และพัฒนาให้ดีขึ้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554 : 93) ได้กล่าวถึง ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้มีความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถาวร การเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มนต์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการสอนวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาพิบูลย์ (2542) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้ อยากเห็นอยู่ตลอดเวลา

2. ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถาวร การเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย

3. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนรู้

4. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มนต์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ เร็วขึ้น

5. ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาข้อดีของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งครูจะทำหน้าที่แค่ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกในการค้นหาคำตอบ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนค้นพบสิ่งที่รู้ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยต่อผู้เรียนนั้นเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนที่จะทำให้ผู้เรียนนั้นเกิดการพัฒนาระบบการทางความคิด การสร้างองค์ความรู้

8. ข้อจำกัดของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

จากการศึกษาข้อจำกัดของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ซึ่งได้มีนักวิชาการได้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2558 : 60-61) ได้กล่าวถึง ข้อจำกัดของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ไว้ ดังต่อไปนี้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนด
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัยไม่ชวนติดตาม จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่
อยากเรียน
3. นักเรียนที่ระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอ จะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีนี้ได้
4. เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
5. ถ้าผู้เรียนไม่รู้หลักการทางานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้ผู้เรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน ซึ่งไม่
เกิดการเรียนรู้
6. ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมาก อาจเกิดปัญหาด้วยอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อ
บรรยากาศในห้องเรียน
7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้ผู้เรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบนี้
สุคนธ์ สินธพานนท์ (2558 : 50) ได้กล่าวถึง ข้อจำกัดของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้ไว้ดังนี้

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนนั้น ผู้สอนจะต้องรู้จักปรับเปลี่ยนบทบาทของตน
ไปตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้น ซึ่งผู้สอนจะต้องมีการเตรียมการสอนเป็นอย่างดี
2. ผู้สอนจะต้องมีวิธีการกระตุ้นความสนใจหรือสร้างความสนใจของผู้เรียนด้วยวิธีการที่
เหมาะสม จึงจะสามารถทำให้ผู้เรียนสนใจใฝ่รู้ในเรื่องที่เรียน
3. ในกรณีที่ผู้เรียนยังสับสนไม่เข้าใจเรื่องที่ศึกษา หรือการพัฒนาความเข้าใจรวบยอดผู้สอน
จะต้องใช้เทคนิควิธีการที่เหมาะสมให้ผู้เรียนเกิดความกระจ่างชัดจากการศึกษาข้อจำกัดของกิจกรรม
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ผู้วิจัยสามารถ

Joyce and Weil (1986 อ้างถึงใน นาริรัตน์ เรื่องจันทร์, 2551) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้มีข้อดี ดังนี้

- 1) เป็นวิธีที่ย้ายให้ให้นักเรียนต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 2) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริม
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่าให้กับนักเรียน
- 3) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน ฝึกให้รู้จักการทำงานเป็น
กลุ่มตามระบอบประชาธิปไตย

สรุปข้อจำกัดของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ได้ว่า คือ ใช้เวลาในการสอนมาก ถ้าครูมีภาระมาก อาจเกิดปัญหาด้วยอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน และถ้ากิจกรรมหรือสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่ชวนสงสัยหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายได้ และในกรณีที่ผู้เรียนยังสับสนไม่เข้าใจเรื่องที่ศึกษา ผู้สอนจะต้องหาทางให้ผู้เรียนเกิดความกระจำงัด

การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM)

1. ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557 : 4)

แม้ว่าความหมายของคำว่า สะเต็มศึกษา หรือการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จะยังไม่มีใครให้นิยามหรือความหมายที่ชัดเจนได้ (Breiner and others, 2012 : 3-11) แต่จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีผู้ให้นิยามของคำว่า สะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556 : 15) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยทั้ง 4 วิชามีความสำคัญเท่ากัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

มนตรี จุฬาวัดนทล (2556 : 25) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่เน้นการบูรณาการการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดการสร้างสรรคสิ่งใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง

รักษพล ธนานวงศ์ (2556 : 32) ได้ให้ความหมายว่า สะเต็มศึกษา คือการเรียนรู้เนื้อหาและทักษะด้านวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งล้วนแต่เป็นวิชาที่เสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมีความเป็นโลกาภิวัตน์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้ง 4 มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ และการพัฒนาคุณภาพชีวิต

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556 : 7-9) ได้กล่าวว่า STEM Education คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามารวมผสมผสานกันอย่างลงตัวเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557 : 4) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และขณะเดียวกันต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับการเรียนรู้เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ

ชนาธิป สมานิติ (2558 : 102-110) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่บูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการทั้ง 4 สาระอัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละสาขาและกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนมาผสมผสานกันเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะที่สำคัญและจำเป็น อีกทั้งยังตอบสนองต่อการดำรงชีวิตอยู่ในยุคปัจจุบันและโลกอนาคต

Lantz (2009 : 125) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการบูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ให้เป็นหนึ่งเดียว เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากโรงเรียนสู่โลกแห่งความเป็นจริง

Breiner และคณะ (2012 : 78) ได้ให้ความหมายของ สะเต็มศึกษา ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน อันได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ ให้รวมเป็นหนึ่งเดียว

O'Neil และคณะ (2012 : 23-25) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการ และสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

ดังนั้น จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงขอสรุปความหมายของสะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยการนำความรู้ของแต่ละรายวิชามารวมผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์และสำคัญของวิชาทั้งสี่ ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการนำความรู้

ในแต่ละวิชาผสมผสานกันเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาค้นคว้า สร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพต่าง ๆ

2. ที่มาและความสำคัญของสะเต็มศึกษา

จุดเริ่มต้นของ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เริ่มต้นเมื่อปี ค.ศ. 1980 โดยประเทศสหรัฐอเมริกา มีความต้องการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ โดยการพัฒนานักเรียนให้มีความเข้มแข็งในวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science : AAAS) ได้สร้างโปรเจกต์ 2061 ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1985 เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนอเมริกาเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ต่อมาในปี ค.ศ. 1989 ได้จัดพิมพ์หนังสือชื่อวิทยาศาสตร์เพื่อพลเมืองอเมริกาแห่งชาติ (Science for All Americans) ขึ้นมาเพื่อส่งเสริมการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ จนกระทั่งต้นปี ค.ศ. 1990 หน่วยงานต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาทั้งสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Teacher Association : NSTA) คณะกรรมการครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (Council National of Teachers of Mathematics) นักเรียน นักวิจัย เจ้าของธุรกิจ และอาจารย์ในมหาวิทยาลัย ต่างเรียกร้องให้มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งในยุคนั้น สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation : NSF) ได้กำเนิดคำว่า SMET Education จนกระทั่ง ปี ค.ศ. 2001 Judith A. Eamaley ผู้บริหารของ NSF ได้เปลี่ยนจากคำว่า SMET Education เป็นคำว่า STEM Education ซึ่งหมายถึงการเรียนรู้อัตโนมัติ โดยบูรณาการคณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีเข้าไว้เป็นหนึ่งศาสตร์การเรียนรู้อัจฉริยะ (สุรยศ ทรัพย์ประกอบ และคณะ, 2556 : 15)

จากผลการสอบ PISA และ TIMSS ของประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงให้เห็นถึงความถดถอยทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งล้าหลังประเทศอื่นในด้านความสามารถ ด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัญหาการขาดความสนใจในสาขาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนขาดความสนใจที่จะเข้าศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มีจำนวนลดน้อยลง จึงทำให้เกิดแรงผลักดันให้เกิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ STEM ขึ้น โดยรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนาการศึกษาตามแนวทาง STEM ซึ่งมุ่งผลให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงวิชา (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์) มาใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนานวัตกรรมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ของปัจจุบัน และให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในวิทยาศาสตร์และอยากประกอบอาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM มากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การแข่งขันในระดับโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (Breiner and others, 2012 : 15-20)

3. ลักษณะการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (Dejamette, 2012 ; Wayne, 2012 ; Breiner and others, 2012 ; ธวัช ชิตตระการ, 2555 ; รัชพล ธนานวงค์, 2556 ; อภิสสิทธิ์ ธงไชย, 2556)

3.1 เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา นั่นคือ เป็นการบูรณาการระหว่าง ศาสตร์ สาขาต่างได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชา คณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสาน กันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิชาวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-Based Science Teaching) กิจกรรม การสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนใน ระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทาย และ เกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้น และประสบความสำเร็จในการเรียน

วิชาเทคโนโลยี

ธรรมชาติของวิชาเทคโนโลยีนั่น เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ ที่ตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทา งานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจกัน

วิชาวิศวกรรมศาสตร์

ธรรมชาติของวิศวกรรมศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็น วิชาที่สามารถเรียนได้ในระดับอุดมศึกษา แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียน ได้ดีเช่นกัน

วิชาคณิตศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึง การนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวข้องกับ องค์ประกอบอื่นที่สำคัญคือ 1) กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Thinking) ซึ่ง ได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/การจัดกลุ่ม การจัดรูปแบบ และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ 2) ภาษาทางคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจ ความคิดรวบยอด

(Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ และ 3) ส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

3.2 เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การสอนแบบใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-based Learning) ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าไรก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนวัยเรียน (Per-School) ด้วย

3.3 เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาในศตวรรษที่ 21 เช่น

1. ด้านปัญหา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา
2. ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะด้านการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ
3. ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพการเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการสอนแบบสะเต็มศึกษา สามารถจัดการเรียนการสอนได้ในทุกระดับและทุกช่วงวัย โดยได้บูรณาการทั้งสี่สาขาเข้าด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นจะมุ่งเน้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลได้ด้วยตัวเอง จนเกิดการพัฒนากิจกรรมการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ และนำไปสู่การออกแบบชิ้นงานและแนวคิดใหม่ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิต

4. ความจำเป็นในการใช้สะเต็มศึกษาในต่างประเทศ

สะเต็มศึกษามีจุดกำเนิดมาจาก เพราะขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศลดต่อยลงจากที่เคยเป็นมา ดังเห็นได้จากผลการทดสอบโครงการประเมินนักเรียนนานาชาติ (PISA) และการทดสอบด้านคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ระดับสากล (TIMSS) ของนักเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าหลายประเทศ คะแนนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการศึกษา (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556 : 25)

นอกจากนั้น นักเรียน นักศึกษาที่สนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ลด น้อยลง ประชากรวัยทำงานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมเองก็มีจำนวนน้อยลง ผลการศึกษา

ระบุว่า ประชากรระดับคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์และกำลังทำงาน นั้น ส่วนใหญ่เป็นคนต่างชาติมากกว่าเป็นชาวอเมริกันเอง นั่นหมายถึง การขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจตามมา ดังนั้น นโยบายทางการศึกษาทางด้านสะเต็มศึกษา จึงเป็น แนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้น ส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและสามารถแก้ปัญหาของชาติในด้านอื่น ๆ ได้ (พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556 : 65)

นอกจากประเทศสหรัฐอเมริกาแล้ว ยังมีประเทศอื่น ๆ อีกที่ประสบปัญหาเช่นเดียวกันนี้ เช่น อังกฤษ ออสเตรเลีย จีน อินเดีย เป็นต้น ที่ต้องเร่งสร้างความสามารถในการแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ โดยการสร้างเสริมความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีโดยใช้สะเต็มศึกษา เห็นได้ชัดจากตัวอย่างที่แสดงว่าในปี ค.ศ. 2015 ประเทศจีนจะผลิตบัณฑิตด้าน STEM ได้มากที่สุดในโลก คือ 3.5 ล้านคนต่อปี ซึ่งมากกว่าจำนวนที่จะผลิตได้จากประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ และญี่ปุ่น รวมกัน ข้อมูลดังกล่าวบ่งชี้ให้เห็นว่าประเทศจีนจะมีโอกาสพัฒนาความสามารถในการแข่งขัน ของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อาจก้าวทันประเทศชั้นนำของโลกในเร็ว ๆ นี้ ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งมี เศรษฐกิจใหญ่ที่สุดในโลกก็ต้องเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันประเทศเพิ่มขึ้น ผู้นำของ ประเทศสหรัฐฯ จึงได้ประกาศสนับสนุนการสร้างโรงเรียนทางด้าน สะเต็มศึกษาใหม่จำนวนหลาย แห่งทั่วประเทศ และจะผลิตครูสะเต็มใหม่จำนวนหลายแสนคน และพัฒนาครูให้เป็นผู้เชี่ยวชาญด้าน สะเต็ม (STEM Master Teachers Corps) (มนตรี จุฬาวัดฒนพล, 2556 : 56)

นอกจากนี้สภาผู้แทนราษฎรของสหรัฐอเมริกา ยังออกกฎหมาย America COMPETES Act 2001 กำหนดให้หน่วยงานต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทำงานประสานความร่วมมือกับ สถานศึกษาต่าง ๆ ส่งเสริมสะเต็มศึกษาให้เป็นศูนย์กลางส่งเสริมและบริหารการสนับสนุน ให้นักเรียน ได้เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในประเทศอังกฤษได้มีการจัดตั้งเครือข่าย STEMNRT ทั่วประเทศ และระดมนักวิทยาศาสตร์และนักเทคโนโลยี จากหน่วยงานทั้งภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรม และ ภาคธุรกิจ ตลอดจนอาจารย์และนักวิจัยจากสถาบันต่าง ๆ มาเป็นทูตสะเต็ม (STEM Ambassador) คอยทำหน้าที่ให้คำแนะนำนักเรียนในการวิจัย พัฒนาสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ สะสมทักษะ และประสบการณ์ที่ตอบโจทย์ทั้งภาคอุตสาหกรรมภาคธุรกิจอย่างแท้จริง (อลงกต ใหม่ด้วง, 2556)

ในขณะที่ประเทศออสเตรเลีย รัฐบาลได้เสนอว่า การพัฒนาสะเต็มศึกษา ต้องเริ่มตั้งแต่ โรงเรียน และเชื่อมโยงกับสถาบันอุดมศึกษาและภาคอุตสาหกรรม รัฐบาลจะต้องเร่งปรับปรุง 7 เรื่อง ที่เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา คือ 1) กำหนดนโยบายและมาตรฐาน 2) เพิ่มการผลิตครูและพัฒนาครู 3) เพิ่ม แหล่งการเรียนรู้ 4) ปรับโครงสร้างพื้นฐานทางการศึกษา 5) การสร้างพันธมิตรและเครือข่ายสะเต็ม

ศึกษา 6) เร่งพัฒนาแรงงาน และ 7) สร้างความตระหนักทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้ง 7 เรื่อง นี้จะต้องสัมพันธ์กัน

แม้ว่าในหลายประเทศเริ่มให้ความสนใจและเริ่มใช้สะเต็มศึกษาในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการผลิตกำลังคนเพื่อรองรับการแข่งขันในอนาคต การที่จะทำให้นักเรียนกลายเป็นผู้มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์นั้น ไม่สามารถทำได้โดยทันทีเพราะต้องใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 10 ปี โดยเริ่มตั้งแต่ระดับนโยบายลงไปสู่การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนดังตาราง 1

ตาราง 1 กรอบระยะเวลาการปรับระบบการศึกษาให้เป็น “STEM Education”

ระยะ	ช่วงเวลา	เป้าหมาย
การเริ่มต้นในการปฏิรูปการศึกษาตามแนวทาง STEM	2 ปี	ออกแบบ พัฒนา นำตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยไปใช้
การนำเอาการปฏิรูปการศึกษาตามแนวทาง STEM ลงไปปฏิบัติ	6 ปี	การเปลี่ยนแปลงนโยบายโปรแกรมและการปฏิบัติในระดับชาติ
การปฏิรูปการศึกษาตามแนวทาง STEM แบบยั่งยืน	2 ปี	การสร้างขีดความสามารถในระดับท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในโรงเรียนที่มีโปรแกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การประเมินการปฏิรูปการศึกษาตามแนวทาง STEM	ดำเนินการอย่างต่อเนื่องโดยมีการประเมิน ติดต่อกันประมาณ 10 ปี	ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินระหว่างเรียน และการประเมินหลังเรียนจากความพยายามในการปฏิรูป

ที่มา : ดัดแปลงจาก Bybee (2010)

ดังนั้นจากการศึกษาความจำเป็นในการใช้สะเต็มศึกษาในต่างประเทศผู้วิจัยสรุปได้ว่าการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นมีความจำเป็นมาก เพราะจะทำให้เด็กมีความสนใจเรียนมากขึ้น ซึ่งจะมีสนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ประชากรวัยทำงานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม ก็มีจำนวนมากขึ้น โดยการที่จะทำให้เด็กกลายเป็นผู้มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์นั้น ไม่สามารถทำได้โดยทันทีเพราะต้องใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 10 ปี โดยเริ่มตั้งแต่ระดับนโยบายลงไปสู่การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

5. ประเทศไทยกับสะเต็มศึกษา

มีเหตุผลหลักที่ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี แบบเดิมมาเป็นรูปแบบวิธีการเรียนการสอนแบบ STEM ดังนี้ (มนตรี จุฬารัตนพัฒน์, 2556 : 36)

1. ความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนไทยด้อยกว่านานาชาติ แม้ว่านักเรียนไทยจะสามารถชิงเหรียญรางวัลในการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการได้มาตลอดทุกปี แต่จากการประเมิน PISA และ TIMSS แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยโดยรวมยังมีทักษะความรู้ และทักษะด้านการอ่าน วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ยังพ่นักเรียนอีกหลายประเทศสาเหตุหลักเกิดจากการเรียนการสอนแบบท่องจำ แต่ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ อีกทั้งขีดความสามารถทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ยังด้อยกว่าหลายประเทศ เช่น เกาหลี สิงคโปร์ และจีน เป็นต้น

2. ประเทศไทยต้องการหลุดพ้นจากการเป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลางในอดีตประเทศไทย มีรายได้ต่ำ แต่ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลาง โดยการพัฒนาที่อาศัยค่าแรง ราคาถูกและทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างมากมายในประเทศ ในอนาคตข้างหน้าค่าแรงของประเทศไทยกำลังเพิ่มสูงขึ้นและทรัพยากรเริ่มขาดแคลน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มรายได้สูงขึ้นเพื่อให้เกิดความสมดุลกับทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ในปี พ.ศ. 2555 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติได้เสนอการบูรณาการยุทธศาสตร์ประเทศ (Country Strategy) เพื่อให้ประเทศไทยหลุดพ้นจากการเป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลาง จึงจำเป็นต้องเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และทักษะในการสร้างนวัตกรรมซึ่งเป็นสิ่งที่คนรุ่นใหม่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนา

3. กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไม่สามารถรองรับการแข่งขันในอนาคต ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยมีกำลังแรงงานประมาณ 39 ล้านคน แต่มีประมาณ 3 ล้านคน หรือต่ำกว่าร้อยละสิบของแรงงานทั้งหมดที่เป็นกำลังคนที่ทำงานโดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี หรือ กำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce)

การนำสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทยนั้น จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างเครือข่ายพันธมิตรกับหลายหน่วยงาน ภายใต้การดำเนินงานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) นับตั้งแต่โรงเรียน สถาบันอาชีวศึกษา สถาบันอุดมศึกษา ส่วนราชการในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ รวมทั้งขอความร่วมมือจากทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน ในฐานะเป็นนายจ้าง ผู้ที่สำเร็จการศึกษาทุกสาขาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจะรวมเรียกว่ากำลังคนด้านสะเต็มศึกษา นายจ้างเหล่านี้จะมีผู้เชี่ยวชาญที่ทำหน้าที่เป็น “ทูตสะเต็มศึกษา” ที่คอยเชื่อมโยงระหว่างสถานประกอบการกับหน่วยงานการศึกษา คอยถ่ายทอดประสบการณ์การ

ทำงาน และอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนได้เยี่ยมชมนหรือฝึกงานได้ หรือคอยทำหน้าที่เป็น ผู้ให้ คำแนะนำแก่ครู และนักเรียนในโรงเรียนหรือสถานศึกษา ให้รู้จักงานที่ต้องใช้ความรู้และทักษะในการ วิเคราะห์ ทั้งนี้ก็เพื่อสร้างความคุ้นเคยและความเชื่อมั่นของครู และนักเรียนในการเรียนการสอนตาม แนวทางของสะเต็มศึกษา

เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง รัฐบาลจำเป็นต้อง เร่งพัฒนาคนไทยทั้งประเทศให้มีความรู้ความสามารถและทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ซึ่งแกนหลักของเศรษฐกิจและสังคมในโลกอนาคต ดังนั้น สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงขอเสนอแนะนโยบายและแนวทางการส่งเสริม การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หรือ สะเต็มศึกษา ต่อ คณะรัฐมนตรีผ่านรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อเป็นกลไกพัฒนากำลังคนของไทยให้มีความสามารถแข่งขันได้ในเวทีโลก

ดังนั้นจากการศึกษาประเทศไทยกับสะเต็มศึกษาผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอน ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความจำเป็นอย่างมากในการขับเคลื่อนหรือพัฒนาประเทศ เพราะการมี บุคลากรที่มีคุณภาพเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาประเทศให้มีประสิทธิภาพ และพัฒนาอย่างรวดเร็ว ตามกระแสโลก นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็ม ศึกษาใช้ความคิดอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง มีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบตาม หลักของวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์

6. สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

Bybee (2010 : 3-35) ได้กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ (STEM Literacy) เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของหลักสูตรที่ควรบรรจุอยู่ในโรงเรียน โดยทั่วไป การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หมายรวมถึงความ เข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และความสามารถของผู้เรียนที่มีต่อความรู้ด้านสะเต็มศึกษาที่ สัมพันธ์กับตัวบุคคล สังคมรอบข้าง และประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นบนโลก และยังหมายรวมถึงการ บูรณาการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การได้เรียนถึงความรู้ด้านสะเต็มศึกษาและใช้ความรู้เหล่านั้นมาระบุปัญหา ได้เรียนรู้องค์ความรู้ใหม่ และประยุกต์ใช้ความรู้ที่สัมพันธ์กับ STEM ในประเด็นปัญหาต่าง ๆ
2. เข้าใจลักษณะของสาขาด้านสะเต็มศึกษา ว่าเป็นความพยายามของมนุษย์ที่ได้ รวมเอากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ความรู้ทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาใช้ในการ ออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์
3. ตระหนักถึงรูปแบบของสะเต็มศึกษา ทั้งด้านเนื้อหา การใช้ปัญญา และเป็น วัฒนธรรมหนึ่งของโลก

4. เข้าร่วมในประเด็นที่สัมพันธ์กับสะเต็มศึกษา สามารถใช้แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาว่าเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับพลเมืองโลก

Lantz (2009 : 125) สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมคุณภาพการสอนและประเมิณผลของนักเรียน สิ่งนี้นักเรียนได้พัฒนาจากการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา

กล่าวคือ สามารถที่จะกำหนดคำถามและปัญหา ออกแบบและค้นคว้าเพื่อรวบรวมข้อมูล ลงข้อสรุป และสามารถประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้โดยใช้ทักษะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ร่วมด้วย

2. ความเป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

กล่าวคือ สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อกำหนดกรอบหรือขอบเขตที่จะศึกษา โดยใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นพื้นฐานสู่การออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการของโลกปัจจุบัน

3. ความสามารถในการประดิษฐ์

กล่าวคือ ออกแบบอย่างสร้างสรรค์ ทดลองทดลอง และออกแบบซ้ำโดยการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อนำไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตรจริง เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม

4. ความเชื่อมั่นในตัวเอง

กล่าวคือ สามารถที่จะสร้างแรงกระตุ้นในการพัฒนาตนเอง มีแรงจูงใจในการพัฒนาความรู้และเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองในการทำงานในช่วงเวลา และสถานการณ์ที่แตกต่างกันไป

5. ความคิดอย่างมีเหตุและผล

กล่าวคือ สามารถที่จะเข้าใจเหตุและผลและตรรกะ ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมต่าง ๆ ได้

6. ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี

กล่าวคือ มีความเข้าใจและสามารถอธิบายธรรมชาติของเทคโนโลยี การพัฒนาทักษะที่จำเป็น และสามารถนำความรู้ไปใช้ประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

7. ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะมีลักษณะ ดังนี้ (ธานี จันทน์นาง, 2556 ; พรทิพย์ ศิริภทราซ, 2556 ; มนตรี จุฬาวฒนพล, 2556 ; รัชพล ธนानวงศ์, 2556 ; อภิสิตธี ธงไชย, 2556 ; Lantz. 2009 ; Breiner and others, 2012)

1. มีลักษณะเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ STEM ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเรียนแบบสืบเสาะซึ่งเป็นแนวทางที่ทำให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการลงมือปฏิบัติทดลองจริงเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจทั้งเนื้อหาและแนวคิดของแต่ละเรื่องที่เรียน โดยจากการศึกษาพบว่าการสอนแบบ สืบเสาะ ทำให้นักเรียนมีความสนใจเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2. มีลักษณะการสอนที่ใช้ปัญหาหรือโครงงานเป็นฐาน

การสอนแบบใช้ปัญหาหรือโครงงานเป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนที่เหมาะสมสำหรับ สาย วิชาชีพที่เป็นวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันถาม ร่วมกันแก้ปัญหาเพื่อกำหนดกรอบหรือขอบเขตเพื่อศึกษาและหาแนวทางในการ แก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหา มีการสะท้อนความคิดจาก ประสบการณ์โดยตรงของนักเรียน และรวมทั้งมีการใช้สื่อเทคโนโลยีเข้าร่วม จนนำไปสู่โครงงานเพื่อ สร้างสิ่งประดิษฐ์ขึ้นใช้แก้ปัญหาในที่สุด

3. มีการบูรณาการสื่อเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้

กล่าวคือ สื่อเทคโนโลยีจะช่วยในการส่งเสริมการสอนและการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยเนื้อหา ได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัยโดยครูหรือจากโรงเรียน สามารถเข้าถึงได้ทันทีจากการเชื่อมต่อ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

ดังนั้น จากการศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษาผู้วิจัยสรุปได้ว่า การบูรณาการการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน เข้าใจขอบเขตของการ จัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยผ่านการลงมือปฏิบัติทดลองจริงเพื่อให้นักเรียน เข้าใจทั้งเนื้อหา และแนวคิดของแต่ละเรื่องที่เรียน

8. มุมมองของการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา

Bybee (2010 : 3-35) ได้จำแนกมุมมองของการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

1.แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองที่เป็นวิชาวิทยาศาสตร์ (หรือวิชาคณิตศาสตร์) เท่านั้นและบางครั้งก็แยกย่อยเป็นวิชาฟิสิกส์ เคมี หรือ ชีววิทยา การให้มุมมองแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบนี้จึงทำให้เกิดความสับสนเป็นอย่างมากเพราะ เนื่องจากว่าการกำหนดเป้าหมายของสหวิชา (Multiple Disciplinary) ซึ่งมีความแตกต่างกับการกำหนดเป้าหมายของวิชาหนึ่งเพียงอย่างเดียว

2. แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองที่เป็นทั้งวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ไม่ แปลกใจมากนักหากมองแนวคิดสะเต็มศึกษา ว่าเป็นทั้งวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพราะ เนื่องจากว่าหลักสูตรของทั้งสองวิชานี้เป็นองค์ประกอบของหลักสูตรของสถานศึกษาของอเมริกาอยู่ แล้ว บางครั้งหากกล่าวถึงแนวคิดสะเต็มศึกษาหลักสูตรของวิชาทั้งสองมาเหมือนกับยุ่งเกี่ยว

ผลผลิตทางการเกษตร บางคนก็เปรียบเทียบว่าเป็นทั้งยุ่งฉางและหลุม ซึ่งยุ่งฉางนั้นสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ส่วนหลุมนั้นเห็นได้ไม่ชัดเจน และยังว่างเปล่า แต่ก็รู้ดีว่านั่นคือหลุม

3. แนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง วิชาวิทยาศาสตร์ที่ผนวกรวมเทคโนโลยี วิศวกรรม หรือ คณิตศาสตร์ การมองแนวคิดสะเต็มศึกษาในแบบนี้เป็นขั้นเริ่มต้นสู่การบูรณาการวิชาอื่นร่วมด้วย ตามจุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละสาระการเรียนรู้ แต่ยังคงให้วิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก ยกตัวอย่าง เช่น วิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ร่วมกับคณิตศาสตร์ หรือ วิทยาศาสตร์ร่วมกับวิศวกรรม

4. แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองที่เป็นวิชาทั้งสี่ การกล่าวถึง แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองนี้จะหมายถึงวิชาทั้งสี่ คือ วิทยาศาสตร์ (Science ; S) เทคโนโลยี (Technology ; T) วิศวกรรม (Engineering ; E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics ; M) (อุปมาอุปมัยเหมือนกับยุ่งฉางเก็บผลผลิตทางการเกษตร) ซึ่งทั้งหมดนี้มีอยู่ในหลักสูตรของโรงเรียนอยู่แล้วในบางโรงเรียน T คือ วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และ E คือโปรแกรม หรือโครงการ เช่น โครงการนาร่อง (Project Lead the Way) เป็นต้น แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองนี้จะ เกี่ยวข้องอยู่ 2 ประเด็น คือ ประเด็นแรก คือ ความต้องการในการสำเร็จการศึกษา และประเด็นที่ สอง คือการผนวกรวมวิชาเทคโนโลยีและ วิศวกรรมเข้ารวม ในการผนวกรวมนั้นอาจทำได้โดยการรวม แต่ละหัวข้อย่อย ๆ เข้าด้วย เปรียบเสมือนกับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปที่แบ่งแยกเนื้อหาออกเป็นแต่ละบท ดังนั้น นักเรียนจึงมีโอกาสที่จะเรียนรู้บทต่อ ๆ ไปได้ในภายหลัง

5. แนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่เชื่อมโยงกับ เทคโนโลยี หรือ วิศวกรรมการมอง STEM ในมุมมองนี้ คือ แยกวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ออกจากกัน แล้วเชื่อมทั้งสองวิชาเข้าด้วยกันด้วยเทคโนโลยีหรือวิศวกรรม ยกตัวอย่างเช่น โปรแกรม การศึกษาเกี่ยวกับการประกอบอาชีพและทางการช่าง (Career and Technical Education ; CTE) ชี้ให้เห็นว่า CTE เป็นจุดเริ่มต้นแนวคิดสะเต็มศึกษา กล่าวคือ ทั้งวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รวมอยู่ในหลักสูตรของโรงเรียนอยู่แล้ว และแยกกันสอนตามรายวิชา ซึ่งสิ่งหนึ่งที่สังเกตได้คือแนวคิด และกระบวนการของทั้งสองวิชานี้ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นไปพร้อม ๆ กัน การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับ โครงการแคลิฟอร์เนีย การประสบความสำเร็จในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ เป็นตัวอย่างที่ดีของการบูรณาการโครงการทางเทคโนโลยี และวิศวกรรม ในวิชาแกนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สู่การฝึกประสบการณ์ในการศึกษาในสายอาชีพ และทางการช่าง ในหลากหลายสาขาวิชา เช่น วิทยาศาสตร์ชีวะทางการแพทย์และสุขภาพ แหล่งพลังงานเทคโนโลยีสารสนเทศ และเกษตรกร ใน ตัวอย่างนี้ นักเรียนได้เรียนรู้โดยการทำงานลงมือปฏิบัติเป็นหลัก

6. แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองที่หมายถึง การทำงานประสานกันของแต่ละวิชา แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองนี้ต้องอาศัยความร่วมมือของแต่ละวิชา กล่าวคือ ครูวิทยาศาสตร์จะขอ

คำปรึกษาจากครุคณิตศาสตร์เกี่ยวกับแนวคิดและกระบวนการของคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ววิชาใดวิชาหนึ่งอาจใช้แนวคิดและกระบวนการร่วมกันได้

7. แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองที่หมายถึง การรวมสองวิชาหรือสามวิชาเป็นหนึ่งเดียว เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการบูรณาการโดยการรวม 2 วิชาเข้าเป็นหนึ่งวิชาหรือหลักสูตร เช่น วิทยาศาสตร์บูรณาการกับเทคโนโลยี วิศวกรรมรวมบูรณาการกับคณิตศาสตร์ เป็นต้น หรือเพิ่มความซับซ้อนมากขึ้นโดยการบูรณาการ 3 วิชาเข้าด้วยกัน เช่น การบูรณาการวิทยาศาสตร์เข้ากับเทคโนโลยีและคณิตศาสตร์

8. แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองที่หมายถึง การบูรณาการคาบเกี่ยวในแต่ละวิชา แนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถจัดบูรณาการแต่ละวิชาเป็นลำดับต่อเนื่องกันได้ กล่าวคือ เมื่อจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชาเทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ตามลำดับ ดังนั้น การบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาจึงกลายเป็นหัวใจสำคัญของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

9. แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองที่หมายถึง การบูรณาการข้ามวิชา แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองนี้ จะเกี่ยวข้องกับการสอนข้ามรายวิชาแต่ละวิชาใน STEM เพื่อใช้แก้ปัญหาใหญ่ ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพทางภูมิอากาศ ปัญหาสุขภาพ เป็นต้น ตัวอย่างที่สามารถอธิบายมุมมองการบูรณาการ STEM ในแบบนี้ คือ นักดนตรีทั้งสี่บรรเลงเพลงร่วมกัน

ดังนั้นจากการศึกษามุมมองของการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้วิจัยสรุปได้ว่า แนวคิดสะเต็มศึกษานั้นสามารถมองได้หลายมุมมอง ขึ้นอยู่กับว่าต้องการที่จะนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปปรับใช้ในลักษณะใด แต่ท้ายที่สุดแนวคิดสะเต็มศึกษาในแต่ละมุมมองนั้นเป็นการบูรณาการรวมเอาสาขาวิชาต่าง ๆ มาทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนภายในรายวิชาเดียวซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

9. สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า โรงเรียนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องตามแนวทางของสะเต็มศึกษาได้หลายรูปแบบ ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในกรณีที่กิจกรรมนั้นใช้ระยะเวลาไม่มาก หรือถ้ากิจกรรมนั้นใช้ระยะเวลามากอาจมอบหมายให้ทำนอกชั้นเรียนร่วมด้วยก็ได้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการมอบหมายให้ออกแบบชิ้นงานกลุ่มหรือในรูปของโครงการก็ได้ โดยมีการกำหนดประเด็นปัญหาหรือหัวข้อที่สามารถเชื่อมโยงสู่การบูรณาการความรู้ของเนื้อหา ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนตามความเหมาะสม เนื่องจากความรู้พื้นฐานของการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ เนื้อหาสาระตามหลักสูตรแกนกลางนั่นเอง ซึ่งครู

ควรยึดเนื้อหาสาระหลักนั้นเป็นฐานในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาในสิ่งแวดล้อมสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

วิชา ประชากร และประสาธ เนื่องเฉลิม (2561 : 313-317) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริง และการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎี หรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีลักษณะ 5 ประการได้แก่

1. เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ
2. ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับการนำมาปรับใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพในอนาคต
3. เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญของบุคคลทุกคนที่จะต้องมีโอกาสในอนาคตรอง
4. ทำทลายความคิดของนักเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเห็น และทักษะที่มีรวมถึงความรู้เดิมมาช่วยในการสร้างความรู้ของตนเองขึ้นมาใหม่
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน

ดังนั้น จากการศึกษาสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนผู้วิจัยสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานในกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดในหลายมิติ คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถตรวจสอบความรู้ที่เกิดขึ้นผ่านการทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์อย่างยั่งยืน

10. การบูรณาการสะเต็มศึกษาในการจัดการเรียนการสอน

ปารีชาติ ประเสริฐสังข์ (2556) ได้นำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม อ้างอิงจากแนวคิดของ Vasques และ Sneiderand Comer ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการจัดกระทำข้อมูล จึงเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีการเน้น บูรณาการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมเข้าไปในหลักสูตรของโรงเรียน โดยเสนอหลักการไว้ 5 ประการ ดังต่อไปนี้

1. มีการบูรณาการระหว่าง 2 วิชาขึ้นไปเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจและมองเห็นภาพ ของการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดพื้นฐานที่ต้องเรียนรู้ในหลักสูตรกับการนำเอาความรู้ดังกล่าวไป ประยุกต์ใช้ สร้างวิธีการแก้ปัญหาหรือแม้แต่การสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ขึ้นมา

2. มีการสร้างความสัมพันธ์ กระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการนำความรู้ ใหม่ ๆ ไปประยุกต์ใช้ มีการสร้างคำถามที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์หรือเชื่อมต่อกับ ชีวิตประจำวันให้ได้มากที่สุด อาทิเช่น วัสดุใดที่นักเรียนเห็นในชีวิตประจำวันที่สามารถนำมาประยุกต์ ในการแก้ปัญหาที่ตั้งไว้ได้ เป็นต้น

3. ต้องเห็นถึงความสำคัญของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เพราะเป็นความสามารถที่ ต้องการในยุคของสารสนเทศมีการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต ไม่ใช่เพียงการจดจำข้อมูลเหมือนในอดีต แต่จะต้องคำนึงถึงการค้นคว้า ค้นหา แหล่งของข้อมูล รวมไปถึงการสร้างสรรค์ที่ สร้างสรรค์ที่สามารถแก้ปัญหาและสื่อสารแนวคิด ได้อย่างมีหลักการและประสิทธิภาพ นอกจากนั้นยังต้องมีการ พิจารณาถึงการทำงานเป็นทีม การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์การร่วมมือกัน และการ คิดแก้ปัญหา เป็นต้น

4. สร้างความท้าทายแก่นักเรียน ความเข้าใจถึงจิตวิทยาพัฒนาการของผู้เรียนจะ ช่วยให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน

5. การจัดเตรียมกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ แลก เปลี่ยนประสบการณ์ และพัฒนาความสามารถ

จำรัส อินทลาภาพร (2558 : 62-72) ได้เสนอว่าจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการในของ 3 เนื้อหาวิชา ประกอบไปด้วยวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้าไปใน 3 สาระ ดังกล่าว ระดับของการบูรณาการแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. การบูรณาการแบบสอดแทรก เป็นการบูรณาการแบบเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ ต่าง ๆ กับชีวิตจริง ให้มีลักษณะกลมกลืนเป็นหัวเรื่อง โดยผู้สอนวิชาใดวิชาหนึ่งจะนำวิชาอื่น ๆ ของ สะเต็มมาบูรณาการกับวิชาที่ตนเองสอน

2. การบูรณาการแบบคู่ขนาน เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่าง ๆ

ของสะสม มาวางแผนการสอนร่วมกัน เพื่อรวมความคิดรวบยอดหลัก และนำมาจัดทำเป็นหัวเรื่อง แนวคิด หรือปัญหา ผู้สอนแต่ละคนจากแต่ละวิชาทำการสอนคู่ขนาน

3. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่าง ๆ ของสะสม มาวางแผนการสอนร่วมกันเพื่อสอนเกี่ยวกับหัวเรื่องแนวคิด หรือปัญหา และกำหนดภาพรวมของโครงการร่วมกันให้ออกมาเป็นชิ้นงาน

4. การบูรณาการแบบข้ามวิชา เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่าง ๆ ของสะสม มาวางแผนการสอนร่วมกันในองค์ประกอบของหัวเรื่อง (theme) แนวคิด หรือปัญหาจากการกำหนดเป็นโครงการและสอนร่วมกันเป็นทีม โดยได้มีการเสนอว่า ในการจัดการเรียนการสอนแบบสะสมศึกษาตัวผู้สอนจะไม่ได้ทำหน้าที่เป็นคนให้องค์ความรู้กับตัวเด็กโดยตรงแต่ต้องเป็นผู้ช่วยเอื้อให้เกิดการเรียนรู้มากที่สุดที่โดยตัวผู้สอนควรมีหน้าที่ดังนี้

4.1 จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

4.2 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะสมศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

4.3 จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ

4.4 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

4.5 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาข้อสรุปโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

4.6 เป็นผู้โค้ชผู้เรียน

4.7 เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)

4.8 ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

4.9 ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการอย่างหลากหลาย และให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554 : 117-127) ได้สรุปว่าการนำแนวคิดสะสมศึกษาไปใช้ในการเรียนการสอน ทำได้ 4 แนวทางดังนี้

1. การบูรณาการในรายวิชาพื้นฐาน โดยครูผู้สอนยี่ตวิชาที่ตนเองสอนเป็นหลัก แล้วออกแบบการเรียนรู้โดยนวิชาอื่น ๆ มาบูรณาการ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ 2 รูปแบบคือ

1.1 การบูรณาการแบบครูผู้สอนคนเดียว ครูผู้สอนยี่ตวิชาที่ตนเองสอน และ

ตัวชี้วัดเป็นหลัก แล้วพยายามนำตัวชี้วัดของวิชาอื่น ๆ ในแนวคิดสะเต็มศึกษามารวมการให้นักเรียนใช้กระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษาร่างชิ้นงานขึ้นมา

1.2 การบูรณาการแบบสหวิทยาการ ครูผู้สอนที่สอนในระดับชั้นเดียวกันมาออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกัน โดยอาจกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาขึ้นมา เป็นคะแนนหนึ่งช่องของทุก ๆ วิชา แล้วนำตัวชี้วัดในวิชาของตนเองที่เกี่ยวข้องมาประกอบกันเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างชิ้นงานตามที่สนใจ เมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานออกมาหนึ่งผลงาน ครูทุกวิชาก็สามารถนำไปประเมินผล และให้คะแนนได้

2. การเปิดรายวิชาเพิ่มเติมใหม่ บูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยเปิดรายวิชาเพิ่มเติมตามความพร้อมของสถานศึกษา ซึ่งจะให้มีอิสระในการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนสามารถตัดสินผลการเรียนได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ สสวท. ได้ดำเนินการออกแบบและจัดทำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ระดับ ม.ต้น ขึ้นเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการเรียนรู้ในบริบทของเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นความต้องการ การพัฒนาเยาวชนเพื่อนำส่งให้เป็นบุคคลที่มีศักยภาพตามนโยบายการพัฒนากำลังคนของประเทศใน 10 ปีข้างหน้า คือ 1. เชื้อเพลิงเพื่อคมนาคม 2. พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ 3. วิทยาศาสตร์กับความงาม 4. ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ 5. สนุกกับโครงการวิทยาศาสตร์โดยสถานศึกษาควรรายวิชาเพิ่มเติมที่ สสวท. จัดทำขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในระดับ ม.ต้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการคิด วิเคราะห์ การแก้ปัญหา และบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงรวมถึงการออกแบบสร้างนวัตกรรมตามความสนใจ สู่พื้นฐานอาชีพ ด้วยแนวทางแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. การใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนในวิชาที่มีอยู่แล้ว เช่น วิชา IS1-3 การศึกษาค้นคว้าอิสระ ของโรงเรียนมาตรฐานสากล โดยครูผู้สอนดำเนินการสอนโดยเพิ่มเติมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษา และเชื่อมโยงบูรณาการศาสตร์ของแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการสร้างผลงาน

4. การจัดกิจกรรมพิเศษบูรณาการ STEM ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ค่ายวิชาการ ค่ายลูกเสือ การทัศนศึกษา กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน การทำโครงการวิทยาศาสตร์ ฯลฯ อย่างไรก็ตาม การเรียนการสอนที่แยกเป็นวิชาต่าง ๆ ยังเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นที่จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในศาสตร์ต่าง ๆ จึงไม่ต้องกังวลว่าถ้าครูจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษานี้จะให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จากนั้นครูจึงใช้แนวคิดของสะเต็มศึกษาเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน ตลอดจนสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ อันจะช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมี

ทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่เพิ่มขึ้นทั้งในระดับชั้นเรียน ระดับชาติ เช่น O-NET GAT PAT และระดับนานาชาติ เช่น PISA TIMSS อีกด้วย

ดังนั้น จากการศึกษาการบูรณาการสะเต็มศึกษาในการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่าการสอนแบบสะเต็มศึกษา สามารถจัดการเรียนการสอนได้ในทุกระดับและทุกช่วงวัย โดยได้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น จะมุ่งเน้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลได้ด้วยตัวเอง จนเกิดการพัฒนา และนำไปสู่การออกแบบชิ้นงานและแนวคิดใหม่ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิต

11. สะเต็มศึกษากับการพัฒนาเพิ่มขีดความสามารถของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นอกจากการบูรณาการด้านเนื้อหาวิชาแล้วยังได้นำหลักการและทักษะ กระบวนการคิด การออกแบบ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลต่าง ๆ ทางวิศวกรรม มาบูรณาการร่วมด้วย ทั้งในระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนจะได้เรียนรู้และก่อให้เกิดทักษะต่าง ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย และการบูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมและการแก้ปัญหาไปในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงหลักสูตรไปสู่โลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งนำไปสู่เป้าประสงค์ที่แท้จริงของการเรียนรู้ และการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญทางสะเต็มจะสามารถตอบคำถาม หรือแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น สามารถสำรวจตรวจสอบในประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ และพัฒนาไปสู่การแก้ปัญหาที่ท้าทายและปัญหาในโลกที่เป็นจริง ในขณะเดียวกันก็สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้นักเรียนที่มีความชำนาญหรือเชี่ยวชาญทางสะเต็ม ยังมีคุณสมบัติของการเป็นนักคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล เป็นนักสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ และขณะเดียวกันก็เป็นผู้ที่มีความรอบรู้ทางเทคโนโลยี ทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

ดังนั้นครูควรพยายามนำยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการทั้งแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรม โดยนำเทคโนโลยีมาเอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ รวมทั้งการจัดบรรยากาศให้เป็นชั้นเรียนสำหรับนวัตกรรม และการออกแบบของผู้เรียนภายใต้บรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นเชิงบูรณาการ (Rockland และคณะ; (2010 อ้างอิงจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546))

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ยังกล่าวอีกว่า ในหลาย ๆ ประเทศ จึงให้ความสำคัญกับการจัดกิจกรรมที่มีการเตรียมความพร้อมให้กับครูให้สามารถจัดการ

เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม สะเต็มศึกษานี้คือแนวโน้มหรือกระแสความต้องการที่กำลังเกิดขึ้น แม้ในประเทศสหรัฐอเมริกาเอง ก็มีนักการศึกษาบางส่วนที่วิพากษ์ถึงการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นกระแสนิยม และจะส่งผลกระทบต่อระบบ ถ้าหากว่าไม่มีมาตรฐานที่จะนำมาใช้ในการวัดและประเมินผล ซึ่งจะทำให้ครูและนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เกิดความตระหนัก และไม่เห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียน ดังนั้นประเทศไทยเราก็ควรตระหนักในประเด็นนี้ด้วยเช่นกัน และควรส่งเสริมให้มีโครงการที่พัฒนาครูให้เกิดความตระหนักและเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และควรมีแนวทางในการส่งเสริมให้ครูนำวิธีการ และทักษะเหล่านั้นสู่ชั้นเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาสะเต็มศึกษากับการพัฒนาเพิ่มขีดความสามารถของนักเรียนผู้วิจัยสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษานั้นเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนซึ่งเป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และ คณิตศาสตร์ (M) จากที่เคยสอนแยกกัน นำมาสอนรวมกันภายในวิชาเดียว รวมทั้งการจัดบรรยากาศให้เป็นชั้นเรียนสำหรับนวัตกรรม และการออกแบบของผู้เรียนภายใต้บรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นเชิงบูรณาการ

12. การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

Edward (2013 : 1-22) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ
 - 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ
 - 1.2 การปฏิบัติการทดลอง
 - 1.3 การรายงานผลการทดลอง
 - 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง
2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียนดังนี้ คือ
 - 2.1 การระดมความคิด
 - 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ
 - 2.3 การทำงานเป็นทีม

จากการศึกษาการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผู้วิจัยสรุปได้ว่า ในการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรมีการประเมินที่เน้นสภาพจริง มีการประเมินหลาย ๆ ครั้ง ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายวิธี เช่น การสังเกต พฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเองและจากเพื่อนประเมิน

13. ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจสาระ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มากขึ้น
3. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครู และบุคลากรทางการศึกษา
5. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

จากการศึกษาตามข้อมูลเบื้องต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา นั่นคือ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างสาขาวิชาทั้งสี่ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียน นำเอาความรู้ในทุกแขนงในแต่ละด้านมาผสมผสานเกิดองค์ความรู้ใหม่ เกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ เกิดกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คิดค้นสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่อำนวยความสะดวกต่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพต่าง ๆ และในสถานการณ์โลกปัจจุบัน มีลักษณะการจัดการเรียนที่เน้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสื่อสารแนวคิดต่าง ๆ ได้อย่างมีหลักการและประสิทธิภาพในยุคที่สารสนเทศมีการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สนใจการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการสืบค้น เสาะหา สำนวจตรวจสอบ และค้นคว้า เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบทำให้เกิดความเข้าใจ และสามารถวิเคราะห์ และสรุปผล โดยมีทั้งหมด 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นคว้า 3) ขั้นอธิบาย 4) ขั้นขยายความรู้ 5) ขั้นประเมิน เพื่อใช้ขั้นการจัดการเรียนรู้ และนำแนวคิดสะเต็มศึกษาแทรกเข้าไปในแต่ละขั้นการสอนที่มีการเน้นการบูรณาการระหว่างสี่วิชาได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science : S) วิชาเทคโนโลยี (Technology : T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E) และวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) เข้าไปในขั้นการสอนแต่ละขั้นการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการใช้ทักษะที่ครบทุกด้านตามแนวคิดดังกล่าวในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้เป็นผลการเตรียมการอย่างเป็นรูปธรรมของการแปลงหลักสูตร สู่อำนาจจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เห็นภาพรวมและการดำเนินการในการสอนอย่างชัดเจน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวได้ กำหนดความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้และประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ที่มาของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้หรือแผนการสอน

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2545 : 33) อธิบายที่มาของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ว่า เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามเป้าหมายและจุดประสงค์ จำเป็นต้องมีการเขียนแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนควรพัฒนามาจากหน่วยการเรียนรู้ และก่อนที่จะได้ซึ่งแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนจำเป็นต้องจัดทำหลักสูตรขั้นใช้ โดยมีขั้นตอนสำคัญพอสรุปได้ดังนี้

- 1.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น
- 1.2 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น
- 1.3 กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายช่วงชั้น
- 1.4 กำหนดสาระการเรียนรู้ช่วงชั้น
- 1.5 กำหนดสาระการเรียนรู้รายปี/รายชั้น
- 1.6 จัดทำคำอธิบายรายวิชา
- 1.7 กำหนดหน่วยการเรียนรู้
- 1.8 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาที่มาของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้หรือแผนการสอนผู้วิจัยสรุปว่า ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ครูต้องดำเนินการ วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กำหนดสาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ตามลำดับ

2. ความหมายของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว และเพิ่มประสิทธิภาพในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้อย่างน่าสนใจ ดังนี้

ศศิธร เวียงวะลัย (2556 : 51) ได้สรุปความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนในการจัดการเรียนการสอนที่ครูหรือผู้สอนเป็นผู้จัดทำขึ้นจากแนวการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มครู หรือกรมวิชาการภายใต้กรอบเนื้อหาสาระที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดย

กำหนดจุดประสงค์ วิธีการดำเนินการหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ สื่อการเรียนรู้ และวิธีวัดผลประเมินผลที่สอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้

ประกาศิต อานุกาฬแสนยากร (2556 : 492-493) ได้สรุปความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าแผนการสอนเป็นแผนที่ผู้สอนจัดทำขึ้นจากคู่มือครูหรือแนวการสอนของกรมวิชาการทำให้ผู้สอนทราบว่าสอนเนื้อหาใด เพื่อจุดประสงค์ใด สอนอย่างไร ใช้สื่ออะไร และวัดประเมินผลโดยวิธีใด

เบญจวรรณ กีสุขพันธ์ และคณะ (2560 : 95) ได้สรุปความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง เป็นการเตรียมพร้อมเกี่ยวกับการเรียนการสอนอย่างละเอียด เพื่อจะดำเนินการเรียนการสอนได้ถูกต้อง และตรงตามจุดประสงค์

สมาน เอกพิมพ์ (2560 : 72) ได้สรุปความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้หมายถึง แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนได้จัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร ซึ่งเป็นการเตรียมการเพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาใดรายวิชาหนึ่งอย่างเป็นระบบสอดคล้องกับเนื้อหาสาระและมาตรฐาน/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อันได้สรุปว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจหมายถึง การวางแผนรูปแบบการเรียนหรือกิจกรรมการสอนที่ครูเตรียมไว้ล่วงหน้าเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้อีก สื่อ การวัดและประเมินผลเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

3. ความสำคัญของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การควบคุมงานก่อสร้างวิศวกรหรือสถาปนิกจะขาดพิมพ์เขียวไม่ได้ฉันใด ผู้เป็นครูผู้สอน ก็ขาดแผนการจัดการเรียนรู้ไม่ได้ฉันนั้น ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้การเรียนการสอน มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น พอสรุปความสำคัญ ได้ดังนี้

ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์ (2539 : 179) เสนอว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจมีประโยชน์ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอนได้ครบถ้วนและตรงตามเวลาที่กำหนดตามหลักสูตร
2. ช่วยให้ผู้รู้รู้สึกมั่นใจในการสอน
3. ช่วยให้ผู้รู้ที่รับมอบหมายให้สอนแทนสามารถดำเนินการสอนได้ดีและต่อเนื่องจากการสอนครั้งก่อน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 2) สรุปความสำคัญของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อีกว่าให้ประโยชน์ดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผนเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีสอน การเรียนรู้สื่อเทคโนโลยี และจิตวิทยาการเรียนการสอน มาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ
2. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัดและประเมินผลตลอดจนประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็น
3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับตัวครูผู้สอนและครูที่สอนแทน นำไปใช้ปฏิบัติการสอนอย่างมั่นใจ
4. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป
5. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

สำลี รักสุทธี (2544 : 43 - 44) ได้สรุปความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เป็นผลงานทางวิชาการชิ้นสำคัญของครูผู้สอน นักวิชาการศึกษิต่างยอมรับว่าแผนการจัดการเรียนรู้คือ นวัตกรรม ผลิผล ผลการเตรียม ผลการศึกษาค้นคว้าในวิชาที่ตนเองจะสอนเพื่อแสดงถึงผลึกภูมิปัญญาของตนเองให้คนอื่นได้รับทราบ ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้จึงถือว่าเป็นผลงานทางวิชาการชิ้นสำคัญของครูผู้สอน นั้นหมายความว่า แม้ว่าครูจะไม่มีผลงานทางวิชาการด้านอื่น แต่อย่างน้อยที่สุดครูผู้สอนต้องมีแผนการจัดการเรียนรู้เป็นของตนเอง จึงจะเรียกได้ว่าครูมืออาชีพ ด้วยเหตุผล แผนการจัดการเรียนรู้เป็นที่ยอมรับในฐานะ ผลงานทางวิชาการชิ้นสำคัญ เมื่อครูผู้สอนจะส่งผลงานทางวิชาการทุกครั้ง จึงต้องส่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยเสมอ
2. แผนการจัดการเรียนรู้ คือ เชื่อมทิศบอกทางครู เชื่อมทิศมีความจำเป็นต่อกับต้นเรือต่อนักเดินป่าฉันทเด แผนการจัดการเรียนรู้ก็มีความสำคัญต่อครูผู้สอนฉันทนั้น นักเดินเรือมีโอกาสหลงทางลอยเคว้งคว้างในกลางมหาสมุทร อาจพบจุดอับปาง ไม่สามารถส่งผู้โดยสารถึงฝั่งได้ หรือนักเดินป่าที่อาจหลงป่าเป็นอาหารของสัตว์ร้ายในป่าได้ถ้าไร้ซึ่งเข็มทิศ เช่นเดียวกัน หากครูผู้สอนไม่มีแผนการจัดการเรียนรู้ อาจพาผู้เรียนเดินทางอย่างไร้จุดหมาย การเรียนการสอนอาจจบหลักสูตร แต่ผู้เรียนไม่จบเนื่องจากนาผู้โดยสารขึ้นฝั่งแห่งการเรียนรู้อย่างโง่เขลาเบาปัญญา อวิชชายังครอบงำผู้เรียนต่อไป
3. แผนการจัดการเรียนรู้เหมือนพิมพ์เขียวของครูผู้สอน วิศวกร สถาปนิกเป็นผู้ออกแบบในการสร้างบ้าน สร้างอาคาร ตีกรามบ้านช่อง ให้มีความแข็งแรงทนทาน ครูผู้สอนมีหน้าที่ออกแบบทางการศึกษาเพื่อสร้างคน นายช่างจะสร้างบ้านอาคารพิมพ์เขียว (แปลน) บ้านหรือตึก อาจทรุดหรือพังลงได้ เพราะขาดมาตรฐานในการก่อสร้าง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอาจผ่านไปอย่างลุ่ม ๆ ดอน ๆ หากครูผู้สอนสักแต่ว่าสอนโดยไม่มีเตรียมการสอนหรือหาแผนการจัดการเรียนรู้ไว้

ล่วงหน้า ดังนั้น พิมพ์เขียวมีความจำเป็นต่อการสร้างบ้านฉันใด แผนการจัดการเรียนรู้ ก็ย่อมมีความจำเป็นต่อครูผู้สอนฉันนั้น

4. แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนที่บอกเป้าหมายการเดินทาง ครูผู้สอน ผู้เรียนในการเดินทางไปในที่ต่าง ๆ ที่เราไม่เคยไป สิ่งที่จะช่วยให้เราไปสู่เป้าหมายได้ นอกจากคำบอกเล่าของคนอื่น แล้วก็คือ “แผนที่” โดยเฉพาะนักเดินทางต่างประเทศ เขาจะเห็นความสำคัญของแผนที่มาก โดยเฉพาะในส่วนของการศึกษา เขาจะให้ผู้เรียน เรียนรู้การใช้แผนที่ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายเลยทีเดียว ดังนั้น ชาวต่างประเทศจึงใช้แผนที่ได้ดีกว่าคนไทยเป็นส่วนใหญ่ แผนที่ช่วยนักเดินทางไม่ให้หลงทิศทาง เช่นเดียวกับเข็มทิศ แผนการจัดการเรียนรู้ก็เช่นเดียวกันกับแผนที่ ครูผู้สอนพาผู้เรียนไปสู่จุดหมายปลายทางได้อย่างไร จะต้องมียุทธศาสตร์การเรียนรู้ ซึ่งทำหน้าที่เหมือนแผนที่ชีวิต แผนที่ทางการศึกษาที่จะชี้บอกว่า คุณจะต้องเดินทางวิธีนั้น วิธีนี้ ยานพาหนะเช่นนี้จึงจะนำพาผู้เรียนไปสู่หลักชัยได้ เป้าหมายการเดินทางของผู้เรียนจะมีไว้อย่างชัดเจน ในแผนการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนจะพาผู้เรียนสู่จุดหมาย เช่นในแผนการจัดการเรียนรู้ก็มีบอกชี้ไว้ ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความจำเป็นต่อนักเดินทางฉันใด แผนการจัดการเรียนรู้ก็มีความจำเป็นต่อครูผู้สอนฉันนั้น หรืออาจกล่าวได้ว่าแผนการจัดการเรียนคือ ปลายทางสู่จุดหมายที่มั่นคงไม่ผิด เพราะเมื่อนักเรียนผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ถูกจัดลงสู่ภาคปฏิบัติอย่างถูกต้องสมบูรณ์แล้ว ผู้เรียนสามารถจะนำความรู้ไปสู่การดำเนินชีวิตหาเลี้ยงชีพตนเองได้อย่างไม่มีปัญหา ซึ่งนั่นแหละคือ ขุมทรัพย์อันล้ำค่าของเขา

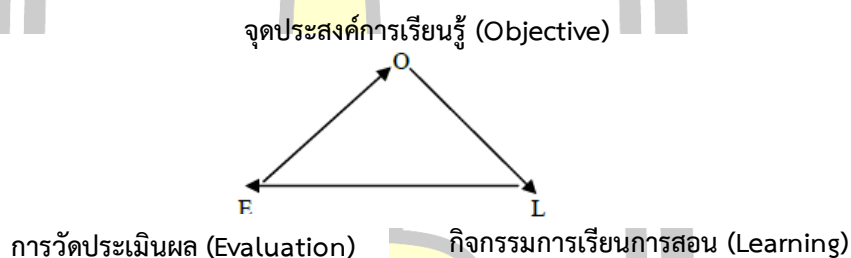
5. แผนการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องชี้วัดคุณภาพครูผู้สอน อาจารย์ แม้ว่าจะสอนมานานเพียงใด มีความสามารถเพียงใด คงจะให้คนในวงการศึกษายอมรับได้ยาก หากท่านไม่มีอุปกรณ์ หรือเครื่องมือสื่อสาร บอกให้คนอื่นทราบได้ว่า ท่านมีขั้นตอนการสอน มีการวางแผนการสอน มีการเตรียมการสอน การจัดการศึกษาไว้อย่างไร และดำเนินการทางการศึกษาอย่างไร เฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาคงไม่เพียงพอสำหรับเป็นเครื่องชี้วัดคุณภาพของครูผู้สอนได้

จากการศึกษาความสำคัญของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การสร้างและการออกแบบการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีองค์ประกอบหลักของแผนประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมที่เป็นการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ลำดับขั้นในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อให้การพัฒนาการเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

4. หลักในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 82-83) ได้เสนอหลักในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่า ครูสอนต้องตอบคำถามสำคัญ 3 ข้อ ต่อไปนี้ให้ได้ คือ สอนเพื่ออะไร สอนอย่างไรและสอนแล้วได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งคำตอบของคำถาม 3 ข้อ คือองค์ประกอบที่สำคัญของ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย

1. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Objective) ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเป็นการตอบว่าสอนเพื่ออะไร
2. การเรียนการสอน (Learning) เป็นกิจกรรมที่ทำให้บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้
3. การวัดประเมินผล (Evaluation) เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้และมีพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้จริงหรือไม่ซึ่งทั้ง 3 ส่วนนี้ เรียกโดยชื่อย่อว่า OLE ซึ่งสามารถเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง OLE

(วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2542 : 82-83)

จากการศึกษาหลักในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า หลักในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องจัดทำให้ครบองค์ประกอบทั้ง 3 มีความสัมพันธ์กัน

5. ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รุจิรี ภู่อาระ (2545 : 159-160) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมทั้งแนวความคิดขอบเขตของกลุ่มสาระการเรียนรู้ มาเป็นกรอบในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เป็นจุดประสงค์ปลายทางที่กล่าวถึงจุดประสงค์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์จากคำอธิบายรายวิชา

3. เขียนเค้าโครงของกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้งหมดได้แก่

3.1 หัวข้อย่อย

3.2 สาระสำคัญที่เน้นความคิดรวบยอด หลักการ ทักษะ ลักษณะนิสัย

4. สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอน ต้องดำเนินการตามขั้นตอน คือ ทำความเข้าใจมาตรฐานและสาระการเรียนรู้เขียนจุดประสงค์รายวิชา เขียนโครงสร้าง และเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2543 : 33 ; อ้างถึงใน สุวิทย์ เขาแก้ว, 2551 : 42) ได้สรุปขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรเพื่อให้เข้าใจหลักการ จุดหมาย โครงสร้าง ของกลุ่ม ประสบการณ์ต่าง ๆ ประสบการณ์ และคำอธิบายกลุ่มประสบการณ์ ซึ่งได้กล่าวถึงแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื้อหาสาระสำคัญ ตลอดจนวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้วิชาที่ครูผู้สอน จะสอนในแต่ละรายวิชา

2. ศึกษาคู่มือการใช้หลักสูตร คู่มือหลักการสอน แนวการสอน เพื่อให้เข้าใจจุดเน้นของหลักสูตร เหตุผลในการปรับปรุงหลักสูตร สาระสำคัญที่ปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง บทบาทของครูผู้สอน ตลอดจนกระบวนการต่าง ๆ พัฒนานักเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสอน

3. นำโครงสร้างเนื้อหาวิชา จุดประสงค์ของกลุ่ม ประสบการณ์ และจุดประสงค์รายวิชา มา กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน คาบเวลาเรียนให้เหมาะสมกับหัวข้อเนื้อหาโดยให้ความสัมพันธ์กับอัตราเวลาเรียนที่กำหนดให้แต่ละหัวข้อ กลุ่มประสบการณ์เป็นการกำหนดการสอนระยะยาว

4. ศึกษาแนวตัวอย่าง แนวทางการสอนในคู่มือครูผู้สอนแล้วทำแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน คาบเวลาเรียนให้เหมาะสมกับหัวข้อเนื้อหาและจุดประสงค์ของการเรียนรู้ของแต่ละหัวข้อ เพื่อให้ครูผู้สอนปรับสอนให้เหมาะสมกับเวลาเรียนที่จัดไว้ในตารางเรียนของแต่ละสัปดาห์ต่อไป

5. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยครู จะต้องพิจารณาหัวข้อจากแหล่งต่าง ๆ มา ประกอบการเรียนการสอน เช่น หนังสือค้นคว้าอ้างอิง สาระสำคัญสำหรับครูผู้สอน หนังสือเรียนการสอน วัตถุประสงค์สำหรับนักเรียนฝึกปฏิบัติ ทดสอบสำหรับวัดและประเมินผลผู้เรียน

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ครูผู้สอนต้องศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมทั้งแนวความคิดขอบเขตของกลุ่มสาระการเรียนรู้ มาเป็นกรอบในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์จากคำอธิบายรายวิชา ต้องมีความสอดคล้องกัน เขียนเค้าโครงของกลุ่มสาระการเรียนรู้

สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน คาบเวลาเรียนให้เหมาะสมกับหัวข้อเนื้อหาและจุดประสงค์ของการเรียนรู้ของแต่ละหัวข้อ ทดสอบสำหรับวัดและประเมินผลผู้เรียน

6. การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540 : 219) ได้สรุปวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. เขียนให้ชัดเจนในทุกหัวข้อ เพื่อให้ความกระจ่างแก่ผู้อ่านมีรายละเอียดพอสมควร ไม่ย่อเยื้อง และไม่ละเอียดมากเกินไป
2. ใช้ภาษาเขียนที่สื่อความหมายได้เข้าใจตรงกัน เป็นประโยคที่ได้ใจความไม่ยืดเยื้อ และไม่ เป็นภาษาพูด
3. เขียนทุกหัวข้อหรือทุกช่วงให้สอดคล้องกัน เช่น
 - 3.1 สารระสำคัญจะต้องสอดคล้องกับเนื้อหา
 - 3.2 จุดประสงค์จะต้องสอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรม และการวัดผล
 - 3.3 สื่อการเรียนจะต้องสอดคล้องกับกิจกรรม

จากการศึกษาการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า วิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จะต้องเขียนให้ชัดเจนในทุกหัวข้อ ใช้ภาษาเขียนที่สื่อความหมายได้เข้าใจตรงกัน สารระสำคัญจะต้องสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์จะต้องสอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรม และการวัดผล สื่อการเรียนจะต้องสอดคล้องกับกิจกรรม จึงจะเป็นวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ถูกต้องเหมาะสม

7. ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้

สำลี รักสุทธี (2544 : 69) ได้สรุปลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นผู้ได้ลงมือปฏิบัติให้ได้มากที่สุด โดยครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ ส่งเสริมหรือกระตุ้นกิจกรรมที่นักเรียนดำเนินการเป็นไปตามความมุ่งหมาย
2. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบ หรือทำสำเร็จด้วยตนเองโดยครูผู้สอนพยายามลดบทบาทของผู้บอกคำตอบ มาเป็นผู้คอยกระตุ้นด้วยคำถามหรือปัญหาให้ผู้เรียนคิดแก้หรือหาแนวทางไปสู่ความสำเร็จในการทำกิจกรรมนั่นเอง
3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนรับรู้ และนำกระบวนการไปใช้จริง
4. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุอุปกรณ์สำเร็จรูปราคาสูง

จากการศึกษาลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ต้องเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นผู้ได้ลงมือปฏิบัติให้ได้มากที่สุด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบ นักเรียนทำความสำเร็จด้วยตนเองโดยครูผู้สอนพยายามลดบทบาทของผู้บอกคำตอบ ครูคอยกระตุ้น

ด้วยคำถามหรือปัญหาให้ผู้เรียนคิดแก้หรือหาแนวทางไปสู่ความสำเร็จในการทำกิจกรรม เป็นแผนการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนรับรู้และนำกระบวนการไปใช้จริง และส่งเสริมให้ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น ไม่สิ้นเปลือง

8. รูปแบบและองค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2546 : 21) ได้กำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. สาระสำคัญ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระการเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนรู้
5. สื่อ/แหล่งเรียนรู้
6. การวัดและประเมินผล
7. บันทึกผลหลังสอน

รายละเอียดการเขียนแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

1. สาระสำคัญ หมายถึง ข้อความที่เป็นแก่นเนื้อหาสาระ หลักการข้อเท็จจริงและแนวคิดต่างๆ ของเนื้อหา สาระในแผนการเรียนรู้นั้น ต้องเขียนให้สรุป กระชับ อาจเป็นความเรียงหรือแยกเป็นข้อ ๆ ก็ได้ วิธีเขียนต้องเริ่มด้วยส่วนที่จำเป็นและสำคัญที่สุดของเนื้อหา ก่อน แล้วจึงตามด้วยรายละเอียดที่สำคัญของเรื่อง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่คาดหวังของผู้เรียนหลังการสอนอาจเขียนแยกเป็นจุดประสงค์ปลายทาง และจุดประสงค์นำทางก็ได้

3. สาระการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ให้รายละเอียดที่เชื่อมโยงกับสาระสำคัญ และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นอกจากจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแล้วยังต้องคำนึงถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ตามธรรมชาติของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ นั้น ๆ รวมทั้งทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้วย

5. สื่อ/แหล่งเรียนรู้ หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ผู้สอนนำมาเป็นเครื่องมือช่วยให้ความรู้แก่นักเรียน

6. การวัดและการประเมินผล เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมิน วิธีการใช้เครื่องมือ และเกณฑ์ที่หลากหลาย

ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ ทั้งนี้ ให้วัดตรงตามสภาพจริงที่เกิดขึ้นด้วยความเที่ยงตรง น่าเชื่อถือได้ และตรวจสอบได้

อาการณ์ ใจเที่ยง (2540 : 203) ได้สรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. วิชาหน่วยที่สอน และสาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด) ของเรื่อง
2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. สาระการเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนการสอน
5. สื่อการเรียนการสอน
6. วัดผลประเมินผล

กรมวิชาการ (2540 : 7) ได้สรุปองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. สาระสำคัญ
 2. จุดประสงค์ปลายทาง
 3. จุดประสงค์นำทาง
 4. ชนิดของสมรรถภาพ
 5. ประสบการณ์เดิม
 6. สาระการเรียนรู้
 7. ลำดับขั้นตอนการเรียนการสอน เช่น สร้างความสนใจ แจกแจงจุดประสงค์ สสำรวจความรู้เดิม เสนอความรู้ใหม่ ให้แนวทางการเรียนรู้ให้นักเรียนปฏิบัติ ให้ข้อมูลป้อนกลับ ประเมินผลระหว่างปฏิบัติ และส่งเสริมความแม่นยำ
 8. สื่อการเรียนการสอน เช่น รูปภาพ ใบความรู้ ใบงาน ชุดฝึก เป็นต้น
 9. การวัดและประเมินผล เช่น ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน คำถามท้ายบท เป็นต้น
- จากการศึกษารูปแบบและองค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 1. สาระสำคัญ 2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 3. สาระการเรียนรู้ 4. กิจกรรมการเรียนรู้ 5. สื่อ/แหล่งเรียนรู้ 6. การวัดและประเมินผล และ 7. บันทึกผลหลังสอน จะต้องมีความสอดคล้องกันของเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ มีความน่าสนใจ เหมาะสมกับระดับความรู้แก่ผู้เรียน

9. บันทึกผลหลังการสอน

เป็นการบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรบันทึกในประเด็นต่อไปนี้

1. ปัญหา/วิธีการแก้ปัญหา
2. ข้อเสนอแนะ

เป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ในเวลาปกติ เช่น แบบฝึกหัดเพิ่มเติม หรือ งานที่มอบหมายเพิ่มเติมอาจเป็นงานที่เกี่ยวกับงานกลุ่ม โดยเน้นทักษะที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ในชั้นเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนได้อย่างต่อเนื่อง

จากการศึกษาบันทึกผลหลังการสอนผู้วิจัยสรุปได้ว่า รูปแบบและองค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีรูปแบบในการเขียนหลายรูปแบบครูผู้สอนสามารถเลือกใช้ได้ตามความถนัด แผนการเรียนรู้มีองค์ประกอบดังนี้ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และบันทึกผลหลังสอน ซึ่งการบันทึกผลหลังการสอนเป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ในเวลาปกติ เช่น แบบฝึกหัดเพิ่มเติม หรืองานที่มอบหมายเพิ่มเติมอาจเป็นงานที่เกี่ยวกับงานกลุ่ม

10. ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

ลำลี รักสุทธิ (2544 : 101) ได้สรุปประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีขั้นตอนไม่สับสน วนไปวนมา
2. ทำให้เกิดกระบวนการจัดวัตอย่างมีระบบ
3. ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวเป็นลำดับขั้นตอนจากหัวไปท้าย จากง่ายไปยาก
4. เป็นรูปธรรมชัดเจน มองเห็นความเคลื่อนไหวของกิจกรรมอย่างสอดคล้องเป็นลูกโซ่สัมพันธ์กันตลอดตั้งแต่เรียนจนจบ
5. ผู้เรียนได้ปฏิบัติอย่างชัดเจนมีขั้นตอน มีผลสะท้อนกลับอย่างฉับพลัน
6. ผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรมอย่างมีชีวิตชีวา มีความสุขสนุกสนานกับการเรียน
7. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้

จากการศึกษาประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นการเตรียมการสอนอย่างเป็นรูปธรรม เป็นการวางแผนรูปแบบการเรียน เป็นเหมือนพิมพ์เขียวของผู้สอน ทั้งยังเป็นการแปลงหลักสูตรการจัดการเรียน ให้แก่ผู้เรียน และเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่หลักสูตรกำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาจะทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน เนื่องจากอาศัยการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น และรู้สึกท้าทายส่งผลให้เกิดการพัฒนาในตัวนักเรียนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558) ดังนั้น เพื่อจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มให้ได้รูปกิจกรรมที่สอดคล้องกับรูปแบบดังกล่าว จึงได้มีการนำเอากระบวนการหาความรู้หรือกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับใช้ร่วมด้วย เช่น แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) หรือ รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เมื่อนำเอารูปแบบดังกล่าวมาจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการนำเอาจุดเด่นของแต่ละสาขาวิชามาสวมผสานกันอย่างลงตัวเพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559) และให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ โดยการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมตลอดการเรียนการสอน เพื่อไปแก้ปัญหาในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

การจัดการเรียนรู้ที่มีสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีรูปแบบการเรียนรู้ที่มีส่วนคล้ายคลึงอยู่กับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ที่มีจุดเด่นตรงที่ผู้เรียนต้องสำรวจ ทดลอง ค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้หรือแนวคิดด้วยตัวผู้เรียนเอง ซึ่งมีหลักการคล้ายกับการแสวงหาองค์ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์โดยที่มีครูหรือผู้สอนเป็นผู้คอยสนับสนุนจัดการเรียนการสอนให้บรรยากาศในห้องเรียนพร้อมที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตัวเองมากที่สุด (สนธิ พลชัยยา, 2557) รวมไปถึงการช่วยเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจ และเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ เรียกได้ว่าทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator)

ณัฐพงศ์ มณีโรจน์ และประสาท เนิองเฉลิม (2560) ได้เสนอรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาว่าเป็น การใช้การสอนแบบสืบเสาะที่เน้นผู้เรียนเป็นค้นหาค้นหาองค์ความรู้เอง มาจัดการเรียนรู้โดยมีการนำเอา แนวคิดสะเต็มศึกษาไปแทรกในแต่ละขั้นของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หรือกล่าวได้ว่าในขั้นที่ 1-5 ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะได้มีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการบูรณาการระหว่าง 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นของการจัดการเรียนการสอนตามขั้นที่ใจดึงดูดผู้เรียนให้เข้าสู่ห้องเรียน และมีการแทรกการบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มเข้าไป คือ วิชาวิทยาศาสตร์
- 2) ขั้นสำรวจและค้นคว้า เป็นขั้นของการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนหาการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง สืบค้น เพื่อหาค้นหาองค์ความรู้ และมีการแทรกการบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มเข้าไป คือ

วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม

3) **ชั้นอธิบาย** เป็นขั้นของการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนนำความรู้มาลงข้อสรุป เพื่อทำการอธิบาย และมีการแทรกการบูรณาการตามแนวคิดสะสมเข้าไป คือ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

4) **ชั้นขยายความรู้** เป็นขั้นของการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนทำการเชื่อมโยง ความรู้ที่ได้ค้นคว้า และมีการแทรกการบูรณาการตามแนวคิดสะสมเข้าไป คือ วิชาวิทยาศาสตร์

5) **ชั้นประเมิน** เป็นขั้นของการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนทำการประเมินการ เรียนรู้ด้วยตนเอง

โดยเน้นกิจกรรมที่ต้องอาศัยการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยพบว่าข้อดีของการ จัดการเรียนรู้แบบนี้คือ

1. **ตัวนักเรียนเกิดความสนใจ** ตื่นตัวในการทำกิจกรรม เพราะกิจกรรมต่าง ๆ ที่ถูก จัดขึ้นเป็นการท้าทายความสามารถของผู้เรียน

2. **ตัวนักเรียนมีอิสระในการค้นหาข้อมูล** เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบแบบ สืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระที่จะ เลือกรับข้อมูลได้ด้วยตนเอง จากการค้นคว้าจากหนังสือ ใบความรู้หรือ แหล่งเรียนรู้ออนไลน์

3. **มีอิสระในการแสดงออก และการแสดงความคิดเห็น** ทั้งภายในกลุ่มของตนเอง และการนำเสนอข้อมูลในชั้นเรียน

4. **สามารถใช้ข้อมูลทฤษฎี มาออกแบบ และสร้างสรรค์ชิ้นงาน** เนื่องจากมีการ บูรณาการความรู้ข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่าง 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเอาความรู้ทุกแขนงวิชามาใช้ใน การแก้ปัญหาที่ตนเองระบุเมื่อเจอสถานการณ์ตัวอย่าง และออกแบบสร้างชิ้นงาน สิ่งประดิษฐ์ของ กลุ่มตนเองขึ้นมา

5. **มีการยอมรับในการตัดสินใจ** ของเพื่อนร่วมกลุ่มและร่วมมือกันแก้ปัญหา ที่ได้รับ มอบหมายอย่างตั้งใจ มีการช่วยเหลือกันทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มในการสร้างชิ้นงาน เพื่อที่จะ นำมาแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย มีความกล้าที่จะพูดอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม และสามารถนำเสนอผลงานอย่างมีเหตุผล

Dass (2017) ได้เสนอการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จาก ประสบการณ์จริงที่มาจาก การปฏิบัติจริง และได้ฝึกกระบวนการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ มีการลองผิด ลองถูก มีการทดลองก่อนที่จะปรับปรุงชิ้นงานก่อนที่จะมีการเชื่อมโยงตัวตนแบบกับในชีวิตจริงของตัว ผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E เป็นหลักพร้อมกับมีการบูรณาการแนวคิดของสะสม ศึกษาให้เข้าไปในขั้นของการขยายความรู้ และขั้นการประเมินดังนี้

1. ขั้นการนำเข้าบทเรียน ในขั้นนี้จะถูกเริ่มต้นด้วยคำถาม และการระบุประเด็นปัญหา
2. ขั้นค้นคว้า ในขั้นนี้ผู้เรียนจะทำการค้นคว้า ศึกษาเกี่ยวกับประเด็นปัญหาจากนั้นทำการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทดลองโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์หลัก ๆ คือการรวบรวมข้อมูล การค้นคว้า และการทดลอง
3. ขั้นการอธิบาย ในขั้นนี้เป็นการนำเอาความรู้ รวมถึงข้อมูลต่าง ๆ จากขั้นที่ 2 มาทำการอภิปรายกันในกลุ่ม และสรุปความรู้ โดยอาศัยคำถามหรือคำแนะนำจากผู้สอน เป้าหมายหลักคือ ให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ หรือความเข้าใจของตนเองขึ้นมา
4. ขั้นขยาย ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับสถานการณ์ใหม่เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแก้ปัญหาใหม่จากการใช้ความรู้ที่ได้สรุปไว้
5. ขั้นการประเมิน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะถูกประเมินโดยการตรวจสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้ซึ่งสามารถทำได้หลากหลายวิธี หรือการประเมินจะถูกทำพร้อม ๆ กับขั้นที่ 4 ก็ได้ เช่นกัน ขึ้นอยู่กับการออกแบบบทเรียนและบริบทในแต่ละครั้ง

นัสนิทร ปือชา (2558) ให้ผู้เรียนใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจ เป็นตัวกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนต้องคิดหาทางแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นโดยการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นการสร้าง ความสนใจ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนยกสถานการณ์ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงหนทางในการแก้ปัญหาในประเด็นปัญหาที่ครูยกตัวอย่าง ซึ่งถือเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้ เนื่องจากเป็นประเด็นปัญหาใกล้ตัวของนักเรียนที่จากนักเรียนสังเกต การรับฟังข่าวสารทั้งช่องทางสังคมออนไลน์ และจากครอบครัว ชุมชน หรือคนในครอบครัว จากประเด็นปัญหาในเรื่องที่เกี่ยวข้อง เมื่อนักเรียนสามารถตั้งประเด็นปัญหาเป็นรายบุคคลแล้ว ทำการจดบันทึกถึงประเด็นปัญหาที่ตนเองสนใจ และอยากแก้ปัญหานั้นตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่มีการร่วมกันเสนอความคิดเห็นปรึกษาหารือร่วมกันในสมาชิกในกลุ่มถึง การคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาดังกล่าวตามแนวทางสะเต็มศึกษาซึ่งในขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้รู้จักการวางแผนการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นระบบ คือ เริ่มตั้งแต่การตั้งประเด็นปัญหา การหาวิธีการแก้ปัญหาย่อย การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาย่อย และลงมือแก้ปัญหาย่อย
- 3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ในขั้นตอนนี้เมื่อนักเรียนออกแบบ

และสร้างชิ้นงานหรือนวัตกรรม จากการที่นักเรียนได้นำความรู้ทั้ง 4 สาขา ที่ได้จากขั้นค้นหาและสำรวจแต่ละกลุ่ม โดยขั้นตอนนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนฝึกฝนทักษะการนำความรู้ไปประยุกต์แก้ปัญหาในชีวิตจริง

4) ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) แต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานหรือนวัตกรรมของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน โดยนักเรียนสามารถที่จะแสดงความคิดเห็น สอบถามสิ่งที่ค้นพบ และอธิบายเหตุผลของการสร้างชิ้นงานหรือนวัตกรรมได้อย่างเสรี จากนั้นเมื่อทุกกลุ่มได้รับข้อเสนอแนะ แต่ละกลุ่มจะร่วมกันระดมความคิดถึงชิ้นงานของตนเองอีกครั้ง

5) ขั้นการประเมิน (Evaluation) นักเรียนจะนำเสนอชิ้นงานหรือนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มานำเสนอในรูปของการจัดแสดงผลงานนิทรรศการของโรงเรียน ซึ่งในการนำเสนอผลงานนี้ทำให้นักเรียนพบว่าความรู้ที่นักเรียนค้นพบจากการชิ้นงานหรือนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

จากการศึกษาและพบข้อมูลดังที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงพบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องและคล้ายคลึงกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในงานวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นไปที่การเกิดการเรียนรู้จากการค้นคว้า ทดลอง การตั้งคำถาม หาเหตุผล และสรุปผลออกมาเองของผู้เรียน โดยมีผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งได้มีการแทรกการ บูรณาการระหว่าง 4 ศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาเข้าไปในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนสอน ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย ความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่วเย้า หรือท้าทาย ให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย ใครรู้ อยากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูให้ โดยการให้นักเรียนสืบค้นความรู้เพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้ นักเรียนจะ

ศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) การใช้เทคโนโลยี (Technology: T) ในการศึกษาค้นคว้า ในหัวข้อที่กำลังเรียนร่วมกับครู และคณิตศาสตร์จากการทำใบกิจกรรม

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นชั้นที่มีการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายตาม ประเด็นและทฤษฎีที่ทำการศึกษา เพื่อหาองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสามารถ แก้ปัญหาโดยนักเรียนศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครู สืบค้น และแก้ปัญหา โดยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) จนสามารถอธิบายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้

4. ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์ การเรียน ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้น แต่งเติมความรู้ให้สมบูรณ์ และเชื่อมโยงความรู้ทั้งเก่าและใหม่ จน สามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในขั้นนี้ นักเรียนจะศึกษาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครู สืบค้นและแก้ปัญหาโดยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) ที่ เหมาะสม ตลอดจนนำความรู้ทางวิศวกรรม (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เข้า มาช่วยในการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการแก้ไขปัญหาระหว่างเรียน การสอนแบบบูรณา การตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยใช้ขั้นตอน กระบวนการ วิธีการ หรือแนวทางที่มีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อช่วยในการแสวงหาวิธีการใน การจัดการกับปัญหาโดยมีการใช้ความรู้ ความคิด จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วย

4.1 การเข้าใจความท้าทาย (Understanding the Challenges) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ สามารถระบุสาเหตุของปัญหา แล้วกำหนด ขอบเขตของปัญหาได้ชัดเจน

4.2 การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา (Generating Idea) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนสร้างทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หลากหลาย เหมาะสม เพื่อใช้ แก้ปัญหา หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

4.3 การเตรียมการแก้ปัญหา (Preparing for Action) หมายถึง ขั้นตอนที่ นักเรียนนำทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ มาเตรียมวางแผน รวบรวม ข้อมูลออกแบบ และเตรียมการแก้ปัญหา

4.4 การวางแผนการปฏิบัติ (Planning the Approach) หมายถึง ขั้นตอน ที่นักเรียนคิดออกแบบวางแผน เพื่อสร้างโมเดล คำอธิบายของสถานการณ์ปัญหา ระดมสมองเพื่อ ออกแบบวางแผนการทำงาน เพื่อใช้ในการตอบหรือแก้ไขสถานการณ์ปัญหา จนไปสู่การกำหนด วิธีการปฏิบัติที่ประสบผลความสำเร็จ โดยการประดิษฐ์ชิ้นงานจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถนำความรู้ทั้งสี่ด้านมาสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้าง และสรุปผลการทำงานของชิ้นงาน

5. ชั้นประเมิน (Evaluation) ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อปรับปรุงความรู้ให้เป็นความรู้ที่ถูกต้องและยั่งยืน ในขั้นนี้นักเรียนจะตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์จากการสรุปผลกิจกรรมการเรียนรู้และการเฉลยปัญหาท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครู

โดยมีแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทั้งหมดจำนวน 7 แผนการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการเรียนรู้ 1 เรื่อง แรงแรงและงาน

แผนการเรียนรู้ 2 เรื่อง กำลัง

แผนการเรียนรู้ 3 เรื่อง พลังงานจลน์

แผนการเรียนรู้ 4 เรื่อง พลังงานศักย์

แผนการเรียนรู้ 5 เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล

แผนการเรียนรู้ 6 เรื่อง เครื่องกล

แผนการเรียนรู้ 7 เรื่อง หลักการทำงานของงานและสมดุลกับเครื่องกล

ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงสามารถพัฒนาการคิดในการแก้ปัญหาได้ด้วยความคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการพัฒนากระบวนการหรือแนวคิดใหม่ ๆ เน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ มาสร้างสิ่งประดิษฐ์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงานในอนาคต ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนได้

แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1. ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นับเป็นลักษณะหนึ่งของการสร้างสรรค์ที่เกิดจากความสามารถในการแก้ปัญหา ได้มีผู้ให้ความหมายที่ต่างแนวคิดไว้ ดังนี้

Crabbe (1989 : 27-29) กล่าวว่ารูปแบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นรูปแบบการคิดแก้ปัญหาที่เริ่มจากการรับรู้ถึงสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และนำเอาสภาพการนั้นมาสู่ระบบการคิดเพื่อแก้ปัญหา โดยการค้นหาคำตอบที่แปลกใหม่

Dorval, Isaken and Treffinger (2000 : 436) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นรูปแบบการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่สร้างสรรค์ และทำให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้โดยง่าย

Isaksen (1995 : 52) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นกรอบแนวคิด วิธีการที่ได้รับการออกแบบในการช่วยเหลือผู้แก้ปัญหาด้วยการใช้ความคิดสร้างสรรค์ ในการนำไปสู่เป้าหมายด้วยความสำเร็จ สามารถเอาชนะอุปสรรค และเป็นการส่งเสริมพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์

Mitchel and Kowalik (1999 : 4) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นวิธีการคิด และการแสดงพฤติกรรมอย่างหนึ่งที่ประกอบด้วย

1. การสร้างสรรค์ (Creative) หมายถึง ความคิดที่ประกอบด้วยลักษณะที่แปลกใหม่ หรือลักษณะเฉพาะ ซึ่งผู้สร้างสรรค์จะต้องมีอย่างน้อยหนึ่งชนิดในการหาคำตอบ
2. ปัญหา (Problem) หมายถึง สภาพการณ์ที่แสดงออกถึงความท้าทาย โอกาสหรือสิ่งที่ต้องให้ความสนใจ
3. การแก้ไข (Solving) หมายถึง วิธีการในการวางแผนที่จะตอบคำถาม ดำเนินการประชุม หรือตัดสินใจกับปัญหา

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2537 : 12-14) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นการคิดที่มุ่งหาคำตอบ และวิธีที่แปลกใหม่จากเดิม มีคุณค่า ประโยชน์ ประกอบด้วยความคิดเอกลัทธิและอเนกนัย ในรูปแบบและวิธีการที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม เป็นความสามารถทางการคิด ที่มีกระบวนการครบวงจรจนได้คำตอบ

ยุดา รัชชัฏไทย และ ธนิกานต์ มาฆะศิริรานนท์ (2542 : 8) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ เป็นกระบวนการที่ต้องใช้ทั้งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สัญชาตญาณ และการหยั่งรู้ จินตนาการ การคิดเชิงวิเคราะห์ การวินิจฉัย การตัดสินใจ และการจัดทำแผนการ ปฏิบัติอย่างเป็นระบบ

ศุภย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ (2541 : 8) กล่าวถึง การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นรูปแบบการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่วางโครงสร้างไว้อย่างดีมีความมุ่งหมายให้บุคคลสามารถแก้ปัญหาอย่างยุ่งยาก โดยมีทางออกในรูปแบบใหม่ และมีประสิทธิภาพ

จากการความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการมุ่งหาคำตอบ และแก้ปัญหาที่มีความยืดหยุ่น มีการปฏิบัติเป็นขั้นตอน มีการประยุกต์ใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ สัญชาตญาณ แนวคิดใหม่ ๆ ร่วมกับข้อเท็จจริงที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาทางเลือกที่มีคุณค่าในการแก้ปัญหานั้น รวมถึงการพัฒนาสถานะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยการทำงานร่วมกันระหว่างการคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วางแผนการแก้ปัญหาและนำไปแก้ปัญหาโดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาได้ และควบคุมตนเองได้เพื่อที่จะได้แก้ปัญหาด้วยความรอบคอบและสมบูรณ์ ซึ่งก่อให้เกิดแนวคิดที่แปลกใหม่ มีประโยชน์ และมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการทางด้านสติปัญญา และการเรียนรู้ เพื่อให้เข้าใจการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา จึงนำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ซึ่ง สุรางค์ โคว์ตระกูล (2553 : 51-57) ดังนี้

2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ แบ่งความสามารถในการแก้ปัญหาของมนุษย์ตามลำดับอายุ เป็น 4 ชั้น คือ

ขั้นที่ 1 ระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำ (Sensorimotor Stage) ตั้งแต่แรกเกิดถึง 2 ปี เด็กจะรู้เฉพาะสิ่งที่เป็นรูปธรรม มีความเจริญอย่างรวดเร็วในด้านความคิดความเข้าใจ การประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและสายตา และการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ต่อสภาพจริงรอบตัว เด็กในวัยนี้ชอบทำอะไรบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก ความสามารถในการคิดวางแผนของเด็กยังอยู่ในขีดจำกัด

ขั้นที่ 2 ชั้นเตรียมสำหรับความคิดที่มีเหตุผล (Preparational Stage) อยู่ในช่วงอายุ 2-7 ปี เพียเจต์ได้แบ่งขั้นนี้ออกเป็นชั้นย่อย ๆ 2 ชั้น คือ

2.1 Preconceptual Thought เด็กวัยนี้อยู่ในช่วง 2-4 ปี เด็กวัยนี้มีความคิดรวบยอดในเรื่องต่าง ๆ แล้วเพียงแต่ยังไม่สมบูรณ์ และยังไม่มีความคิดที่ใช้ภาษา และเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ แต่การใช้ภาษานั้นยังเกี่ยวข้องกับตนเองเป็นส่วนใหญ่ ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เป็นส่วนใหญ่ เด็กยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล เด็กยังไม่เข้าใจเรื่องความคงที่ของปริมาณ

2.2 Intuitive Thought อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 4-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้แม้ว่าจะเริ่มมีเหตุผลมากขึ้น แต่การคิดและการตัดสินใจยังขึ้นอยู่กับความรู้สึกมากกว่าความเข้าใจเด็กเริ่มมีปฏิกิริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น มีความสนใจอยากรู้อยากเห็น และมีการซักถามมากขึ้น มีการเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่ที่อยู่รอบข้าง ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิด อย่างไรก็ตามความเข้าใจของเด็กวัยนี้ก็ยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้จากภายนอกนั่นเอง

ขั้นที่ 3 ชั้นการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete Operational Stage) อยู่ในช่วงอายุ ระหว่าง 7-11 ปี เด็กวัยนี้สามารถใช้สมองในการคิดอย่างมีเหตุผลแต่กระบวนการคิดและการใช้เหตุผลในการแก้ไขปัญหาจะต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม จุดเด่นของเด็กวัยนี้ คือเริ่มมีเหตุผล สามารถคิดกลับไปกลับมาได้ เด็กเริ่มมองเห็นเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ ได้หลายแง่หลายมุมมากขึ้น สามารถตั้งกฎเกณฑ์นามาใช้ในการแบ่งแยกสิ่งต่าง ๆ เป็นหมวดหมู่ได้

ขั้นที่ 4 ชั้นการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operational Stage) อยู่ในช่วงอายุ 11 - 15 ปี ในขั้นนี้โครงสร้างทางความคิดของเด็กได้พัฒนามาถึงขั้นสูงสุด เด็กจะเริ่ม

เข้าใจกฎเกณฑ์ทางสังคมได้ดีขึ้น สามารถเรียนรู้โดยใช้เหตุผลมาอธิบายและแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ ได้รู้จักคิดตัดสินใจปัญหา มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น สนใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม และสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น

2.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้น Enactive Stage เป็นระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ซึ่งตรงกับขั้น Sensorimotor Stage ของเพียเจต์ เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้ด้วยการกระทำ หรือ ประสบการณ์มากที่สุด
2. ขั้น Iconic Stage เป็นขั้นที่เด็กมีระยะการแก้ปัญหาด้วยการรับรู้แต่ยังไม่รู้จักใช้เหตุผล ซึ่งตรงกับ ขั้น Concrete Operational Stage ของเพียเจต์ เด็กวัยนี้เกี่ยวข้องกับ ความเป็นจริงมากขึ้น จะเกิดความคิดจากการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ และภาพแทนในใจอาจจะมีจินตนาการบ้างแต่ไม่ลึกซึ้ง
3. ขั้น Symbolic Stage เป็นขั้นพัฒนาการสูงสุดทางด้านความรู้ และความเข้าใจ เปรียบได้กับขั้นระยะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Formal Operational Stage) เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์โดยการใช้อัญลักษณ์หรือภาพ สามารถคิดหาเหตุผลและเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม ตลอดจนสามารถคิดแก้ไขปัญหาได้

2.3 ทฤษฎีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์

ทฤษฎีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์ ได้กล่าวถึง รูปแบบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ว่ามีโครงสร้างของกระบวนการใช้จินตนาการ เขานำมาใช้ในการคิดหาทางเลือกหลาย ๆ แบบก่อนที่จะนำไปเลือกใช้ในการแก้ปัญหา และแต่ละขั้นของกระบวนการของทอร์เรนซ์นั้น ผู้แก้ปัญหามันจะต้องไม่ประหมัดหรือตัดสินใจแนวคิดที่จะแก้ปัญหาต่างๆ รูปแบบของทอร์เรนซ์มีจุดมุ่งหมายดังนี้ คือ

1. เพื่อให้บุคคลผู้แก้ปัญหาที่ตั้งต้นด้วย ความยุ่งเหยิง สับสนไปสู่การแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อส่งเสริมให้มีพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการปฏิบัติการของความรู้ จินตนาการ การประหมัด ซึ่งมีผลเป็นผลผลิตใหม่ ความคิดใหม่ที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อบุคคลและสังคม

จากการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เพียเจต์และบรูเนอร์ ให้ความสำคัญกับพัฒนาการด้านสติปัญญาของมนุษย์โดยเฉพาะ ในช่วงวัยเด็กส่วนทอเรนซ์ มีแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งจะนำไปสู่เป้าหมายของการแก้ปัญหาว่าผู้แก้ปัญหามันต้องมีข้อมูลประกอบการแก้ไขเพื่อให้กระบวนการที่คิดนั้นใช้ได้ผล ดังนั้น

ในฐานะที่ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสอนแก้ปัญหาแก่นักเรียนจึงควรจัดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนสนใจมองเห็นปัญหา สามารถระบุปัญหาเหล่านั้นได้ เกิดความอยากรู้อยากเห็น โดยต้องสอดคล้องกับกฎเกณฑ์และหลักการที่ได้เรียนในชั้นเรียน และครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามศักยภาพอันเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการดำเนินชีวิต

3. องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้ที่จะแก้ปัญหาได้ในเบื้องต้นจำเป็นต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหา โดยมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนรับรู้ปัญหาได้จากการอ่าน และการฟัง นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ บทนิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการรำลึกถึงและความสามารถในการนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ ทำให้ได้พบปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบ มีประสบการณ์ในการเลือกใช้วิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหาสามารถนำปัญหาที่คุ้นเคยมาเทียบเคียงกับปัญหาใหม่ นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหา จะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการให้เหตุผล ในขั้นตอนการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องมีการอธิบายให้เหตุผล ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง

4. ความยืดหยุ่น นักแก้ปัญหาคิดว่าจำเป็นต้องมีการยืดหยุ่นในความคิด ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ เสมอ

5. ความรู้พื้นฐาน ผู้แก้ปัญหาคิดว่าจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีพอ และสามารถนำความรู้พื้นฐานมาใช้ได้อย่างสอดคล้องกับสาระของปัญหา จึงจะทำให้แก้ปัญหาได้

6. ระดับสติปัญญา นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาคิดว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ

7. วิธีสอนของครู กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ย่อมจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคิดว่ากิจกรรมการเรียนการสอนแบบที่ครูเป็นผู้บอกความรู้ (Baroody, 1993 : 2-3 ; Krulik and Rudnick, 1993 : 10-11)

จากการศึกษาองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการแก้ปัญหาเป็นส่วนสำคัญที่นักเรียนต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนาเพื่อ

นำไปสู่ความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องพิจารณาความเหมาะสมตามความสามารถในแต่ละช่วงวัย การฝึกฝน โดยให้นักเรียนอยู่ในสถานการณ์ที่ทำให้เขาเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีความท้าทาย กระตุ้นให้นักเรียนต้องการค้นคว้า เรียนรู้ และฝึกปฏิบัติ ตลอดจนครูจำเป็นต้องมีบทบาทที่จะอำนวยความสะดวก และสนับสนุนให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่ผลของการแก้ปัญหาที่เป็นสิ่งแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม หลากหลาย และมีคุณค่าเกิดประโยชน์

4. รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้มีการวิจัยและพัฒนามากกว่า 50 ปี เพื่อที่จะนำมาพัฒนาความสามารถ ในการสร้างสรรค์ ผู้วิจัยและผู้พัฒนารูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงมีความหลากหลายและแตกต่างกันไปของกลุ่มบุคคล เช่น วิทยาลัย มหาวิทยาลัย โรงเรียนมัธยม โรงเรียนประถม กลุ่มธุรกิจขนาดใหญ่และเล็ก โดยพิจารณาจากบริบทขององค์กรที่เกี่ยวกับจิตวิทยา สังคมวิทยา ระดับการศึกษา โครงสร้างของการพัฒนาที่ต่างกัน การวิจัยครั้งนี้ จึงขอเสนอเฉพาะรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางตามลำดับขั้นของรูปแบบที่การพัฒนา ดังนี้

1. รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Osborn ปี 1963

ในปี ค.ศ. 1963 Osborn ได้ย่อนขั้นตอน 7 ขั้นของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ (Isaksen and Treffinger, 2004 : 75-101)

- 2.1 การค้นหาความจริง (Fact-Finding) เป็นการระบุและชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่แท้จริง และจัดเตรียมด้วยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยตรง
- 2.2 การค้นหาความคิด (Idea-Finding) เป็นการกำหนดโครงร่างความคิดชั่วคราว และการพัฒนาความคิดที่ประกอบด้วย การคัดเลือก การทบทวนขั้นตอน การแก้ไข และการประกอบเข้าด้วยกัน
- 2.3 การค้นหาคำตอบ (Solution-Finding) เป็นการประเมินเพื่อหาคำตอบที่แท้จริง และให้การยอมรับด้วยการตัดสินใจและการนำคำตอบสุดท้ายไปใช้

2. รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Guilford ปี 1967

Guilford (1967 : 313) ได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างของปัญญาว่าประกอบด้วย 3 มิติ คือ มิติกระบวนการ มิติของเนื้อหาและมิติของผลผลิต และความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา และ Guilford ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (The structure of intellect) กับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของ Dewey แล้วสรุปว่า ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญญามีความสามารถทางด้านความรู้ (cognition) ขึ้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการคิดแบบเอกนัยและ

อเนกนัย (convergent and divergent) ส่วนขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์ มีความสัมพันธ์กับความสามารด้านประเมินค่า

ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Guilford เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

2.1 ขั้นเตรียมการ (Preparation) คือ การรับรู้และการเข้าใจปัญหาต้องเข้าใจ และรับรู้ก่อนว่าปัญหานั้นคืออะไร เป็นปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์ใด

2.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analyze) คือ การระบุ แจกแจงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยพิจารณาว่า ปัญหามีองค์ประกอบอะไรบ้าง สิ่งใดบ้างที่ทำให้เกิดปัญหา ตั้งคำถามกับตนเองถึงแนวทางที่จะช่วยให้พบทางออก แยกแยะระหว่างข้อมูลที่ไม่จำเป็นและจำเป็น

2.3 ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) คือ การหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุออกมาในรูปของวิธีการปฏิบัติ การรวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อตั้งสมมติฐานรวมทั้งการพิจารณาแหล่งข้อมูล

2.4 การตรวจสอบผล (Verification) เป็นขั้นที่เสนอเกณฑ์ เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้ได้วิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

2.5 การนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) คือ วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไปเมื่อประสบปัญหาที่มีลักษณะเดียวกัน

3. รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Osborne and Parnes ปี 1967

รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์พัฒนาขึ้นครั้งแรก โดย Osborne ที่ใช้หลักการระดมสมองจากนั้น Parnes ได้นำมาพัฒนาและเรียกรูปแบบนี้ว่า The Osborne Parnes Creative Problem Solving Process ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนนี้ถึงกระบวนการสร้างสรรค์ว่า ในแต่ละขั้นตอนที่ต้องทำอะไร เพื่อให้ได้ผลผลิตความคิดสร้างสรรค์หนึ่งอย่างหรือมากกว่า ซึ่งเป็นไปได้ในทางปฏิบัติสำหรับการแก้ปัญหา ในช่วงแรกของแต่ละขั้นตอนจะเกี่ยวข้องกับความคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) ที่คิดหลายทางหลายแง่มุม คิดกว้างไกลนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ รวมทั้งการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ซึ่งเป็นการกำหนดความคิด เช่น ความจริงการระบุปัญหา ความจริง เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินยุทธวิธีการนำไปใช้ หลังจากนั้นจะเป็นระยะของการคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) เป็นการคิดทางเดียว เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่แคบและมีทางเลือกน้อยจนได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเท่าที่คัดเลือกได้ ซึ่งจะเป็นการเลือกความคิดที่น่าจะเป็นไปได้ที่สุดสำหรับการวินิจฉัยในอนาคต รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ รูปแบบนี้โดยหลักการเดิมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน แต่ในบางครั้งในขั้นตอนแรกมีการเพิ่มขึ้นของการค้นพบความยุ่งยากสับสน (Mess Finding or Objective Finding) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดขอบเขตความทำ

ทหายหรือปัญหาที่จะประยุกต์ใช้ในรูปแบบดัง 6 ขั้นตอนต่อไปนี้ (Isaksen and Treffinger, 2004 : 75-101) ดังตัวอย่างตาราง 2

ตาราง 2 แสดงตัวอย่างกำหนดขอบเขตความท้าทายหรือปัญหาที่จะประยุกต์ใช้ในรูปแบบ 6 ขั้นตอน

OF	FF	PF	IF	SF	AF
					
การค้นห เป้าหมาย (Objective finding)	การค้นห ความจริง (Fact Finding)	การค้นห ปัญหา (Problem Finding)	การค้นห ความคิด (Idea Finding)	การค้นหคำตอบ (Solution Finding)	การค้น การ ยอมรับ (Acceptance Finding)
ระบุ เป้าหมาย ความ ต้องการ ความท้าทาย	เก็บรวบรวม ข้อมูล	กำหนดปัญหา ที่ชัดเจน	รวบรวม ความคิด	เลือกและหา คำตอบที่ เหมาะสม	วางแผนการ ปฏิบัติ
- อะไรคือ เป้าหมาย - อะไรคือ ความ ต้องการหรือ โอกาสของ ความท้าทาย ซึ่งต้องการ ที่ทำงาน	- คำตอบคือ อะไร - อะไรบ้างที่ เป็นความจริง ทั้งหมด - อะไรบ้างที่ เป็นคำถาม - อะไรบ้างที่ เป็นความรู้สึก ที่เกี่ยวข้อง	- อะไรคือ ปัญหาที่ แท้จริงซึ่ง ต้องการ คำตอบ - อะไรคือสิ่งที่ ต้องพิจารณา ว่าเป็นความ จริงที่แม้ที่ ต้องการให้ เกิด	คำตอบ ทั้งหมดที่ เป็นไปได้ สำหรับการ แก้ปัญหาคือ อะไร	- คำถามที่ เหมาะสม สามารถหาได้ อย่างไร - มีวิธีการเลือก คำตอบที่ดีที่สุด สำหรับการ ทำงานได้อย่างไร	ขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน ทั้งหมด เป็นอย่างไร ที่จะนำมาใช้ ในการแก้ปัญหา

ที่มา : Osborne and Parnes ปี 1967 (Isaksen and Treffinger, 2004 : 75-101)

ขั้นที่ 1 การค้นหาเป้าหมาย (Objective Finding) หรือการค้นหาสิ่งสับสนวุ่นวาย (Mess Finding) ในขั้นตอนแรกนี้เป็นการแสดงความกังวลถึงสถานการณ์ ซึ่งแสดงถึงความท้าทายและโอกาสในขณะนั้น หรือเป็นความวิตกกังวลที่ต้องการทำบางสิ่งบางอย่าง หรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้บรรลุผลสำเร็จหลังจากที่ทำความเข้าใจกับสภาพการณ์ที่สับสนแล้ว ต้องมีการจัดบันทึกรวบรวมความจริง สิ่งที่เกิดขึ้นในขณะนี้ หรืออะไรที่ยังไม่เกิดขึ้นแต่ อาจเกิดขึ้นในโอกาสข้างหน้า

ขั้นที่ 2 การค้นหาข้อมูล (Data Finding) หรือการค้นหาความจริง (Fact Finding) ในขั้นตอนนี้เป็นการจัดจำบันทึกข้อมูลหรือความจริงทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับสภาพการณ์ หรือวัตถุประสงค์ ที่ต้องการ โดยตั้งคำถามกับตัวเองว่าเกี่ยวข้องกับใครบ้าง กับอะไรบ้าง ตัวอย่างของปัญหาคืออะไร อะไรเป็นสาเหตุของปัญหา เกิดขึ้นเมื่อไร เกิดที่ไหน หรือจะเกิดขึ้นที่ไหน เกิดขึ้นอย่างไรหรือจะเกิดขึ้นอย่างไร ทำไมจึงเกิดขึ้น มีสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหามากกว่านี้อีกหรือไม่ในสถานการณ์นี้ ในช่วงนี้เป็นการคิดแบบอนอกนัย (Divergent Thinking) ด้วยวิธีการระดมสมองจากความรู้ที่ได้จากการตอบคำถาม หลังจากนั้นเป็นการใช้ความคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) เพื่อพิจารณาและเลือกความจริงที่สำคัญที่สุด

ขั้นที่ 3 การค้นหาปัญหา (Problem Finding) ในขั้นตอนนี้ได้พิจารณาข้อมูลที่มีอยู่เกี่ยวกับสถานการณ์ระหว่างที่มีการค้าความจริง แล้วตัดสินใจว่าอะไรเป็นสิ่งที่ต้องการประสบผลสำเร็จ โดยตั้งคำถามกับตัวเองว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร เป้าหมายคืออะไร เกี่ยวข้องกับอะไร ความท้าทายของตนเองคืออะไร มีอะไรที่ต้องการเพิ่มเติมอีกบ้าง ในขั้นนี้เป็นการใช้ความคิดแบบอนอกนัย (Divergent Thinking) ด้วยการบันทึกสาเหตุของปัญหาที่แตกต่างกันอย่างมากเท่าที่ทำได้ พยายามสร้างสรรค์สาเหตุของปัญหาในทุกปัญหาแล้วถามตนเองว่า ทำไมจึงรู้สึกว่สิ่งนั้นอาจเป็นปัญหา คำตอบที่สะท้อนให้เห็นถึงเหตุผลต่างๆ ความต้องการหรือความเกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 4 การค้นหาความคิด (Idea Finding) ขั้นตอนนี้เป็นการพยายามตอบคำถามเกี่ยวกับสภาพของปัญหาด้วยความคิดที่หลากหลายที่แตกต่างกันไป ซึ่งอาจเป็นไปได้ การคิดแบบอนอกนัย (Divergent Thinking) ถูกนำมาใช้อย่างต่อเนื่องของขั้นตอนนี้ เป้าหมายที่วางไว้ ที่ให้เกิดความคิดมากมายบ่อยครั้งที่เป็นประโยชน์ด้วยการกำหนดจำนวนของเป้าหมาย ก่อนบันทึกรายการความคิดลงไป พยายามคิดให้ได้ 50-75 ความคิดก่อนตัดสินใจในทุกเรื่อง และนำมาเลือกใช้ความคิดที่เหมาะสมที่สุดประมาณ 6-8 ความคิดที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 5 การค้นหาคำตอบ (Solution Finding) ในขั้นนี้ต้องมี การกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน หรือการทดสอบที่ได้มาตรฐานที่นำมาใช้ในการใช้น้ำหนักกับคุณค่าของความคิดที่ถูกเลือกไว้เกณฑ์เหล่านี้เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจสอบคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาที่เกิดขึ้น ความคิดที่แสดงออกมาเป็นผลจากค่า ให้คุณค่า เวลา ความไว้วางใจ ความดีงาม คุณธรรม ความปลอดภัย การยอมรับ ความ

เป็นไปได้ ผลในระยะยาว และความง่ายต่อการนำไปใช้ สิ่งเหล่านี้สามารถใช้พิจารณาเพื่อกำหนดเกณฑ์

ขั้นที่ 6 การค้นหาการยอมรับ (Acceptance Finding) ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่ต้องมีความพร้อมในการพัฒนาแผนสำหรับการปฏิบัติที่รับรองความสำเร็จในการนำไปใช้ของความคิดที่ดีที่สุด ความจำเป็นของการยอมรับ เป็นสิ่งที่มีประโยชน์สูงสุด ควรระลึกว่าความคิดมีคุณค่าก็ต่อเมื่อได้ถูกนำมาใช้

รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Osborn and Parnes เป็นรูปแบบที่อยู่บนพื้นฐานการสร้างความคิดที่หลากหลายผ่านการระดมสมอง การร่วมกันพิจารณา ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนวิธีการคิดแบบเดิม ดังนั้นความสามารถในการประเมินและกำหนดคุณค่าของความคิด เป็นความจำเป็นสำหรับการเลือกส่วนประกอบที่เป็นประโยชน์ที่สุดของทุกปัญหาสิ่งสำคัญของการใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้ให้ประสบผลสำเร็จ คือ หลักของการพิจารณาร่วมกันและการวิพากษ์วิจารณ์ในเวลาที่เหมาะสม

4. รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Isaksen and Treffiger ปี 1985

Isaksen and Treffiger (2004 : 75-101) ได้นำเสนอรูปแบบการแก้ปัญหาที่ยึดหลักความต้องการของผู้แก้ปัญหาที่สามารถปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงได้ มีการนำหลักของการคิดแบบอเนกนัย (Divergent) และการคิดแบบเอกนัย (Convergent) เข้ามาในแต่ละขั้นอย่างชัดเจน ดังตาราง 3

ตาราง 3 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Isaksen and Treffiger ปี 1985

ขั้นการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Phase)	สภาพปัญหา	ขั้นการคิดแบบเอกนัย (Convergent Phase)
ประสบการณ์ บทบาท และสภาพการณ์ที่ได้รับการค้นคว้าว่าเป็นสิ่งยุ่งยาก ประสบการณ์ที่เปิดกว้าง การแสวงหาโอกาส	การค้นหาความยุ่งยาก (Mess Finding)	ความท้าทายที่ได้รับการยอมรับและระบบที่ได้รับการยืนยันในการที่จะตอบสนอง
รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบสภาพการณ์ที่หลากหลายจากทัศนคติข้อมูล ความประทับใจ ความรู้สึก ฯลฯ แล้วนำข้อมูลมาคัดเลือก	การค้นหาข้อมูล (Data Finding)	ระบุและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความสำคัญที่สุด

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Phase)	สภาพปัญหา	ขั้นการคิดแบบเอกนัย (Convergent Phase)
สภาพการณ์ของปัญหาที่เป็นไปได้ จำนวนมากและปัญหาย่อยที่เกิดขึ้น	การค้นหาปัญหา (Problem Finding)	เลือกสภาพของปัญหาที่กำลัง ดำเนินอยู่
ประสบการณ์ บทบาท และ สภาพการณ์ที่ได้รับการค้นคว้าว่าเป็น สิ่งยุ่งยาก ประสบการณ์ที่เปิดกว้าง การแสวงหาโอกาส	การค้นหาความยุ่งยาก (Mess Finding)	ความท้าทายที่ได้รับการ ยอมรับและระบบที่ได้รับการ ยืนยันในการที่จะตอบสนอง
รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบสภาพการณ์ที่ หลากหลายจากทัศนคติข้อมูล ความ ประทับใจ ความรู้สึก ฯลฯ แล้วนำ ข้อมูลมาคัดเลือก	การค้นหาข้อมูล (Data Finding)	ระบุและวิเคราะห์ข้อมูลที่มี ความสำคัญที่สุด
สภาพการณ์ของปัญหาที่เป็นไปได้ จำนวนมากและปัญหาย่อยที่เกิดขึ้น	การค้นหาปัญหา (Problem Finding)	เลือกสภาพของปัญหาที่กำลัง ดำเนินอยู่
ตัวเลือกและความเป็นไปได้จำนวน มากที่สอดคล้องกับสภาพปัญหา จะ ได้รับพัฒนาและมีการเก็บข้อมูลจัดทำ รายการไว้	การค้นหาความคิด (Idea Finding)	ความคิดที่เป็นไปได้และ น่าสนใจได้รับการคัดเลือก
หลักการหลายชนิดที่เป็นไปได้ถูกนำมา พัฒนาเพื่อการทบทวนและการ ประเมินความคิด	การค้นหาคำตอบ (Solution Finding)	หลักการสำคัญหลายชนิดถูก คัดเลือก เพื่อนำไปประเมิน ความคิดหลักการถูกใช้ในการ ประเมินส่งเสริม และขัดเกลา ความคิด
แหล่งข้อมูลที่เป็นไปได้ที่ให้ข้อมูลและ สกัดเป็นข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ : ขั้นตอนหลายขั้นตอนของการนำไปใช้ อย่างมีศักยภาพจะถูกระบุไว้	การค้นหการยอมรับ (Acceptance Finding)	แหล่งข้อมูลที่เป็นไปได้มากที่สุด ที่สุดมีการนำไปรวมและ เตรียมการปฏิบัติ : แผนการ เฉพาะ ถูกนำมาพัฒนาเพื่อ คำตอบที่นำไปใช้

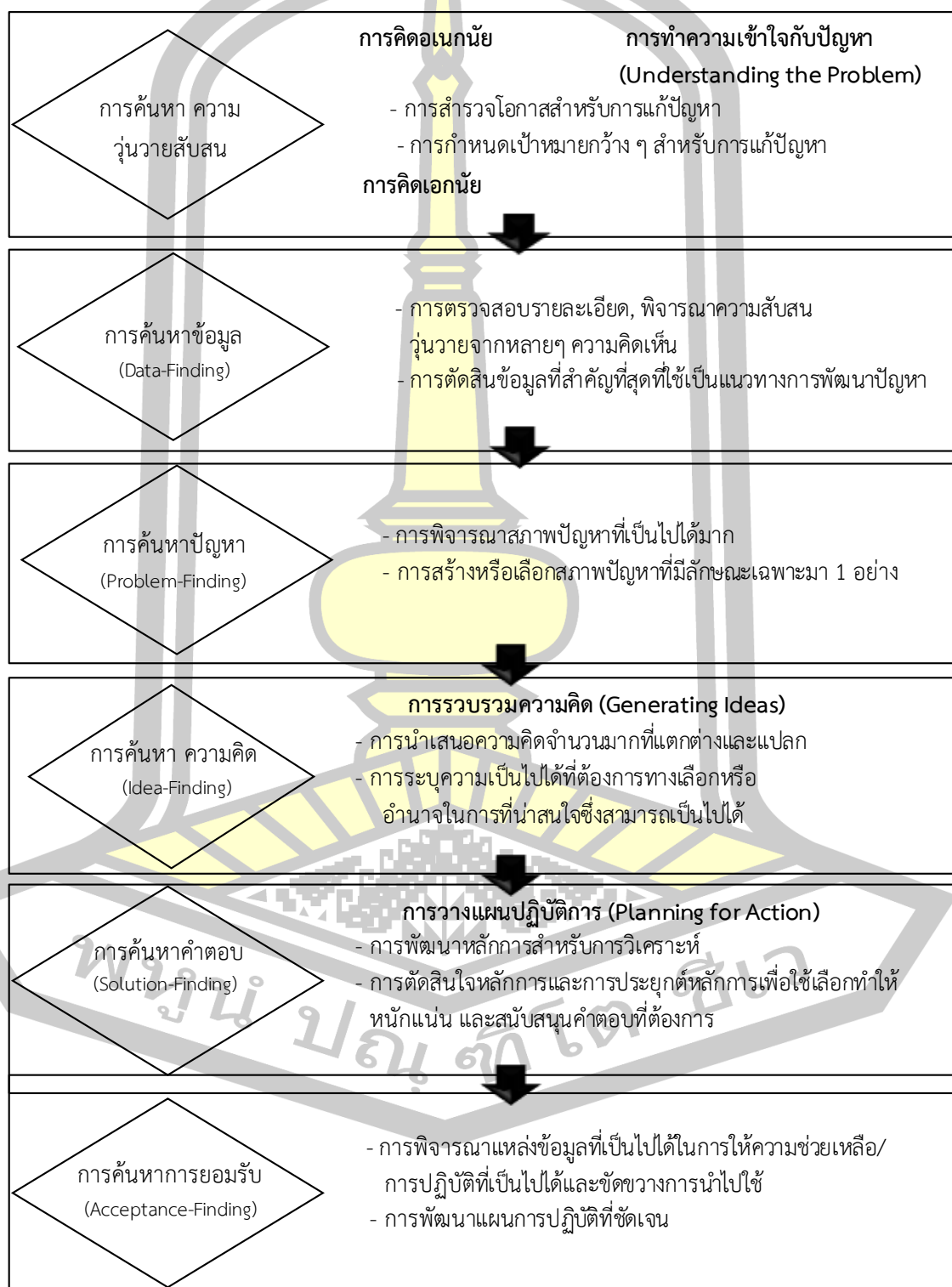
ความท้าทาย

ที่มา : Isaksen and Treffiger ปี 1985 (2004 : 75-101)

5. รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Treffinger, Isaken and Darval ปี 1994

ในรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ และ 6 ขั้นตอน ดังนี้ (Isaksen and Treffinger. 2004 : 75-101) ดังภาพประกอบ 4

ภาพประกอบ 4 รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Treffinger and others. ปี 1994



ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Treffinger, D.J. and Isaksen, S.G. Creative Problem Solving : An Introduction Sarasota (FL: Center for Creative Learning (1992)

6. รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Treffinger

ก่อนปี 1980 Treffinger and others (2006) ได้ประยุกต์ความคิดเอเจนัยและอเนกนัยเข้าไปในโมเดลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการพัฒนาของ Parnes และในปี 2005 Treffinger and Isaksen ได้เพิ่มขั้นตอนการค้นพบข้อมูลของปัญหา (Fact Finding) และพบความยุ่งยากของปัญหา (Mess Finding) ในขั้นตอนการแก้ปัญหา ลักษณะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger ง่ายต่อการใช้เพื่อนำไปสู่เป้าหมาย และมีการใช้งานมานานกว่า 50 ปี จนในปัจจุบันรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้พัฒนาถึงรุ่นที่ 6.1TM เป็นรูปแบบที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาและจัดการการเปลี่ยนแปลง ซึ่งใช้หลักความกลมกลืนระหว่างความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณ์ญาณของความเป็นตนเอง หรือกลุ่มที่เข้าใจสิ่งที่ท้าทาย และโอกาสการสร้างแนวคิด และพัฒนาการแก้ปัญหาและจัดการเปลี่ยนแปลงที่มีประสิทธิภาพ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์รูปแบบนี้ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ และ 8 ขั้นตอนดังนี้ (Treffinger, Isaksen and Dorval. 2005 : 15-20)

องค์ประกอบที่ 1 การเข้าใจในสิ่งที่ท้าทาย (Understanding the Challenges) การเข้าใจในสิ่งที่ท้าทาย หมายถึง การตรวจสอบเป้าหมายอย่างกว้างขวาง การวิเคราะห์โอกาส หรือสิ่งที่ท้าทายให้ชัดเจน การจัดวางหรือมุ่งประเด็นความคิด เพื่อวางแนวทางหลักการสำหรับงาน (ในองค์ประกอบนี้สามารถใช้ขั้นตอน 1 หรือมากกว่า จาก 3 ขั้นตอน ขององค์ประกอบนี้) เพื่อต้องการที่สำรวจ และมุ่งประเด็นไปที่ความคิดเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย วัตถุประสงค์ หรือ แนวทางที่คาดหวังที่ต้องดำเนินการต่อประกอบด้วย

1. การสร้างโอกาส (Constructing Opportunities) เป็นการกล่าวถึงโอกาส และเป้าหมายอย่างกว้าง ๆ กระชับและมีผลประโยชน์ พิจารณาโอกาสที่จะเป็นไปได้และสิ่งที่ท้าทาย และกำหนดเป้าหมายที่สร้างสรรค์ที่จะดำเนินการ ประโยชน์ที่ได้รับ คือ การสร้างโอกาสช่วยให้บุคคลมุ่งความสนใจ และพลังงานของคนไปในทิศทางเชิงบวก ซึ่งเป็นเป้าหมายทำให้ก้าวไปข้างหน้าด้วยมั่นใจใฝ่รู้

2. การสำรวจข้อมูล (Exploring Data) เป็นการสำรวจข้อมูลจากหลายแหล่ง และจากหลายมุมมอง มุ่งประเด็นไปที่องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของงานและภารกิจ โดยพิจารณาในสิ่งที่รู้แล้วเกี่ยวกับสถานการณ์นั้น และสิ่งที่ต้องการรู้ เพื่อนำไปสู่หัวใจสำคัญของเรื่องนั้น ประโยชน์ที่ได้รับ คือ การสำรวจข้อมูลช่วยให้สามารถจับองค์ประกอบสำคัญของสถานการณ์สำคัญของภารกิจซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ช่วยให้เข้าใจสถานการณ์และเป้าหมายที่แท้จริง

3. การจัดกรอบปัญหา (Framing Problem) เป็นการสร้างแนวทางที่หลากหลายและหลายทางที่ไม่ใช่แนวทางเดิมในการกำหนดปัญหา จากนั้นก็จะมุ่งไปที่คำกล่าวที่ชัดเจนว่าเป็นการ “เปิดประตู” ออกไปหรือนำมาซึ่งความคิดสร้างสรรค์ซึ่งจะช่วยให้เกิดความคิดที่ต้องการทำสิ่งต่าง ๆ มากกว่าคิดว่าไม่สามารถทำได้ด้วยเหตุผลต่าง ๆ ประโยชน์ที่ได้รับคือการจัดกรอบปัญหาทำให้เกิดการ

วิเคราะห์ประเด็นปัญหาหรือสิ่งท้าทายในทางที่สร้างแรงจูงใจ ความตื่นตัวและความใฝ่รู้ เพื่อค้นพบหรือสร้างความคิดที่สร้างสรรค์ (Creative Ideas)

องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิด (Generating Idea) ในการสร้างแนวคิดจะมีเพียง 1 ขั้นตอน เกี่ยวกับความเป็นไปได้ใหม่ ๆ ด้วยการใช้วิธีการระดมสมอง (Brainstorming) เป็นเครื่องมือที่พิเศษจากหลาย ๆ วิธีการในการสร้างทางเลือก การระดมสมองเป็นวิธีการสร้างความคิดที่หลากหลายและไม่เคยปรากฏมาก่อน เพื่อชี้ถึงปัญหาแล้วจึงกำหนดโอกาสต่าง ๆ ที่จะหวังได้

การสร้างแนวคิด (Generating Idea) เป็นการเปิดสำรวจหรือแสวงหาความคิดต่าง ๆ ที่หลากหลายและมุมมองใหม่ๆ (ความยืดหยุ่น) และความคิดที่ไม่เคยมีมาก่อนหรือความคิดฝันแล้ว จึงมุ่งเข้าไปที่ความคิดที่น่าสนใจ หรือมีพลังน่าตื่นตัวที่ต้องการวิเคราะห์ พัฒนาและนำมาใช้ประโยชน์ที่ได้รับ คือ การสร้างแนวคิดช่วยให้ความคิดมีความก้าวไกลและหลุดพ้นจากข้อจำกัดหรือสมมติแบบเดิม ซึ่งความคิดนี้เป็นความคิดที่เป็นแนวทางใหม่นำมาใช้ปฏิบัติได้จริง

องค์ประกอบที่ 3 การเตรียมปฏิบัติการ (Preparing for Action) การเตรียมปฏิบัติการหมายถึง การสำรวจแนวทางต่าง ๆ ที่สร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ในการนำไปสู่การหาข้อสรุปที่ปฏิบัติได้จริง และเป็นการเตรียมการที่จะนำไปปฏิบัติได้จริงอย่างประสบผลสำเร็จ ในองค์ประกอบนี้เป็นการนำข้อสรุปที่สามารถปฏิบัติได้จริง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ รวมทั้งหาแนวทางช่วยเหลือสร้างโอกาสของความสำเร็จที่เป็นไปได้ให้ดีที่สุดในระดับขั้นตอนนี้ให้เลือกใช้ 1 หรือ 2 ขั้นตอน ที่ต้องการสร้างโอกาสใหม่ไปได้อย่างจริงเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติที่ประสบผลสำเร็จ

1. การพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา (Developing Solution) เป็นการประยุกต์ใช้ยุทธศาสตร์ และเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์และถ่วงถ่วงโอกาสต่าง ๆ และเปลี่ยนแปลงให้ไปสู่การแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ประโยชน์ที่ได้รับ คือ การพัฒนาการแก้ปัญหาเป็นการช่วยให้ใช้เครื่องมือที่ปฏิบัติได้เพื่อนำความคิดที่ดีนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีพลัง

2. การสร้างการยอมรับ (Building Acceptance) เป็นการพิจารณาแนวทางในการสร้างการสนับสนุน และลดหรือเอาชนะแรงต่อต้านที่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ตลอดจนวางแผนที่เป็นแนวทางเฉพาะในการใช้ประเมินผลลัพธ์ และประสิทธิผลที่เกิดขึ้น ประโยชน์ที่ได้รับ คือ การสร้างการยอมรับช่วยให้มีการนำความคิดสร้างสรรค์ไปปฏิบัติได้อย่างประสบผลสำเร็จ

องค์ประกอบที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ (Planning the Approach) การวางแผนการปฏิบัติ หมายถึง การกำหนดแนวคิดให้อยู่ในทิศทางที่เกิดขึ้นและมั่นใจว่าเป็นทิศทางที่ต้องการไปตามเป้าประสงค์ของผู้ใช้ (Customize or Personalize) ในการใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หรือเฝ้าดูหรือบริหารจัดการ และปรับปรุงกิจกรรมต่าง ๆ ขณะที่ดำเนินการใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้ขั้นตอน ดังนี้

1. ประเมินงาน (Appraising Tasks) เป็นการกำหนดว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นทางเลือกที่ปฏิบัติได้จริงหรือไม่ในการจัดการกับประเด็นปัญหาเฉพาะด้านหรือไม่ และรวบรวมสิ่งที่ต้องกระทำ (Commitment) ข้อจำกัด เงื่อนไขที่ต้องมีการพิจารณาในการใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้มีประสิทธิภาพ ประโยชน์ที่ได้รับ คือ การประเมินงานเป็นสิ่งที่ต้องทำช่วยให้ผู้ใช้วิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้สิ่งที่ดีที่สุดจากผู้คน ทรัพยากร และวิธีการช่วยให้มีการตัดสินใจอย่างชาญฉลาดในการใช้วิธีการและเพิ่มโอกาสแห่งความสำเร็จ

2. การออกแบบกระบวนการ (Designing Process) เป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับงานและความต้องการในการวางแผนองค์ประกอบ ขั้นตอนหรือเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เหมาะสมที่สุดที่จะช่วยให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ประโยชน์ที่ได้รับ คือ การออกแบบกระบวนการเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้ใช้ได้เลือกและใช้องค์ประกอบ ขั้นตอนหรือเครื่องมือที่ตรงกับความต้องการที่แท้จริง ซึ่งช่วยทำให้ความพยายามนี้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษารูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัยสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการของการแก้ปัญหา เน้นการคิดระดับสูง 3 ประการ คือ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่สามารถทำงานร่วมกันอย่างลงตัว เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ในลักษณะของความคิดสร้างสรรค์จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของงานวิจัยนี้ คือ รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของประกอบด้วย ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ องค์ประกอบที่ 1 การเข้าใจในสิ่งที่ท้าทาย หมายถึง การตรวจสอบเป้าหมายอย่างกว้างขวาง การวิเคราะห์โอกาส หรือสิ่งท้าทายให้ชัดเจน การจัดวางหรือมุ่งประเด็นความคิด เพื่อวางแนวทางหลักการสำหรับ องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิด ในการสร้างแนวคิดจะมีเพียง 1 ขั้นตอน เกี่ยวกับความเป็นไปได้ใหม่ ๆ ด้วยการใช้วิธีการระดมสมองเป็นเครื่องมือที่พิเศษจากหลาย ๆ วิธีการในการสร้างทางเลือก การระดมสมองเป็นวิธีการสร้างความคิดที่หลากหลายและไม่เคยปรากฏมาก่อน เพื่อชี้ถึงปัญหาแล้วจึงกำหนดโอกาสต่าง ๆ ที่จะหวังได้ องค์ประกอบที่ 3 การเตรียมปฏิบัติการ การสำรวจแนวทางต่าง ๆ ที่สร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ในการนำไปสู่การหาข้อสรุปที่ปฏิบัติได้จริง และเป็นการเตรียมการที่จะนำไปปฏิบัติได้จริงอย่างประสบผลสำเร็จ องค์ประกอบที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ การกำหนดแนวคิดให้อยู่ในทิศทางที่เกิดขึ้น และมั่นใจว่าเป็นทิศทางที่ต้องการไปตามเป้าประสงค์ของผู้ใช้ในการใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

5. กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Torrance (1986 : 153-156) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งแบ่งเป็นขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

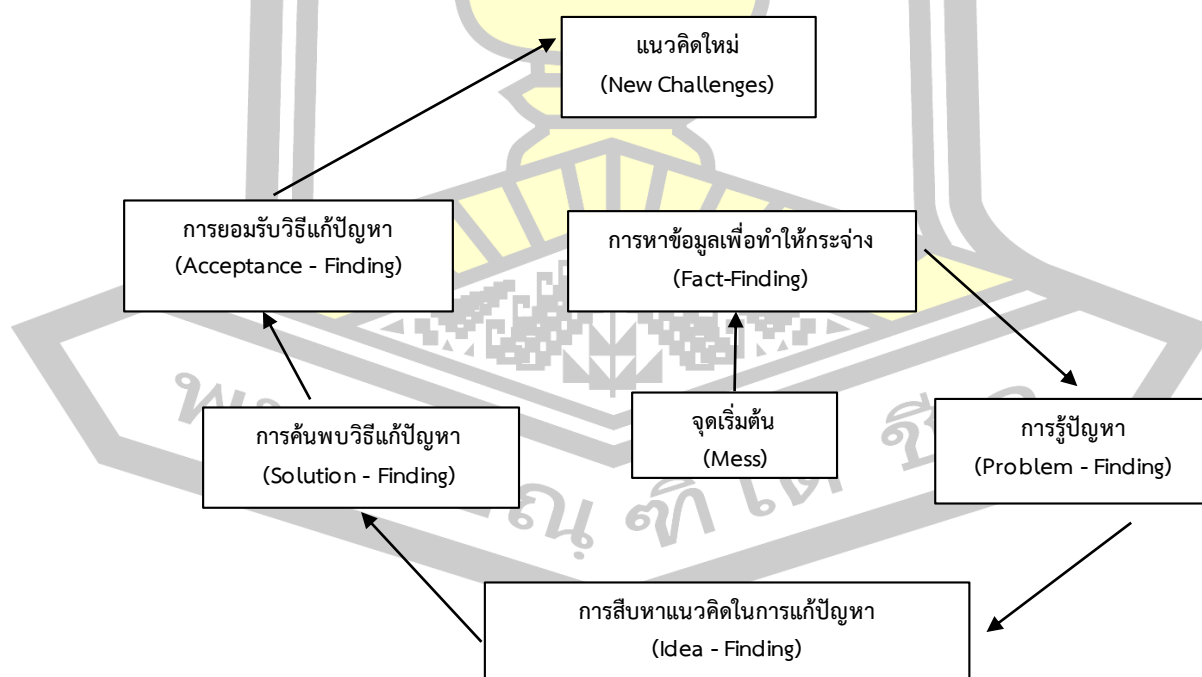
ขั้นที่ 1 การพบความจริง (Fact-Finding) ในขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึกกังวลใจมีความสับสนวุ่นวายเกิดขึ้นในจิตใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จากจุดนี้ก็พยายามตั้งสติ และพิจารณาว่าความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสน หรือสิ่งที่ทำให้กังวลใจนั้นคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem - Finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เป็นการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสน ที่ทำให้เกิดความกังวลใจ

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea - Finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 2 เมื่อรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้นก็พยายามคิดและตั้งสมมติฐานขึ้น และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution - Finding) ในขั้นนี้จะพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐานในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance - Finding) ขั้นนี้จะเป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไร และต่อจากจุดนี้การแก้ปัญหาหรือการค้นพบยังไม่จบตรงนี้ แต่ผลที่ได้จากการค้นพบจะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไป ที่เรียกว่า New Challenges

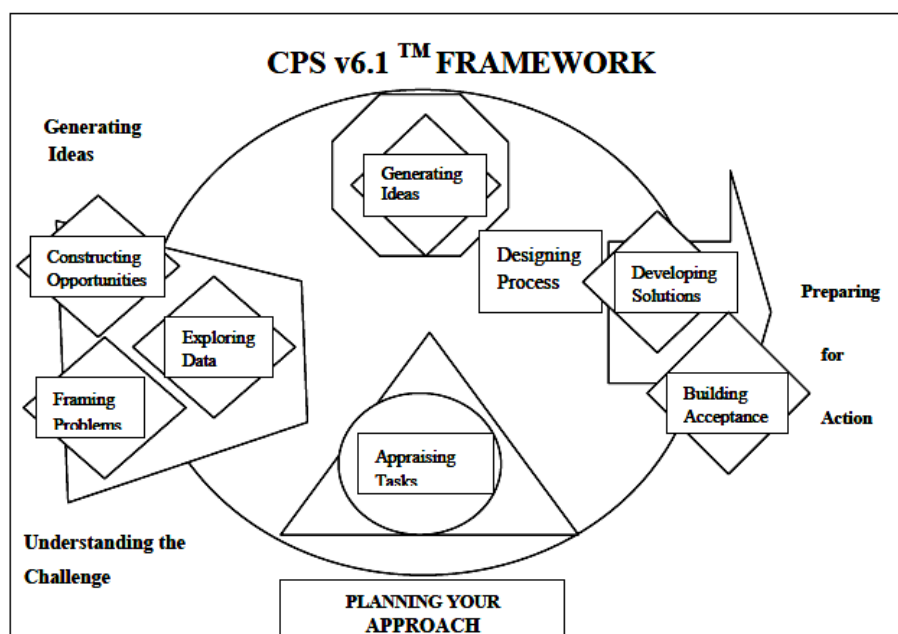


ภาพประกอบ 5 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1986 : 153-156)

Isaken and Treffinger. (1991 : 89-93) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วยหลักการ 3 ข้อ และแยกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจในปัญหา ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน
 - 1.1 Mess Finding ค้นพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้น
 - 1.2 Data Finding สืบหาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา เพื่อพิจารณาข้อมูลที่สำคัญนำไปสู่การแก้ปัญหา
 - 1.3 Problem Finding พิจารณาค้นหาปัญหาที่สำคัญที่สุด
2. การลงความเห็น ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน

Idea Finding เป็นการระดมความคิดที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
3. การวางแผนเพื่อลงมือปฏิบัติ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน
 - 3.1 Solution Finding เป็นการเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยการพัฒนาเกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์แนวทางที่เป็นไปได้แล้วจึงตัดสินใจเลือกเกณฑ์
 - 3.2 Acceptance Finding เป็นการยอมรับผลที่ได้เพื่อนำไปปฏิบัติต่อไป



ภาพประกอบ 6 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ฉบับ 6.1 (CPS Version 6.1)

(Isaken and Treffinger, 1991 : 89-93)

Parnes (1992 : 189–194) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ (Situation)
2. การค้นหาความจริง (Fact Finding) เป็นการหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อให้รู้ว่ามีส่วนประกอบหรือผิดปกติเกิดขึ้น
3. การค้นหาปัญหา (Problem Finding) เป็นการมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์
4. การค้นหาความคิด (Idea Finding) เป็นการหาแนวคิดหรือขอบเขตของปัญหาเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยการรวบรวมความคิดหรือตั้งเป็นสมมติฐาน
5. การค้นหาคำตอบ (Solution Finding) เป็นการปฏิบัติตามทางเลือกของการแก้ปัญหาจากสมมติฐาน เพื่อหาคำตอบ
6. การยอมรับสิ่งที่ค้นพบ (Acceptance Finding) เป็นการตรวจสอบและประเมินกระบวนการคิด และคำตอบที่ได้

Treffinger and Isaken (1991 : 89-93) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเข้าใจความท้าทาย (Understanding the Challenges)

ประกอบด้วย การตรวจสอบ ชี้แจง กำหนดเป้าหมาย โอกาสหรือความท้าทายต่อการแก้ปัญหาเน้นหลักหรือกระบวนการคิดโดยตรง โดยอาจใช้เพียงขั้นตอนเดียวหรือใช้ทั้ง 3 ขั้นตอน ในการทำความเข้าใจความท้าทายปัญหา หรือสถานการณ์ขึ้นอยู่กับข้อมูลหรือปัญหาที่พบ ขั้นตอนทั้ง 3 มีดังนี้

1.1 การสร้างโอกาส คือ การระบุเป้าหมายหรือการทำลายความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นการตัดสินใจถึงโอกาส และสิ่งทำลายความสามารถของคน ระบุเป้าหมายการแก้ปัญหา ช่วยให้เกิดการเข้าใจ และเพิ่มพลังในการทำงานให้เป็นไปในทิศทางที่ดี ส่งผลให้การปฏิบัติงานหรือแก้ปัญหาเต็มไปด้วยความสนใจ และกระตือรือร้น

1.2 การสำรวจข้อมูล คือ การสำรวจสถานการณ์หรือปัญหาให้เข้าใจมากที่สุด และค้นหาสิ่งที่ควรทราบเกี่ยวกับสถานการณ์ ทำให้เข้าใจประเด็นที่เป็นปัญหาได้อย่างชัดเจน

1.3 การวางกรอบของปัญหา เป็นการสร้างแนวทางหรือประเด็นของปัญหาที่เกิดขึ้น คือตัดสินใจว่าสิ่งใดเป็นปัญหาที่จะแก้

ขั้นตอนที่ 2 การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา (Generating Idea) ประกอบด้วย การสร้างทางเลือกที่น่าจะเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยการระดมสมอง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การสร้างแนวคิดใหม่โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ คือ คิดอย่างคล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น คิดหลากหลาย คิดแปลกใหม่ รวมถึงการปรับปรุงแนวคิดจากการรับฟังแนวคิดของผู้อื่น ในขั้นนี้จะช่วยให้บุคคลได้หลุดจากกรอบ ที่เป็นข้อจำกัดทางความคิด

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมการแก้ปัญหา (Preparing for Action) คือ การสำรวจวิธีการที่ทำให้ทางเลือกที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 2 เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาจริง ๆ และเตรียมการแก้ไขจะนำไปสู่ความสำเร็จได้ โดยใช้ขั้นตอนใด ขั้นตอนหนึ่ง หรือทั้งหมด ดังต่อไปนี้

3.1 การพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา (Development Solution) คือ การประยุกต์กลยุทธ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์ พัฒนาและปรับปรุงแนวทางในการแก้ปัญหา และแปลงไปสู่การแก้ปัญหาที่แท้จริง ทำให้ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

3.2 การสร้างการยอมรับ (Building Acceptance) ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาปัจจัยที่สนับสนุนและอุปสรรค ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหาพร้อมทั้งวางแผนการแก้ปัญหา การประเมินผลลัพธ์ และประสิทธิภาพอย่างเฉพาะเจาะจง

ขั้นตอนที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ (Planning the Approach) คือ การพิจารณาแนวคิดการแก้ปัญหา ไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติโดยใช้ขั้นตอนดังนี้

4.1 การประเมินภาระหน้าที่ (Appraising Tasks) เป็นทางเลือกในการทำงานที่ผูกพันกับจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหา มุ่งใช้ประโยชน์จากคน ทรัพยากร และวิธีการในการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ โดยพิจารณาจากขั้นตอนของการสร้างการยอมรับ

4.2 การออกแบบกระบวนการแก้ปัญหา (Design Process) ใช้ความรู้เกี่ยวกับความต้องการของบุคคลและงาน เพื่อวางแผนการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด พื้นฐานของความต้องการที่แท้จริงที่จะสร้างความคุ้มค่าและประสิทธิผล ของความพยายามคือการวางรายละเอียดของกิจกรรมการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ และจัดสรรบุคคลให้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับความต้องการ และความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

Guilford (1971 : 130) เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการ (Preparation) คือ การรับรู้และการเข้าใจปัญหาต้องเข้าใจ และรับรู้ก่อนว่าปัญหาคืออะไร เป็นปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์ใด

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analyze) คือ การระบุแจกแจงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการพิจารณาว่า ปัญหามีองค์ประกอบอะไรบ้าง สิ่งใดบ้างที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวกับตนเองถึงแนวทางที่จะช่วยให้พบทางออก

ขั้นตอนที่ 3 เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุออกมาในรูปวิธีการปฏิบัติการรวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อตั้งสมมุติฐานรวมทั้งการพิจารณาแหล่งข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบผล (Verification) เป็นขั้นที่เสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาต้องมีการปรับปรุง เพื่อให้ได้วิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหา

ที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไปเมื่อประสบปัญหาที่มีลักษณะเดียวกัน

ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการแก้ปัญหากับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จะพบว่า กระบวนการทั้งสองอย่าง มีส่วนที่เหมือนกันและแตกต่างกัน ส่วนที่เหมือนกัน คือ การทำปัญหาให้ชัดเจน การหาสาเหตุของปัญหา การตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ไข การคิดหาวิธีแก้ปัญหาการลงมือปฏิบัติตามวิธีการแก้ปัญหา การสรุปผลการแก้ปัญหา แต่กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีสิ่งที่เพิ่มเติมจากการแก้ปัญหามาตามปกติ ดังตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบระหว่างการแก้ปัญหากับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาปกติ	การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
1. การแก้ปัญหาปกติอาจจะมีการคิดระดับสูงเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาอยู่บ้าง แต่ไม่ปรากฏชัดเจน	1. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เน้นการคิดระดับสูง
2. การแก้ปัญหาปกติไม่มีความเด่นชัดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเกณฑ์ประเมินวิธีการแก้ปัญหา	3. 3 อย่างที่ทำงานร่วมกัน คือ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา
3. การแก้ปัญหาปกติไม่มีการกล่าวถึงการสร้างความมั่นใจและความพยายามในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นกระบวนการลดความวิตกกังวลในการแก้ปัญหา	2. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เน้นวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาสถานการณ์อย่างเป็นระบบ โดยการนำความรู้จากประสบการณ์เดิมเพิ่มเติมเกิดองค์ความรู้ใหม่ คิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดให้ได้โดยง่าย
4. การแก้ปัญหาปกติขั้นตอนการทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของการแก้ปัญหาไม่ปรากฏชัดเจน	3. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการวิจัยครั้งนี้เป็นกระบวนการลดความวิตกกังวลในการแก้ปัญหา
5. การแก้ปัญหาปกติไม่มีกระบวนการกำกับตนเองและการเสริมแรงของผู้แก้ปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะช่วยให้เกิดผู้แก้ปัญหาเกิดความกระหายใคร่รู้เกิดความพึงพอใจ อันจะนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา	4. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้แก้ปัญหาวางเป้าหมายหรือทำความเข้าใจโดยเน้นการจัดการกับตัวปัญหา คือ การเน้นการแก้ไขตัวปัญหาให้ประสบผลสำเร็จ และการจัดการกับอารมณ์ที่มีต่อปัญหา และการแก้ปัญหา ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างไม่เครียด และเกิดประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

ตาราง 4 (ต่อ)

การแก้ปัญหาปกติ	การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
	5. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการวิจัยครั้งนี้ มีกระบวนการกำกับตนเอง โดยการบันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหา มีการประเมินตนเองกับเป้าหมายที่วางไว้ และการเสริมแรง ซึ่งจะช่วยให้เกิดผู้แก้ปัญหาเกิดความกระหายใคร่รู้เกิดความพึงพอใจ อันจะนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

ที่มา : Guilford (1971 : 130)

รูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการเรียนรู้ของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้มีส่วนคล้ายกับแนวทางการจัดการเรียนรู้หลายรูปแบบ เช่น การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัย ของ Bloom การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงสร้างทางปัญญา ของ Guilford และแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยตรง ของ Treffinger ซึ่งเน้นกระบวนการคิดระดับสูง เน้นการคิดสร้างสรรค์ การคิดอเนกนัย และรูปแบบการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์ให้นักเรียนมีทักษะเฉพาะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เช่นเดียวกับรูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของ Treffinger คือ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) การเข้าใจในสิ่งที่ท้าทาย/ปัญหา/สถานการณ์ 2) การสร้างแนวคิด/การคิดวิธีการแก้ปัญหา 3) การเตรียมการปฏิบัติ และ 4) การวางแผนปฏิบัติ

ดังนั้นจากการศึกษาของมูลเบื่องต้นการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Treffinger เนื่องจากง่ายต่อการนำไปสู่เป้าหมาย เนื่องจากสะดวกและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ต่อการนำไปปฏิบัติ สามารถกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญได้อย่างยาวนานทั้งในชีวิตและการทำงาน รวมทั้งสามารถใช้สำหรับแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันทุก ๆ วัน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเข้าใจความท้าทาย (Understanding the Challenges) ประกอบด้วยการตรวจสอบ ชี้แจง กำหนดเป้าหมาย โอกาสหรือความท้าทายต่อการแก้ปัญหานั้นหลักหรือกระบวนการคิดโดยตรง

ขั้นตอนที่ 2 การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา (Generating Idea) ประกอบด้วย การสร้างทางเลือกที่น่าจะเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาโดยการระดมสมอง การสร้างแนวคิดใหม่โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์คือ คิดอย่างคล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น คิดหลากหลาย คิดแปลกใหม่ รวมถึงการ

ปรับปรุงแนวคิดจากการรับฟังแนวคิดของผู้อื่น ในขั้นนี้จะช่วยให้บุคคลได้หลุดจากกรอบ ที่เป็นข้อจำกัดทางความคิด

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมการแก้ปัญหา (Preparing for Action) คือการสำรวจวิธีการ ที่ทำให้ทางเลือกที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 2 เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาจริง ๆ และเตรียมการแก้ไขจะนำไปสู่ความสำเร็จได้

ขั้นตอนที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ (Planning the Approach) คือ การพิจารณาแนวคิดการแก้ปัญหา ไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติ

6. บทบาทและลักษณะครูในการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2551 : เว็บไซต์) และ Weir (1974 : 16-18) นักการศึกษาหลายคนได้เสนอแนะว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ การสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยในการแสดงความคิดเห็น การส่งเสริมความซื่อสัตย์ของนักเรียน การให้เวลานักเรียนในการบ่มเพาะความคิดโดยไม่ด่วนตัดสินความคิดของนักเรียน และให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นให้มาก ต้องใช้คำถามอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้นักเรียนได้คิดสร้างสรรค์ ได้นำเสนอหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ 7 ประการ ได้แก่

1. การฝึกนักเรียนให้สามารถมองปัญหาได้อย่างถูกต้องและตามความเป็นจริง ไม่เพิกเฉยต่อปัญหา ทำให้นักเรียนมองว่าปัญหาเป็นเรื่องปกติที่ทุกคนต้องเผชิญ และแก้ไขเป็นการเริ่มต้นวิเคราะห์ว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร

2. การตัดสินให้คำนิยามของปัญหา เป็นการระบุปัญหาในเชิงนิยามนั่นเอง โดยต้องระบุตามความเป็นจริงมากกว่าการระบุตามความเหมาะสม

3. เรียบเรียงเหตุการณ์ต่าง ๆ ของปัญหา กล่าวคือ การเชื่อมโยงระหว่างปัญหาต่าง ๆ เข้าด้วยกันว่าปัญหาใดเกิดขึ้นก่อน และปัญหาใดเป็นปัญหาที่เล็กน้อย เมื่อลำดับความสำคัญและเชื่อมโยงระหว่างปัญหาได้แล้วก็จะทราบว่าปัญหาใดสมควรต้องได้รับการแก้ไข

4. ใช้ความคิดพื้นฐานที่สำคัญในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์เพื่อช่วยหาและขยายกรอบความคิด หาแนวทางการแก้ปัญหาหรือพัฒนาสิ่งใหม่ และใช้ความคิดเชิงตรรกะหรือความคิดวิจารณ์ญาณในการเชื่อมโยงเหตุผลเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาทางเลือกที่ดีที่สุด หรือเมื่อพบอุปสรรคก็หยุดพักสักเล็กน้อยเพื่อเรียกความคิด

5. ใช้ชุดคำถามที่ง่าย ๆ ในชีวิตประจำวันนักเรียนเป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดความคิดในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ขึ้นมาอาจจะใช้เรื่องจริงที่พบเห็นมาเล่า การเล่นเกมบทสนทนา มาเป็นสื่อในการทำให้เกิดความคิดขึ้น

6. ฝึกการเข้าใจผู้อื่น ซึ่งเป็นกระบวนการพิจารณาปัญหาว่าวิธีการใดที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดฝึกการทำงานเป็นกลุ่มหรือการระดมสมองเพื่อประสิทธิภาพการแก้ปัญหาและเพิ่มจำนวนของทางเลือกในการแก้ปัญหา

7. ครูจะไม่ตัดสินความคิดของนักเรียนแต่พยายามกระตุ้นให้นักเรียนคิดให้มากที่สุดให้ลึกที่สุด และให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงเหตุและผล เนื่องจากการคิดที่หลากหลายเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Osborn & Parnes พบความสำเร็จ

จากกรศึกษาบทบาทและลักษณะครูในการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยในการแสดงความคิดเห็น ต้องใช้คำถามอย่างสร้างสรรค์ ให้ความสำคัญกับนักเรียนในการบ่มเพาะความคิดโดยไม่ด่วนตัดสินความคิดของนักเรียน ฝึกนักเรียนให้สามารถมองปัญหาได้อย่างถูกต้องและตามความเป็นจริง ลำดับความสำคัญและเชื่อมโยงระหว่างปัญหาได้ คิดวิจารณ์ญาณในการเชื่อมโยงเหตุผลเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาทางเลือกที่ดีที่สุด ความคิดสร้างสรรค์เพื่อช่วยหาและขยายกรอบความคิด หาแนวทางการแก้ปัญหาหรือพัฒนาสิ่งใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทบาทของครูไม่ควรตัดสินความคิดของนักเรียนแต่พยายามกระตุ้นให้นักเรียนคิดให้มากที่สุด

7. ลักษณะนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

Puccio (1999 : 171-178) ได้สำรวจลักษณะของนักเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ผลวิจัยพบว่า บุคลิกของนักเรียนประกอบด้วย 1) ผู้ทำความเข้าใจ (Clarifier) คือ บุคคลประเภทที่ต้องทำความเข้าใจกับสถานการณ์ให้กระจ่างแจ้งชัดเจน บุคคลประเภทนี้มักจะมีบทบาทในขั้นตอนการเข้าใจความ ท้าทาย หรือขั้นการทำความเข้าใจกับปัญหา (Problem Finding) 2) การเป็นผู้สะสมข้อมูล (Collector) จะเป็นผู้ที่หาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาจะเป็นผู้ที่ใช้ข้อมูล และมีมุมมองต่อสถานการณ์ของปัญหาในภาพกว้าง บุคคลประเภทนี้จะมามีบทบาทในขั้นการรับปัญหา (Mess Finding) และการค้นพบข้อมูล (Data Finding) 3) การเป็นผู้คิด (Ideator) บุคคลลักษณะนี้เป็นคนที่มีจินตนาการเพื่อสะท้อนความคิดไปสู่ความคิดใหม่ ๆ ชอบคิดแบบเบี่ยงเบน (Divergent Thinking) บุคคลลักษณะนี้เหมาะกับการแก้ปัญหในขั้นการสร้าง ความคิดในการหาวิธีการแก้ปัญห (Idea Finding) 4) ผู้พัฒนา (Developer) บุคคลประเภทนี้เป็นบุคคลที่จะประเมินกลั่นกรองวิธีการแก้ปัญห โดยมีลักษณะการคิดแบบเอกนัย (Convergence Thinking) ซึ่งมีบทบาทในขั้นตอนการค้นพบทางในการแก้ปัญห (Solution Finding) และ 5) ผู้บริหาร (Executor) บุคคลประเภทนี้จะเน้นที่การปฏิบัติและการบริการแนวคิด และวิธีการให้ไปสู่ความสำเร็จ บุคคลประเภทนี้จะมีบทบาท ในขั้นตอนการค้นพบทางในการแก้ปัญห (Solution Finding) และขั้นตอนการสร้างการยอมรับ (Building Acceptance)

จากการศึกษาลักษณะนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัยสรุปได้ว่า โดย Puccio ได้กล่าวถึง ลักษณะของนักเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ต้องเป็นผู้ที่มีบุคลิกที่มีความกระตือรือร้น ทำความเข้าใจชัดเจนอยู่ตลอดเวลา ทำท่าย หรือชั้น การทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นผู้สะสมข้อมูล จะเป็นผู้ที่หาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาจะเป็นผู้ใช้ข้อมูล และมีมุมมองต่อสถานการณ์ของปัญหาในภาพกว้าง การเป็นผู้คิด บุคคลลักษณะนี้เป็นคนที่มีจินตนาการเพื่อสะท้อนความคิดไปสู่ความคิดใหม่ ๆ เป็นนักพัฒนา บุคคลประเภทนี้เป็นบุคคลที่จะประเมินกลั่นกรองวิธีการแก้ปัญหา และเป็นผู้บริหาร บุคคลประเภทนี้จะเน้นที่ การปฏิบัติและการบริการแนวคิด และวิธีการให้ไปสู่ความสำเร็จ

8. ประเภทของปัญหาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ในการจัดการเรียนเพื่อให้บรรลุผลสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ครูมีบทบาทสำคัญในการเลือกปัญหาให้มีความเหมาะสมกับนักเรียน บริบท และสถานการณ์จริง ซึ่งลักษณะของปัญหาที่สามารถนำมาใช้ มีลักษณะดังนี้ (Barody, 1993 : 54-55 ; Royer and others, 1979 : 53-63)

1. แปลกใหม่ซ้ำซ้อน นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน
2. ดึงดูดความสนใจ ทำท่ายความสามารถของนักเรียน
3. เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงหรือมีความหมาย เหมาะกับระดับความสามารถของนักเรียน
4. มีความเชื่อมโยงกับบทเรียน สามารถหาคำตอบ หรืออธิบายวิธีหาคำตอบได้โดยใช้ความรู้พื้นฐาน และเหมาะกับยุทธวิธีแก้ปัญหาที่จะแนะนำกับนักเรียนในบทเรียนนั้น ๆ
5. เป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหาที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบ หรือแนวทาง วิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี

ประเภทของปัญหาดังกล่าว นำมาใช้กำหนดปัญหาที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ควรพิจารณาจากปัญหาที่สอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงหรือประสบการณ์การเรียนรู้ในชีวิตจริง (Provides authentic real-world learning experiences) บริบทของสภาพจริง ประยุกต์ไปสู่ปัญหาในชีวิตจริง (Real world problems) และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์เดิม จะช่วยสร้างการเชื่อมโยงที่แข็งแกร่ง ย่อมส่งผลให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหาได้อย่าง หลากหลายวิธีและแปลกใหม่

จากการศึกษาประเภทของปัญหาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการเลือกปัญหาให้มีความเหมาะสมกับนักเรียน บริบท และสถานการณ์จริง คำตามต้องมีความแปลกใหม่ มีความน่าสนใจ มีความท้าทาย เหมาะกับระดับความสามารถของนักเรียน มีความเชื่อมโยงกับบทเรียน สามารถหาคำตอบได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ครูควรตั้งคำถามปัญหาแบบปลายเปิด เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาคำตอบได้หลากหลายวิธี โดยความคิดของนักเรียนไม่มีผิดถูก และครูคอยชี้แจงให้นักเรียนเกิดความเข้าใจตรงกัน

9. การส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ครูผู้สอนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญต่อการส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ช่วยยั่วยุให้นักเรียนคิด ตัดสินใจ สื่อสาร และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ประสบผลสำเร็จ นอกจากนี้การส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำเป็นต้องมีการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม สื่อ และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง สามารถจดจำความจริงได้ การจัดสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วยลักษณะดังนี้ (Isaksen, 1994)

1. จัดเตรียมสภาพแวดล้อมที่อิสระ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างงานใหม่ โดยมีการติดตามและสนับสนุนให้นักเรียนได้ประสบผลสำเร็จตามสถานการณ์ และวิธีการให้เป็นไปตามศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน สนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการคิดที่หลากหลาย โดยจัดเตรียมข้อมูล และห้องเรียนให้อยู่ในสภาพบรรยากาศที่อิสระ ไม่มีข้อจำกัด
2. จัดเตรียมสภาพแวดล้อมที่เปิดกว้างและปลอดภัย ที่จะช่วยสนับสนุนและสร้างแรงเสริมความคิดนอกกรอบ โดยนักเรียนสามารถสำรวจสร้างสรรค์ และพัฒนาการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
3. จัดเตรียมกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติอย่างหลากหลายเลือกปฏิบัติ หรือทำตามความถนัด ความสนใจที่แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล
4. สนับสนุนการเรียนรู้และการนำไปใช้ของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่เหมาะสมทั้งในชั้นเรียนและกิจกรรมอื่น ๆ
5. สนับสนุนให้มีการจัดกิจกรรมที่นักเรียนมีโอกาสเลือกและมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมาย และขั้นตอนที่ใช้ในการตัดสินใจ จะช่วยสร้างความรู้สึกของแต่ละบุคคลให้สามารถกำหนดตนเองได้ว่า เขาจะทำอะไร และทำอย่างไรให้ดีที่สุด
6. จัดเตรียมเวลาให้เหมาะสมกับงานเพื่อให้สามารถปฏิบัติได้สำเร็จจัดเตรียมภาระงานให้เหมาะสมกับเวลา เพื่อให้ปฏิบัติได้ตามความจริง
7. จัดเตรียมสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสภาพสบายไม่มีการลงโทษ มีการแนะนำ สนทนา กับนักเรียนให้เกิดความมั่นใจในตนเอง มีการให้กำลังใจ ความหวังใย แม้มีการการทำงานผิดพลาด หรือ ล้มเหลว
8. ให้อิสระและทางเลือกที่หลากหลายแก่นักเรียนในการแก้ปัญหาและสร้างงานด้วย วิธีการใหม่ ๆ
9. สนับสนุนให้มีการทำกิจกรรมเดี่ยวและกิจกรรมกลุ่ม
10. ความยุ่งยากและความวุ่นวายจะเกิดขึ้นน้อยที่สุด เมื่อมีการวางแผนที่ชัดเจนในการกำหนดเป้าหมาย และมีความยืดหยุ่นในบางครั้ง
11. การสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นจากการเคารพที่มีต่อกันและการยอมรับระหว่างบุคคล จึงควรให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และร่วมมือในการทำกิจกรรม

12. สนับสนุนให้มีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน มีการเอาใจใส่ดูแล เปิดใจกว้าง ยอมรับวิธีการแก้ปัญหา แม้มีการขัดแย้งบ้างแต่ก็จะทำให้เกิดความคิดใหม่ขึ้นมา

จากการศึกษาการส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ครูผู้สอนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญต่อการส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ให้นักเรียนคิด ตัดสินใจ สื่อสาร และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ประสบผลสำเร็จ จำเป็นต้องมีการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง จัดเตรียมสภาพแวดล้อมที่อิสระ สภาพแวดล้อมที่เปิดกว้าง จัดเตรียมกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างงานใหม่ จัดเตรียมเวลาให้เหมาะสมกับงานเพื่อให้สามารถปฏิบัติได้สำเร็จ สนับสนุนให้มีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน มีการเอาใจใส่ดูแล เปิดใจกว้าง ยอมรับวิธีการแก้ปัญหา แม้มีการขัดแย้งบ้างแต่ก็จะทำให้เกิดความคิดใหม่ขึ้นมา

10. การประเมินผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การศึกษาเพื่อกำหนดกฎเกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการวิจัยค้นพบแนวคิดที่เกี่ยวข้องดังนี้

Quellmalz (Quellmalz. 1985 : 29-34) กล่าวว่า การสอบแบบเลือกตอบเป็นการวัดทักษะเฉพาะด้าน ไม่สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้และเสนอแนะลักษณะเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะการคิดระดับสูง ไว้ดังนี้

1. ปัญหาที่ถามเป็นปัญหาสำคัญและเกิดได้บ่อย
2. วัดทักษะรวม ๆ ไม่แยกวัดทักษะเป็นส่วน ๆ
3. กำหนดปัญหาที่มีทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหาหลาย ๆ อย่าง
4. กำหนดรูปแบบคำถามที่ให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้
5. พัฒนางานที่เกี่ยวกับการประเมินการคิดระดับสูงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น
6. พัฒนางานที่เกี่ยวกับการประเมินการคิดระดับสูงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

Guilford (1973 : 167-188) กล่าวว่า กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ และการคิดแก้ปัญหา มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นผลผลิตใหม่นั้น เป็นผลลัพธ์สุดท้ายของกระบวนการแก้ปัญหาด้วยเหตุนี้ ในการอธิบายการประเมินผลผลิตของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงสามารถกำหนดหลักเกณฑ์การประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์มาอธิบายไปด้วยกัน โดย

Young (1985 : 77-87) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินว่า ต้องมี ลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความแปลกใหม่ (Newness) โดยพิจารณาจากลักษณะย่อย คือ
 - 1.1 ใหม่ในฐานะต้นคิด (New as Original)
 - 1.2 ใหม่จากกลุ่มอ้างอิง (New as Statistically Infrequency)

1.3 ใหม่ในลักษณะที่แตกต่างจากแนวทางทั่วไป (New as a Change from the Regular Way)

1.4 ใหม่ในฐานะที่สร้างขึ้นใหม่ (New as Renovated)

2. ความมีคุณค่า (Value Serve) โดยพิจารณาจากลักษณะย่อย คือ

2.1 คุณค่าต่อผู้สร้างสรรค์ผลงาน (Value to the Creator)

2.2 คุณค่าต่อผู้อื่น (Value to Other)

จากการศึกษาการประเมินผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เอกสาร สำหรับการประเมินการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัยได้พิจารณาจาก

1. การสังเกตและการใช้คำถามในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมทั้งกิจกรรมเดี่ยวและ กิจกรรมกลุ่ม เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมและผลงาน

2. การประเมินผลงาน โดยทำการประเมินต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาการความก้าวหน้าในการ แสดงออกของการปฏิบัติกิจกรรมที่แสดงออกถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3. การทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวนสถานการณ์ 2 สถานการณ์ 8 ข้อ เป็นแบบ สถานการณ์แบบอัตนัย เป็นคะแนนที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นผลที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ แสดงถึงพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาอย่างน้อยเพียงใด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสำคัญ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นดัชนีประการหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของการศึกษา

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักวิชาการและนักการศึกษา ได้ให้ความหมายของคำว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” ไว้ ดังต่อไปนี้

นิภา เมธธาวิชัย (2536 : 35) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ความรู้ ทักษะที่ได้รับและพัฒนาจากการสอนวิชาต่าง ๆ โดยครูอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่า นักเรียนมีความรู้และทักษะอย่างน้อยเพียงใด

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 15-16) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือเคยกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 56) ให้ความหมายว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลการเรียนที่ได้จากการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 25) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งทดสอบความรู้ ทักษะ สมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนว่า หลังการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ แล้วผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในรายวิชานั้น ๆ เพียงใด

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนวัดได้จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือวัดในด้านต่าง ๆ ซึ่งขึ้นกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่ต้องอาศัยทักษะ ความรอบรู้ ที่ค้นคิดที่ได้จากการเรียนการสอน การฝึกฝน อบรมสั่งสอน หลังเรียนทำให้เกิดความสำเร็จหรือความสามารถในด้านต่าง ๆ และบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551 : 151) ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากสถานศึกษาและทางบ้าน มุ่งวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการเป็นส่วนใหญ่

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 56-57) ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปการวัดผลในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์ เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบ ที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่ง อ่อน ได้ดีเป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

อรนุช ศรีสะอาด (2551 : 62) ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามี อยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher-Made Test) หมายถึง แบบทดสอบมุ่ง วัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป ในโรงเรียนและ สถาบันการศึกษา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผล สัมฤทธิ์ของผู้เรียนโดยทั่ว ๆ ไป แบบทดสอบชนิดนี้จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีคุณภาพดี มี มาตรฐาน คือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และมาตรฐานในการแปลความหมายของคะแนน

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 73) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher-Made Test) หมายถึงแบบทดสอบที่มุ่งวัดผล สัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียนและ สถาบันการศึกษา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป แบบทดสอบชนิดนี้จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีคุณภาพดีมีมาตรฐาน คือ มี มาตรฐานในการดำเนินการสอบและมาตรฐานในวิธีการแปลความหมายคะแนน

เยาวดี รวงชัยกุล วิบูลย์ศรี (2553 : 20-26) ได้จำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. จำแนกตามขอบข่ายของเนื้อหาวิชาที่วัด เช่น วัดเนื้อหาวิชาทางคณิตศาสตร์ หรือทางปณ ธุระศาสตร์ เป็นต้น

2. จำแนกตามลักษณะหน้าที่ทั่วไปของแบบทดสอบโดยแบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ แบบทดสอบเพื่อการสำรวจผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย ผลสัมฤทธิ์ และแบบทดสอบเพื่อวัดความพร้อม

3. จำแนกตามคำตอบที่ใช้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ส่วนใหญ่ที่ใช้กันมัก เป็นแบบทดสอบประเภทข้อเขียนและที่ใช้กันค่อนข้างมากได้แก่ แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

จากการศึกษาประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัยสรุปได้ว่า การแบ่ง ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไปมี 2 ประเภท คือ 1.) แบบทดสอบที่ ครูผู้สอนสร้างขึ้น และ 2.) แบบทดสอบมาตรฐานซึ่งครูผู้สอนจะออกข้อสอบประเภทใดนั้นควร พิจารณาความเหมาะสมของแบบทดสอบกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ในการเรียนรู้

3. แนวความคิดและทฤษฎีที่เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แนวความคิดในการวัดที่นิยมกัน ได้แก่ การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของ Bloom and others. (Benjamin S. Bloom) ซึ่งจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยที่ปรับปรุงใหม่แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้ (ชวลิต ชูกาแพง, 2551 : 91)

1. จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการบอกได้ เช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้
2. เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง เช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้
3. ประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้แก้ไขปัญหา เช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้
4. วิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะการจัดการ เช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้
5. ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิเคราะห์ตัดสิน เช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้
6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผนผลิต เช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

จากการศึกษาแนวความคิดและทฤษฎีที่เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย ของ Bloom and others. ซึ่งจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยที่ปรับปรุงใหม่แบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ 1. จำ 2. เข้าใจ 3. ประยุกต์ใช้ 4. วิเคราะห์ 5. ประเมินค่า และ 6. คิดสร้างสรรค์

4. ความสำคัญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548 : 95) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับครูที่จะใช้ในการตรวจสอบพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ของผู้เรียน อันเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของครูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถหรือมีผลสัมฤทธิ์ในแต่ ละรายวิชามากน้อยเพียงใด ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนาการสอนของครูให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากการศึกษาแนวคิดต่าง ๆ ข้างต้นผู้วิจัยสามารถนำมาสรุปเป็นความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างแท้จริงแล้วว่าบรรลุผลตาม

จุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด จำแนกออกเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ และอิงกลุ่ม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยใช้ในครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์

5. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ครูกำหนด ซึ่ง Bloom and others. (1976 : 198) ได้จัดกลุ่มวัตถุประสงค์ของการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวกับความรู้ ความคิด และการนำความรู้ ไปประยุกต์

2. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นวัตถุประสงค์เกี่ยวกับด้านความรู้สึกรมณ์ และทัศนคติ

3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นวัตถุประสงค์เกี่ยวกับทักษะในการใช้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย การประสานงานของการใช้วัยวะต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานการตรวจระดับความรู้ความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่าได้เกิดการเรียนรู้น้อยเพียงใด สามารถวัดได้ 2 แนวทางตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอนคือการวัดด้านการปฏิบัติ และการวัดด้านเนื้อหา การตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับด้านเนื้อหา (Concept) สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เป็นการวัดพฤติกรรมนิยมนำด้านพุทธิพิสัย แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้

3.1 ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถระลึกหรือจดจำแนวทาง หรือข้อความจริงต่าง ๆ หรือเรื่องราวประสบการณ์ที่ผ่านมา

3.2 ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง การมีความเข้าใจในความรู้ที่เรียน โดยสามารถอธิบายด้วยคำพูดของตนเองหรืออาจสามารถแปลความหมายตีความและขยายความหมายของเรื่องได้

3.3 การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ หรือหลักวิชาการที่เรียนมาแล้ว ในการสร้างสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์ที่ คล้ายคลึงกัน

3.4 การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ หรือ วัตถุประสงค์ของเพื่อต้องการค้นหาสาเหตุเบื้องต้น หาความสัมพันธ์ระหว่างใจความระหว่างตอนตลอดจนหาหลักการที่แฝงอยู่ในเรื่อง

3.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถที่รวบรวมสิ่งที่จะเรียนรู้ หรือประสบการณ์มาจัดระบบใหม่เป็นเรื่องใหม่ที่ไม่เหมือนเดิม มีความหมายและประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม

3.6 การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ความรู้ที่เรียนมา ในการตัดสินใจจัดคุณค่าของบุคคล เรื่องราว วัสดุสิ่งของอย่างมีหลักเกณฑ์

Kolpfer (พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์, 2545 : 110-113 ; อ้างอิงมาจาก Kolpfer, 1971) กล่าวถึง การประเมินผลด้านการเรียนรู้ ด้านความรู้ ซึ่งสามารถวัดได้จากกิจกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนมีความจำในเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รับ จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการอ่านหนังสือ และฟังการบรรยายเป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 8 ประเภท คือ

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดียว
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติหรือมโนทัศน์
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์
- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าด้านความรู้-ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ คือ เป็นการ บรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปรความหมายข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎี ที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่นได้

3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียน นำความรู้ มโนคติ กฎ หลักการ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประการ คือ

- 4.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน
- 4.2 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์สาขาอื่น
- 4.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554 : 4) กล่าวว่าแนวทางการวัดผล และประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีดังนี้

1. การวัดผลประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ จะต้องดำเนินการควบคู่กันไปอย่างสอดคล้องและต่อเนื่อง

2. ในการจัดการเรียนรู้มุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การประเมินพัฒนาการของผู้เรียน จึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน

3. เพื่อให้การประเมินครอบคลุมทุกด้านและได้ข้อมูลเพียงพอที่จะประเมินพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จของผู้เรียน จะต้องใช้กระบวนการและวิธีการประเมินผลหลากหลายวิธี และต่อเนื่องทั้งการสังเกตพฤติกรรม การเรียน และการเข้าร่วมกิจกรรม ฯลฯ

การวัดผลและประเมินผลของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เน้นการวัดและการประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment) และที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ที่สามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ในประเมินผลจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้านโดยใช้วิธีการหลากหลายในสถานการณ์ต่างๆ และประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงพัฒนาการของผู้เรียน

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนวัดจากคะแนนความรู้ความสามารถของนักเรียน จากการเรียนการสอน เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

6. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 47) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีไว้ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพ เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือวัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดประสงค์ วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้

2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่วัดสิ่งเดียวกันหลาย ๆ ครั้งผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเอง เช่น ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย จะมีความชัดเจนอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้าย คือ แปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน

4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า p อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก ปานกลาง และ ค่อนข้างง่าย

5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ หมายถึง ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับ คนเก่งจะตอบผิดแต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ คนเก่งและคนอ่อนจะตอบถูกและผิดพอ ๆ กัน ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนัก อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่า r อยู่ระหว่าง -1.00 ถึง +1.00 ค่า r เป็นเครื่องหมายลบ หมายความว่า จำแนกไม่ได้ คนเก่งตอบถูกน้อยกว่าคนอ่อน r เป็นเครื่องหมายบวก หมายความว่า จำแนกได้ คนเก่งตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ข้อสอบที่ดีมีค่า r อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00

6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุดเชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อยและใช้แรงงานน้อย

7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน

8. ใช้คำถาม ถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ

9. ใช้คำถามยั่วๆ (Exemplary) มีลักษณะที่ทำให้ผู้สอบอยากคิดอยากตอบ และทำด้วยความเต็มใจ

10. คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามวงกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือให้คิดได้หลายแง่หลายมุม

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 195) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

2. ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์ที่ดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง

3. ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

4. การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำ ได้แก่ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

5. ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่ามีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มี ความหมายเพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป

6. อำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อนโดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

7. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าว ๆ ตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (2553 : 81) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบที่ดีว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เมื่อนำไปใช้ต้องมีคุณภาพ เพื่อให้เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยได้อย่างถูกต้องและเชื่อถือได้ ซึ่งลักษณะของเครื่องมือที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึงคุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของเครื่องมือ ลักษณะของความเที่ยงตรงแบ่งได้ 4 ชนิด

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)

1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construction Validity)

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity)

1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ (Predictive Validity) ลงไม่ว่าจะใช้กี่ครั้ง

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึงลักษณะของเครื่องมือที่สามารถวัดได้คงที่คงว่า ไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะใช้กี่ครั้งก็ตาม

3. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือในการจำแนกความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ เช่น ความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน หรือ กลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้

4. ความยาก (Difficulty) ความยากใช้ในการพิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใด หรืออัตราส่วนของคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ

เยาวตี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2554 : 90-121) ได้กล่าวถึงคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ต้องมีคุณภาพในเรื่องดังต่อไปนี้

1. ความเที่ยง (Reliability) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบจากแบบทดสอบเดียวกัน 2 ครั้งต่างเวลากันหรือคะแนนสอบจากแบบทดสอบที่เท่าเทียมกัน 2 ชุดทฤษฎีการทดสอบแบบประเพณีนิยม ความเที่ยง คือ อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนกับจากการสอบ

2. ความตรง (Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบในการวัดสิ่งที่แบบทดสอบต้องการวัดได้ดีเพียงใดในขอบเขตที่ต้องการ ภายใต้สถานการณ์หนึ่ง กับประชากรกลุ่มเป้าหมายกลุ่มหนึ่ง การหาความตรงตามวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่จะวัดสถานการณ์ซึ่งเป็นตัวแทนของเนื้อเรื่องในขอบเขตที่ต้องการจะวัด การตรวจสอบ ความตรงประเภทนี้สามารถตรวจสอบกับตาราง 2 ทาง ที่ระบุเนื้อหาที่จะวัดกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบในการทำนายพฤติกรรมของบุคคลในสถานการณ์เฉพาะ หรือความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนที่ผู้สอบกระทำได้จากแบบทดสอบกับเกณฑ์ภายนอก การตรวจสอบความตรง ใช้วิธีการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ผู้สอบกระทำได้จากแบบสอบนั้นกับคะแนนที่ผู้สอบทำได้จากเกณฑ์ที่กำหนด

2.3 ความตรงตามภาวะสันนิษฐาน หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบในการวัดทฤษฎี หรือลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมที่ได้อธิบายเอาไว้ หรือตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3. อำนาจจำแนก (Discrimination) คือ ข้อสอบที่ดีจะต้องสามารถจำแนกคนที่มีความรู้จริงออกจากคนไม่มีความรู้ในวิชานั้น ๆ ได้ เกณฑ์ที่ดีในการหาอำนาจจำแนกคือเกณฑ์ภายนอกหรือเกณฑ์อิสระ เพื่อที่จะใช้พยากรณ์ไปถึงความแตกต่างที่เห็นได้ชัดในความสามารถ

4. ความยากง่าย (Difficulty) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ ถูก ตามจำนวนผู้ตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ ทั้งหมด

จากการศึกษาลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีผู้วิจัยสรุปได้ว่า คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี ต้องมีคุณภาพในประเด็น ดังนี้ 1. ความเที่ยงตรง หมายถึง แบบทดสอบสามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายในการวัดซึ่งความเที่ยงตรงแบ่งเป็นประเด็น คือ 1.1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) 1.2) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construction Validity) 1.3) ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) และ 1.4) ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ (Predictive Validity) 2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของเครื่องมือที่สามารถวัดได้มาตรฐานเดิม ไม่ว่าจะใช้กี่ครั้งก็ตาม 3. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน 4. ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใด

7. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2544 : 82-96) กล่าวถึง หลักในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบไว้ ดังนี้

1. เขียนตอนนำให้เป็นประโยคที่สมบูรณ์ แล้วใส่เครื่องหมายปรัศนีไม่ควรสร้างตอนนำให้เป็นแบบอ่านต่อความ เพราะทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดปัญหาสองแง่ หรือข้อความไม่ต่อกันหรือเกิดความสับสนในการคิดหาคำตอบ
2. เน้นเรื่องจะถามให้ชัดเจนและตรงจุดไม่คลุมเครือ เพื่อว่าผู้อ่านจะไม่เข้าใจไขว้เขว สามารถมุ่งความคิดในคำตอบไปถูกทิศทาง
3. ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัด หรือถามในสิ่งที่ตั้งถามมีประโยชน์คำถามแบบเลือกตอบสามารถถามพฤติกรรมในสมองได้หลาย ๆ ด้าน ไม่ใช่ถามเฉพาะความจำหรือความจริงตามตำรา แต่ต้องถามให้คิดหรือหาความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
4. หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้คำปฏิเสธแต่คำปฏิเสธซ้อนไม่ควรใช้อย่างยิ่ง เพราะปกติผู้เรียนจะยุ่งยากต่อการแปลความหมายของคำถามและตอบคำถามที่ถามกลับหรือปฏิเสธซ้อนผิดมากกว่าถูก
5. อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย ควรถามปัญหาโดยตรง สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ได้ใช้เป็นเงื่อนไขในการคิดก็ไม่ต้องนำมาเขียนไว้ในคำถาม จะช่วยให้คำถามรัดกุม ชัดเจนขึ้น
6. เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพจน์ หมายถึง เขียนตัวเลือกทุกตัวให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือมีทิศทางแบบเดียวกัน หรือมีโครงสร้างสอดคล้องเป็นทำนองเดียวกัน
7. ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ ได้แก่ คำตอบที่เป็นตัวเลข นิยมเรียงจากน้อยไปหามาก เพื่อช่วยให้ผู้ตอบพิจารณาหาคำตอบได้สะดวก ไม่หลง และป้องกันการเดาตัวเลือกที่มีค่ามาก
8. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดหรือปลายปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิด ได้แก่ตัวเลือกสุดท้ายใช้คำว่า ไม่มีคำตอบถูก ที่กล่าวมาผิดหมด ผิดหมดทุกข้อ หรือสรุปแน่นอนไม่ได้
9. ข้อเดียวต้องมีคำขอบเดียว แต่บางครั้งผู้ออกข้อสอบคาดไม่ถึงว่าจะมีปัญหาหรืออาจจะเกิดจากการแต่งตั้งตัวลงไม่รัดกุม จึงมองตัวลงเหล่านั้นได้อีกแง่หนึ่ง ทำให้เกิดปัญหาสองแง่สองมุม
10. เขียนทั้งตัวถูกและตัวผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา คือจะกำหนดตัวถูกหรือผิดเพราะสอดคล้องกับความเชื่อของสังคม หรือ กับคำพังเพยทั่ว ๆ ไปไม่ได้ ทั้งนี้ เนื่องจากการเรียนการสอนมุ่งให้ผู้เรียนทราบความจริงตามหลักวิชาเป็นสำคัญ จะนำความเชื่อโชคลาง หรือขนบธรรมเนียมประเพณีเฉพาะท้องถิ่นมาอ้างไม่ได้
11. เขียนตัวเลือกให้อิสระจากกัน พยายามอย่าให้ตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่งเป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนประกอบของตัวเลือกอื่น ต้องให้แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันอย่างแท้จริง

12. ควรมีตัวเลือก 4-5 ตัว ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้ ถ้าเขียนตัวเลือกเพียง 2 ตัวก็กลายเป็นข้อสอบแบบกาถูก-ผิด และเพื่อป้องกันไม่ให้เดาได้ง่าย ๆ จึงควรมีตัวเลือกมาก ๆ ตัวที่นิยมใช้หากเป็นข้อสอบระดับประถมศึกษาปีที่ 1 - 2 ควรให้ใช้ 3 ตัวเลือก ระดับประถมศึกษาปีที่ 3-6 ควรใช้ 4 ตัวเลือก และตั้งแต่มัธยมศึกษาขึ้นไป ควรใช้ 5 ตัวเลือก

13. อย่าแนะนำคำตอบ ซึ่งการแนะนำคำตอบมีหลายกรณี ดังนี้

13.1 คำถามข้อหลัง ๆ แนะนำคำตอบข้อแรก ๆ

13.2 ถามเรื่องที่คุณเรียนคล่องปากอยู่แล้ว โดยเฉพาะคำถามประเภทคำพังเพย สุภาษิต คติพจน์ หรือคำเตือนใจ

13.3 ใช้ข้อความของคำตอบถูกซ้ำกับคำถามหรือเกี่ยวข้องกันอย่างเห็นได้ชัดเพราะนักเรียนที่ไม่มีความรู้ก็อาจจะเดาได้ถูก

13.4 ข้อความของตัวถูกบางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของทุกตัวเลือก

13.5 เขียนตัวถูกหรือตัวลวงถูกหรือผิดเด่นชัดเกินไป

13.6 คำตอบไม่กระจาย

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 59-61) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์

เนื้อหาขั้นแรกจะต้องทำการวิเคราะห์ดูว่ามีหัวข้อเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และที่จะต้องวัด แต่ละหัวข้อเหล่านั้นต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมหรือสมรรถภาพอะไร กำหนดออกมาให้ชัดเจน

2. กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ

จากขั้นแรกพิจารณาต่อไปว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยอะไรบ้าง อย่างละกี่ข้อพฤติกรรมย่อยดังกล่าวคือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเอง เมื่อกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการจริงเสร็จแล้ว ต่อมาพิจารณาว่า จะต้องออกข้อสอบเกินไว้หัวข้อละกี่ข้อ ควรออกเกินไว้ไม่ต่ำกว่า 25 % ทั้งนี้หลังจากที่นำไปทดลองใช้ และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้ว จะตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออก ข้อสอบที่เหลือจะได้ไม่น้อยกว่าข้อที่ต้องการจริง

3. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ

ขั้นตอนนี้จะเหมือนกับขั้นตอนที่ 2 ของการวางแผนสร้างข้อสอบแบบอิงกลุ่มทุกประการ คือ ตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด และศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เช่น ศึกษาหลักในการเขียนคำถามแบบนั้น ๆ ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เพื่อวัดจุดประสงค์ประเภทต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบของตน

4. เขียนข้อสอบ

ลงมือเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามตารางที่กำหนดจำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และใช้รูปแบบเทคนิคการเขียนตามที่ศึกษาในขั้นตอนที่ 3

5. ตรวจสอบข้อสอบ

นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 4 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งโดยพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชา แต่ละข้อวัดพฤติกรรมย่อยหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ ทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและด้านเนื้อหาจำนวนไม่ต่ำกว่า 3 คน พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้นั้นหรือไม่ ถ้ามีข้อที่ไม่เข้าเกณฑ์ ควรพิจารณาปรับปรุงให้เหมาะสม เว้นแต่จะไม่ปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อย่างชัดเจน

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

นำข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านการพิจารณาว่าเหมาะสมเข้าเกณฑ์ในขั้นที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

8. ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง

9. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ จากผลการวิเคราะห์ในขั้นที่ 8 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงต่อไป โดยเน้นการพิมพ์ที่ประณีต มีความถูกต้อง มีคำชี้แจงที่ละเอียดชัดเจน ผู้อ่านเข้าใจง่าย

เยาวดี รางกุลชัย วิบูลย์ศรี (2548 : 178-179) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า การสร้างแบบทดสอบจะต้องมีวิธีการเตรียมตัว การวางแผนเพื่อให้แบบทดสอบดังกล่าวมีกลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างเด่นชัด จะต้องอาศัยกลวิธีในการสร้างแบบทดสอบ สามารถแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยระบุเป็นข้อๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้นสอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะหรือผังของแบบทดสอบเพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาแต่ละสัดส่วน และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กะทัดรัด หรือมีความชัดเจน

ขั้นที่ 4 สร้างข้อกระทำทั้งหมดที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

จากการศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอน คือ วิเคราะห์จุดประสงค์ กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ เขียนข้อสอบ ตรวจสอบข้อสอบ ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุงพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อาทิตยา พิระกาลกุล (2556) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยกำหนดให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของนักเรียนทั้งหมด กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนพิศาลปัญญวิทยา ตำบลบ้านหว่า อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น จำนวน 40 คน ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นการทดลองขั้นต้น (Pre- Experimental Design) แบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบหลังการทดลอง (One Shot Case Study) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 7 แผน 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 23.30 (S.D. = 1.92) คิดเป็น ร้อยละ 77.67 และมีจำนวนนักเรียนที่มีผ่านเกณฑ์ จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีคะแนนความสามารถ

แก้ปัญหาทงการเรียนเฉลี่ย 22.23 (S.D.=1.37) คิดเป็นร้อยละ 77.42 และมีจำนวนนักเรียนที่มีผ่านเกณฑ์จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ศิริรณภา ชื่นทอง (2560) การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์เรื่องปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้ 2.1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2.2) ศึกษาการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2.3) ศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่องปฏิกริยาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนประสาทวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33 จำนวน 21 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 5 ชุด 2) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน รวมเวลาเรียน 15 ชั่วโมง 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปฏิกริยาเคมี แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 4) แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ แบบอัตนัยจำนวน 8 ข้อ 5) แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1.) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.67/80.63 และ 2.) ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ผลดังนี้ 2.1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ร้อยละ 80.63 และ 83.53 ตามลำดับ และ 2.2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยสรุป การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพที่

เหมาะสม ช่วยเสริมสร้างและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน และมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดี

ณัฐพงศ์ มณีโรจน์ (2560) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดเชื่อมโยงในการเรียนวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเข้าไปในแต่ละชั้นการสอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องระบบย่อยอาหาร ทั้งหมด 8 แผน 12 ชั่วโมง กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบการคิดเชื่อมโยง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1. การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 8 แผน รวมเวลา 12 ชั่วโมง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การสร้างความเข้าใจ การขึ้นสำรวจและค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้ และการประเมินผล 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 93.32 ผู้เรียนมีการคิดเชื่อมโยงคิดเป็นร้อยละ 83.34

วิพรพรรณ ศรีสุธรรม (2562) การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และ 3) เพื่อศึกษาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/11 สายศิลป์-ภาษาจีนภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2561 โรงเรียนสตรีศึกษา จำนวน 42 คน โดยวิธีเลือกแบบเจาะจง(Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน จำนวน 8 แผน

12 ชั่วโมง 2) แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แบบอثنัย จำนวน 8 ข้อ และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อผลการวิจัย ปรากฏดังนี้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวน 8 แผนรวมเวลา 12 ชั่วโมง มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.6, S.D. = 0.48$) 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.58/81.50 และ 3) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสร้างสรรค์เป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน นักเรียนมีพัฒนาการด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ดีขึ้นทุกด้าน โดยด้านการเข้าใจความท้าทาย มีคะแนนเพิ่มขึ้นสูงที่สุด (ร้อยละ 84) และด้านการวางแผนปฏิบัติ มีคะแนนต่ำที่สุด (ร้อยละ 75)

พัชลิตา บุญไทย (2563) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพ 75/75 2) ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลกิจกรรมการเรียนรู้ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับ ผังกราฟิก กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 38 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเทศบาลศรีสวัสดิ์วิทยา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สังกัดกองการศึกษาเทศบาลเมืองมหาสารคาม ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับผังกราฟิก จำนวน 6 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 3) แบบสอบถามพอใจของนักเรียน จำนวน 15 ข้อสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (t-test One Sample) ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 79.51/80.18 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (75/75) 2) มีค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบ

เสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับผังกราฟิก มีค่าเท่ากับ 0.6367 คิดเป็นร้อยละ 63.67 3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.55)

งานวิจัยต่างประเทศ

Wood (2006 : 96-113) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาผลการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการให้นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเคมีแล้วให้นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหา แล้วหาแนวทางการแก้ไขจากการเรียนรู้แบบร่วมมือผลปรากฏว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้น

Cheng and others. (2007 : 569-591) ได้ศึกษาผลจากการใช้รูปแบบการสอนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ส่งผลต่อการคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยให้นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และผลจากการติดตามหลังจากการทดลองเวลา 6 เดือน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองยังมีความคิดสร้างสรรค์ที่สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

Meyrick (2011) ได้ศึกษาสะเต็มศึกษากับการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ ของสะเต็มที่มีในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มเพื่อทำการเปรียบเทียบกับโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม รวมไปถึงการศึกษาเกี่ยวกับบรรยากาศสิ่งแวดล้อม และปัจจัยอื่นๆที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยสะเต็ม พบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบหนึ่งพัฒนาทักษะกระบวนการคิดเชิงเหตุผล และการชักจูงให้นักเรียนต้องการเป็นนักวิทยาศาสตร์คือการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ที่มีการพัฒนากระบวนการคิดที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นการคิดแบบมีวิจารณญาณ การคิดเป็นเหตุเป็นผล รวมถึงศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และยังพบว่าประโยชน์ของการรวมเอาแนวคิดสะเต็มเข้ากับเนื้อหาในทุกระดับชั้นส่งผลให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ในการคิดแบบมีกระบวนการเป็นขั้นตอนเหมือนวิศวกร และสามารถนำหลักการทางวิศวกรรมมาออกแบบชิ้นงาน จากการมองปัญหา ระบุปัญหาด้วยมือตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจ เกิดองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นมาจากตนเองและเป็นการเน้นพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

Scott (2012 : 30-39) ได้ศึกษาบทบาทของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในโรงเรียนมัธยม 10 แห่งทั่วสหรัฐอเมริกาในการพยายามเพื่อเตรียมความพร้อมนักเรียนสำหรับเข้าทำงาน โดยในหลาย ๆ โรงเรียนได้มีการนำเอาสะเต็มศึกษาไปใช้ แต่อีกหลายๆ แห่งยังอยู่ในขั้นดำเนินการวางแผนจากการศึกษา พบว่านักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียนสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าเด็กนักเรียนระดับเดียวกันที่ไม่ได้เข้าร่วมห้องเรียนสะเต็มศึกษา

Ceylan and Ozdilek (2015 : 223-228) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยได้นำแนวคิดสะเต็มศึกษารวมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ในการศึกษาครั้งนี้เขาได้เลือกนักเรียนเกรด 8 จำนวน 12 คน โดยได้ทำการทดสอบก่อนเรียน จากนั้นทำการสอนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษารวมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน หลังจากนั้นนำแบบทดสอบหลังเรียนมาทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง สืบเสาะหาความรู้ ลองผิดลองถูก จนตกผลึกเป็นความรู้ของนักเรียนเอง นอกจากนี้นักเรียนยังมีความกระตือรือร้น อยากเข้ามามีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ส่งผลให้ระดับผลการเรียนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น ผสมผสานกับความรู้ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม นำมาใช้ประโยชน์ พัฒนาความรู้ความสามารถเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ เกิดกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ การคิดค้น ประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพต่าง ๆ และสามารถพัฒนาความรู้ความสามารถต่อยอดให้ผู้เรียนได้นำความรู้ความสามารถเพื่อสร้างประโยชน์ต่อชุมชน สังคม และประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พูน ปรณ ทิโต ชีเว

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัย โดยมี ขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา
4. วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. เก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่
 - 1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 76 คน จาก 3 ห้องเรียน
 - 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 22 คน จำนวน 1 ห้อง ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือสำหรับการจัดเก็บข้อมูล โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งาน และพลังงาน ของนักเรียน มีดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 แผน 11 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
จำนวน 30 ข้อ

2.2 แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบบอัตนัย 2 สถานการณ์ สถานการณ์
ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 8 ข้อ

วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะ เต็มศึกษา

1.1 ศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
ศึกษาระเบียบการเรียนรู้อัตนัย และ มาตรฐาน/ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา
ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 ศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์
(เพิ่มเติม 2) ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ
เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 5

ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่าง สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ
เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. แรงและ งาน	1. แรงและ งาน 2. งาน เนื่องจาก แรงคงตัว 3. งาน เนื่องจาก แรงไม่คงตัว	เมื่อมีแรงคงตัว \vec{F} กระทำ ต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนวตรงได้ การกระจัด Δx ถ้าแรงและการ กระจัดมีทิศทางเดียวกัน จะทำ ให้เกิดงาน (work) ของแรง \vec{F} มีค่า $W = F\Delta x$ แต่ถ้าแรงที่ ทำมุม θ กับการกระจัดจะทำให้ เกิดงานของแรง \vec{F} มีค่า $W =$	1. นักเรียนสามารถ อธิบายความหมาย ของงานในวิชาฟิสิกส์ และงานที่มีค่าของ งานเป็นบวก ศูนย์ หรือลบได้ 2. นักเรียนสามารถ วิเคราะห์และ	2

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		$F\Delta x \cos\theta$ ซึ่งอาจมีค่าของงานเป็นบวก ศูนย์ หรือ ลบ ขึ้นอยู่ θ งานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน เมตร (N·m) หรือ จูล (J) อาจหาค่าของงานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง ทั้งในกรณีแรงคงตัวและแรงไม่คงตัว	คำนวณงานของแรงคงตัวและงานของแรงไม่คงตัวจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่งได้ 3. นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีการทำงานอย่างเป็นระบบ และสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้	
2. กำลัง	กำลัง	กำลัง (power) หาจากงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยทั่วไป หมายถึง กำลังเฉลี่ย หาได้จากสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$ กำลังเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นจูลต่อวินาที (J/s) หรือ วัตต์ (W)	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของกำลัง และกำลังเฉลี่ยได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหากำลังเฉลี่ยได้ 3. นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีการทำงานอย่างเป็นระบบ และสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้	1
3. พลังงาน จลน์	1. พลังงาน 2. พลังงาน จลน์	พลังงาน (energy) เป็นความสามารถในการทำงานในด้านกลศาสตร์ ผลรวมของพลังงานจลน์กับพลังงานศักย์ เรียกว่า พลังงานกล	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของพลังงานจลน์ได้ 2. นักเรียนสามารถทดลองเพื่ออธิบาย	2

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>(mechanical energy) พลังงานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น จูล (J)</p> <p>พลังงานจลน์ (kinetic energy) เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ พลังงานจลน์มีความสัมพันธ์กับพลังงานของแรงลัพธ์ โดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป ตามทฤษฎีบททางาน-พลังงานจลน์ (work-kinetic energy theorem) เขียนแทนได้ด้วยสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$</p>	<p>ความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์กับพลังงานจลน์ และสามารถคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของพลังงานจลน์ของวัตถุในการเคลื่อนที่ได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างชิ้นงานในกิจกรรมการเรียนรู้ได้</p> <p>4. นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีการทำงานอย่างเป็นระบบ และสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้</p>	
4. พลังงานศักย์	<p>1. พลังงานศักย์โน้มถ่วง</p> <p>2. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น</p>	<p>พลังงานศักย์ เป็นพลังงานของวัตถุที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่างของวัตถุ เช่น พลังงานศักย์โน้มถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E_{p_x} = \frac{1}{2}kx^2$</p>	<p>1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของพลังงานศักย์และพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถคำนวณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง</p>	1

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			และความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น ได้ 3. นักเรียนมีความ สนใจใฝ่เรียนรู้ มีการ ทำงานอย่างเป็น ระบบ และสามารถ ทำงานเป็นกลุ่มได้	
5. การ อนุรักษ์ พลังงานกล	1. งาน เนื่องจาก แรงอนุรักษ์ 2.กฎการ อนุรักษ์ พลังงานกล	แรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำ ให้เกิดงานที่มีค่าไม่ขึ้นกับ เส้นทางการเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงอนุรักษ์ (conservative force) โดยงานของแรงอนุรักษ์ มีความสัมพันธ์กับพลังงานศักย์ ตามสมการ $W = -(E_{pf} - E_{pi})$ ถ้างานที่เกิดขึ้นต่อวัตถุมี เฉพาะงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์ เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะ คงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการ อนุรักษ์พลังงานกล (law of conservative of mechanical energy) ทั้งนี้ พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็น พลังงานจลน์ หรือ พลังงานจลน์ อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์ก็ได้ กฎการอนุรักษ์พลังงานกล สามารถนำมาใช้ในการอธิบาย	1. นักเรียนสามารถ อธิบายความหมาย ของการแรงอนุรักษ์ และกฎการอนุรักษ์ พลังงานกลได้ 2. นักเรียนสามารถ คำนวณและ ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องแรงอนุรักษ์และ กฎการอนุรักษ์ พลังงานกลในการ แก้ปัญหา 3. นักเรียนมีความ สนใจใฝ่เรียนรู้ มีการ ทำงานอย่างเป็น ระบบ และสามารถ ทำงานเป็นกลุ่มได้	2

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		พยากรณ์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่นการเคลื่อนที่ของวัตถุติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วง เป็นต้น		
6. เครื่องกล	1. เครื่องกล 2. ประสิทธิภาพของ ภาพของ เครื่องกล	<p>เครื่องกล (Mechanism)</p> <p>เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้การทำงานสะดวกขึ้นหรือง่ายขึ้น หรือใช้แรงที่น้อยลง หรือช่วยในการผ่อนแรง เครื่องกลที่จัดเป็นเครื่องกลอย่างง่าย (simple machines) มี 6 ชนิด ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ล้อกับเพลาลิม และสกรู การทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการของงานและสมดุลกล</p> <p>ประสิทธิภาพของเครื่องกลและเครื่องใช้ไฟฟ้า จากการศึกษาเรื่องกฎการอนุรักษ์พลังงานทราบว่า พลังงานไม่มีการสูญหายแต่เปลี่ยนเป็นพลังงานอื่นได้ การทำงานของเครื่องกลก็เช่นกัน พลังงานที่เราให้กับเครื่องกลอาจจะสูญหายในพลังงานรูปอื่น ๆ เราจึงมักบอกความสามารถในการทำงานเป็น</p>	1. นักเรียนอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายได้ 2. นักเรียนคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องกลอย่างง่าย 3. นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีการทำงานอย่างเป็นระบบ และสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้	1

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		ประสิทธิภาพ เครื่องกลที่ ประสิทธิภาพสูงย่อมดีกว่า เครื่องกลที่ประสิทธิภาพต่ำ		
7. หลักการ ของงานและ สมดุลกับ เครื่องกล	1. หลักการ ของงานกับ เครื่องกล อย่างง่าย 2. หลักการ ของสมดุล กับเครื่องกล อย่างง่าย	เครื่องกลอย่างง่าย ในทาง ฟิสิกส์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แรงเพียง อย่างเดียวในการทำงาน เมื่อแรง หนึ่งมากระทำกับวัตถุทำให้เกิด การเคลื่อนย้ายที่ของวัตถุ โดย แรงที่กระทำผ่านทางระบบจะใช้ แรงน้อยกว่าแรงที่กระทำ โดยตรง โดยอัตราส่วนระหว่าง แรงทั้งสองนี้ถือว่าเป็นข้อ ได้เปรียบเชิงกล การได้เปรียบเชิงกล (MA) คือ ปริมาณที่ได้จากการ เปรียบเทียบระหว่างแรง ต้านทาน (W) กับ แรงพยายาม (P) แรงต้านทาน เป็นแรงที่ กระทำบนวัตถุ เพื่อให้วัตถุ เกิดการเปลี่ยนแปลง แรงต้านทาน เป็นแรงที่ ต่อต้านการกระทำของแรง ภายนอก M.A (ปฏิบัติ) = แรงต้านทาน (W) / แรงพยายาม (P)	1. นักเรียนอธิบาย การทำงานของ เครื่องกลอย่างง่าย โดยใช้ความรู้เรื่อง งานและสมดุลกลได้ 2. นักเรียนสามารถ ใช้ทักษะการ แก้ปัญหา และการ แก้โจทย์และการ คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ประสิทธิภาพและ การได้เปรียบเชิงกล ของเครื่องกลอย่าง ง่ายได้ 3. นักเรียนสามารถ ออกแบบและสร้าง ชิ้นงานในกิจกรรม การเรียนรู้ได้ 4. นักเรียนมีความ สนใจใฝ่เรียนรู้ มีการ ทำงานอย่างเป็น ระบบ และสามารถ ทำงานเป็นกลุ่มได้	2
รวม				11

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทาง จำนวนละ 7 แผน รวมเป็นเวลา 11 ชั่วโมง โดยให้สอดคล้องระหว่าง ตัวชี้วัด จุดประสงค์ และเนื้อหาที่ระยะเวลาที่กำหนด

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล และนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยปรับตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและโดยปรับพร้อมแล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย 5 ท่านดังนี้

1.6.1 ผศ.ดร.สมทรง สิทธิ ตำแหน่ง ผู้ทรงคุณวุฒิ อ.ม.ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการสอนและหลักสูตร

1.6.2 ผศ.ดร.วิทยา วรพันธุ์ ตำแหน่ง ผู้ช่วยคณบดี, ประธานหลักสูตร การศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ภาคหลักสูตร และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนฟิสิกส์

1.6.3 ผศ.ดร.ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ ตำแหน่ง อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

1.6.4 อาจารย์บรรจบ สายสมบัติ วุฒิการศึกษา ศษ.บ.สาขาฟิสิกส์-ชีวະครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้และเนื้อหาฟิสิกส์ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

1.6.5 อ.ดร.กมลรัตน์ ฉิมพาลี วุฒิการศึกษา กศ.ด.หลักสูตรและการสอน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนถนนหักพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้และเนื้อหาวิทยาศาสตร์

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วโดยปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด ไปหาค่าเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็น จากแบบวัดที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของ

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้โดยใช้เกณฑ์แปลความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 102-103))

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

กำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งผลการประเมินปรากฏว่า แผนการจัดการจัดการเรียนรู้อัตนวิธานแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 30 คน เพื่อดูความเหมาะสมของเนื้อหา เวลา และกิจกรรม

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลองใช้ ปรับปรุงแก้ไข ให้สมบูรณ์ จัดพิมพ์เป็นเครื่องมือในการวิจัย เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริง 30 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ จากหนังสือการประเมินการเรียนรู้ (ชวลิต ชูกำแพง. 2551 : 91-100)

2.2 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งาน และพลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง งาน และพลังงานเพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหา สารการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ดังตาราง 6

ตาราง 6 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา สารการเรียนรู้ และ จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

เนื้อหา	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
			ทั้งหมด	ต้องการ
1. แรงแและงาน	1. แรงแและงาน	1. นักเรียนสามารถอธิบาย	5	3
	2. งานเนื่องจากแรงแคงตัว 3. งานเนื่องจากแรงแไม่คงตัว	ความหมายของงานในวิชาฟิสิกส์ และงานที่มีค่าของงานเป็นบวก ศูนย์หรือลบได้ 2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์และ คำนวณงานของแรงแคงตัวและงานของแรงแไม่คงตัวจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงแกับตำแหน่งได้	4	2
2. กำล้ง	กำล้ง	1. นักเรียนสามารถอธิบาย	3	1
		ความหมายของกำล้ง และกำล้งเฉลี่ยได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาคำล้งเฉลี่ยได้	3	2
3. พล้งงานจลน์	1. พล้งงาน 2. พล้งงานจลน์	1. นักเรียนสามารถอธิบาย	4	3
		ความหมายของพล้งงานจลน์ได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าความ สัมพันธ์ของพล้งงานจลน์ของวัตถุในการเคลื่อนที่ได้	4	2
4. พล้งงานศ้กย์	1. พล้งงานศ้กย์โน้มถ่วง	1. นักเรียนสามารถอธิบาย	4	2
	2. พล้งงานศ้กย์ยัดหุ่่น	ความหมายของพล้งงานศ้กย์และ พล้งงานศ้กย์ยัดหุ่่นได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พล้งงานศ้กย์โน้มถ่วงและ	3	2

ตาราง 6 (ต่อ)

เนื้อหา	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
			ทั้งหมด	ต้องการ
		ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้ 3. นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีการทำงานอย่างเป็นระบบ และสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้		
5. การอนุรักษ์พลังงานกล	1. งานเนื่องจากแรงอนุรักษ์	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการแรงอนุรักษ์และกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้	3	2
	2. กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	2. นักเรียนสามารถคำนวณและประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องแรงอนุรักษ์และกฎการอนุรักษ์พลังงานกลในการแก้ปัญหา	5	3
6. เครื่องกล	1. เครื่องกล	1. นักเรียนอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายได้	3	2
	2. ประสิทธิภาพของเครื่องกล	2. นักเรียนคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องกลอย่างง่าย	3	2
7. หลักการของงานและสมดุลงกับเครื่องกล	1. หลักการของงานกับเครื่องกลอย่างง่าย	1. นักเรียนอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายโดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลงได้	3	2
	2. หลักการของสมดุลงกับเครื่องกลอย่างง่าย	2. นักเรียนสามารถใช้ทักษะการแก้ปัญหา และการแก้โจทย์และการคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายได้	3	2
รวม			50	30

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมเนื้อหา และ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ และนำแบบทดสอบเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบ ความถูกต้อง ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมด้านเนื้อหา ด้านภาษา และโดยปรับตาม ข้อเสนอแนะได้แก่ ความชัดเจนของข้อคำถามและคำถามที่เป็นตัวเลือก ความสอดคล้อง และความ ครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมทั้งความซ้ำซ้อนของประเด็นตัวเลือกที่เป็นคำตอบ

2.5 สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้

2.6 นำแบบทดสอบพร้อมแบบประเมิน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อพิจารณา ความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

2.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 92) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิง เนื้อหาที่ใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ได้ค่า IOC ตั้งแต่ .60 - 1.00

2.8 นำข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญจัดพิมพ์แบบทดสอบ และนำไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ที่ไม่ใช่กลุ่ม ตัวอย่าง ซึ่งผ่านการเรียนเนื้อหาที่ต้องการทดสอบแล้ว

2.9 นำคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยใช้ zero-onemethod คือ ข้อที่ ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน

2.10 หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบอิงเกณฑ์ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2.11 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบ มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบ ทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้วิธีการ ของ Brennan โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00 และหาค่าความยากง่าย ที่มีค่าตั้งแต่ 0.2-0.8 แล้วนำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับตามวิธีการของ Lovett (ชวลิต ชุกก่าแพง. 2553 : 126) ได้ค่า ความเชื่อมั่น 1.00 ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 - 0.39 ค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.46-0.79 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

2.12 นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่ม ตัวอย่าง

3. แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการกำหนดสถานการณ์ และมีคำถามตามขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แบบอัตรันัย 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 12 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3.2 จัดทำตารางวิเคราะห์องค์ประกอบของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจำนวนข้อสอบ ดังตาราง 7

ตาราง 7 วิเคราะห์องค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจำนวนข้อสอบ

สถานการณ์	องค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	จำนวนข้อสอบ	
		ทั้งหมด	ต้องการ
1 2 และ 3	1. เข้าใจความท้าทาย ระบุสถานการณ์ที่เป็นปัญหา/เข้าใจปัญหา	3	2
	2. การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา เสนอวิธีการแก้ปัญหา/การคิดหาทางเลือกที่หลากหลาย	3	2
	3. การเตรียมการแก้ปัญหา วิธีการ/แนวทางในการแก้ปัญหา	3	2
	4. การวางแผนปฏิบัติ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา	3	2
	รวม	12	8

3.3 ดำเนินการสร้างแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้มีสอดคล้องกับนิยามศัพท์ ประกอบด้วย สถานการณ์ จำนวน 3 สถานการณ์ ต้องการใช้จริง สถานการณ์ จำนวน 2 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์ จะตั้งข้อความ 4 ข้อ แบบอัตรันัย และสร้างเกณฑ์การประเมิน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา แล้วทำการปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Treffinger ตามนิยามศัพท์

3.3.1) การเข้าใจความท้าทาย

3.3.2) การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา

3.3.3) การเตรียมการแก้ปัญหา

3.3.4) การวางแผนการปฏิบัติ

ตาราง 8 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของ Treffinger, Isaken and Dorval

องค์ประกอบ	นิยาม
การเข้าใจความท้าทาย	ขั้นตอนที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ สามารถระบุสาเหตุของปัญหา แล้วกำหนดขอบเขตของปัญหา ได้ชัดเจน
การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา	ขั้นตอนที่นักเรียนสร้างทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หลากหลาย เหมาะสม เพื่อใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น
การเตรียมการแก้ปัญหา	ขั้นตอนที่นักเรียนนำทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ มาเตรียมวางแผน รวบรวมข้อมูลออกแบบ และเตรียมการแก้ปัญหา
การวางแผนการปฏิบัติ	ขั้นตอนที่นักเรียนคิดออกแบบวางแผน เพื่อสร้างโมเดล คำอธิบายของสถานการณ์ปัญหา ระดมสมองเพื่อออกแบบวางแผนการทำงาน เพื่อใช้ในการตอบหรือแก้ไขสถานการณ์ปัญหา จนไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติที่ประสบผลความสำเร็จ โดยการประดิษฐ์ชิ้นงานจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นักเรียนสามารถนำความรู้ทั้งสี่ด้านมาสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้าง และสรุปผลการทำงานของชิ้นงาน

โดยกำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนรายชื่อในลักษณะ Rubric Scoring 4 ระดับ ดังตาราง 9

ตาราง 9 เกณฑ์ประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Rubrics)

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. เข้าใจความท้าทาย	นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง 3 ประเด็นหรือมากกว่า	นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง 2 ประเด็น	นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง 1 ประเด็น	นักเรียนบอกปัญหาได้แต่ไม่ตรงประเด็น
2. การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา	นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ 3 วิธีขึ้นไป มีแนวคิดที่จะใช้วัตถุหรือทรัพยากรมาทดแทน และมีความเหมาะสมได้คุณภาพ	นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ 2 วิธี มีแนวคิดที่จะใช้วัตถุหรือทรัพยากรมาทดแทน แต่ยังไม่มีความเหมาะสมและยังไม่ได้คุณภาพ	นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ 1 วิธี ไม่มีแนวคิดที่จะใช้วัตถุหรือทรัพยากรมาทดแทน	นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่ตรงประเด็นไม่มีแนวคิดที่จะใช้วัตถุหรือทรัพยากรมาทดแทน
3. การเตรียมการแก้ปัญหา	นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหา หรือการรวมวิธีการที่หลากหลายผสานกับวัตถุอื่นได้อย่างเป็นระบบ และให้เหตุผลประกอบได้	นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหา หรือการรวมวิธีการที่หลากหลายแต่ยังไม่ผสานกับวัตถุอื่นได้อย่างเป็นระบบ และให้เหตุผลประกอบได้บ้าง	นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหา หรือการรวมวิธีการที่หลากหลายแต่ยังไม่ผสานกับวัตถุอื่นได้อย่างเป็นระบบ และไม่ตรงประเด็นปัญหาและไม่สามารถให้เหตุผลประกอบได้	นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ตรงกับประเด็นปัญหา
4. การวางแผนการปฏิบัติ	นักเรียนอธิบาย/เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ตรงประเด็น มีการปรับเปลี่ยน ดัดแปลง หรือแนวคิดที่สามารถแก้ไขบางส่วนเล็ก ๆ น้อย ๆ จากเดิมเพื่อทำให้ชิ้นงานดีขึ้น และสามารถนำไปใช้ได้จริง	นักเรียนอธิบาย/เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ตรงประเด็น มีการปรับปรุง ดัดแปลง หรือแนวคิดที่สามารถแก้ไขบางส่วนเล็ก ๆ น้อย ๆ จากเดิมเพื่อทำให้ชิ้นงานดีขึ้น แต่ไม่สามารถนำไปใช้ได้จริง	นักเรียนอธิบาย/เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ไม่ค่อยตรงประเด็น ไม่มีการปรับปรุง ดัดแปลง หรือแนวคิดที่สามารถแก้ไขบางส่วนเล็ก ๆ น้อย ๆ จากเดิมเพื่อทำให้ชิ้นงานดีขึ้น ไม่สามารถนำไปใช้ได้จริง	นักเรียนอธิบาย/เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไม่ตรงประเด็น ไม่มีการปรับปรุง ดัดแปลง หรือแนวคิดที่สามารถแก้ไขปัญหาได้

ระดับเกณฑ์การประเมินของแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.00-3.50 คะแนน หมายถึง การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.00-2.49 คะแนน หมายถึง การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-1.59 คะแนน หมายถึง การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับต่ำ

3.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม แล้วทำการปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับนิยามศัพท์เฉพาะ

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับนิยามศัพท์เฉพาะ

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงกับนิยามศัพท์เฉพาะ

3.5 นำผลการประเมินโดยปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.50 ถึง 1.00 ถือว่า สถานการณ์นั้นเป็นตัวแทนของความสามารถในการแก้ปัญหาที่จะทดสอบได้ พบว่ามีค่า IOC 0.8– 1.00

3.6 นำข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญจัดพิมพ์แบบทดสอบ และนำไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร จำนวน 24 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุง เนื้อหา ภาษา ข้อคำถาม และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

3.7 หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบอิงเกณฑ์ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.8 วิเคราะห์หาอำนาจจำแนกจากสูตร Whitney and Saber (ไพศาล วรคำ, 2559 : 308) และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.51-0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.69-0.80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบเพื่อไปใช้ทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

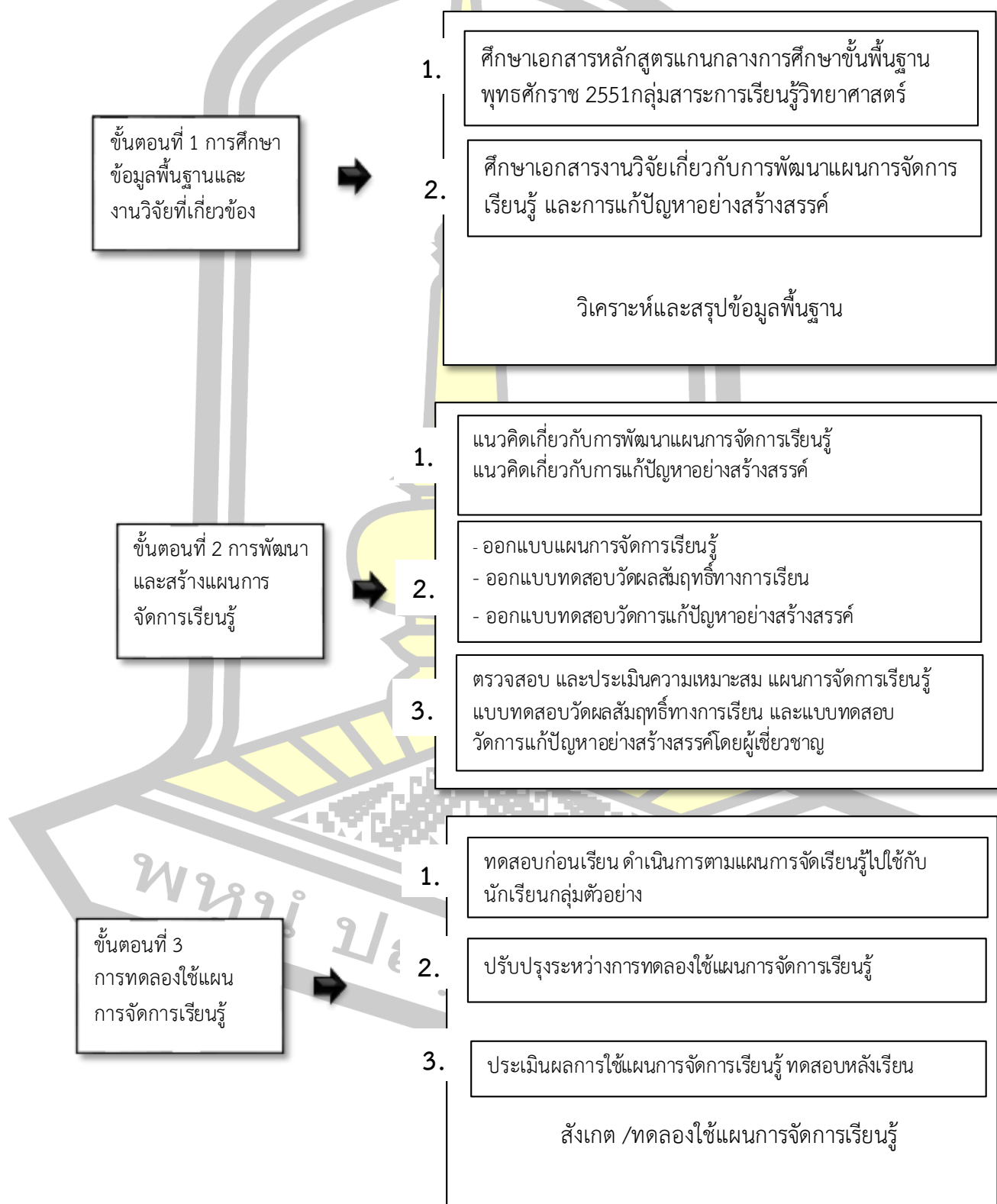
การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวตามรูปแบบ The One Group Pretest Posttest Design

1. ชี้แจงและทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนเพื่อเป็นการปรับพื้นฐานเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการที่จะรับความรู้ใหม่จากบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจ และความคุ้นเคยในการสอน ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียน

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างตามบทเรียน และแผนการจัดการเรียนรู้ฯ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนทุกแผนการจัดการเรียนรู้ฯ แล้ว ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียน

4. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสรุปผลการทดลอง ตามความมุ่งหมายการวิจัยต่อไป



ภาพประกอบ 7 วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตาราง 10 ระยะเวลาในการทดลองของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนของกลุ่มตัวอย่าง

วัน เดือน ปี	แผนที่	เวลา	จำนวนชั่วโมง/คาบ
10 กุมภาพันธ์ 2564	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	09.10-10.50	2
12 กุมภาพันธ์ 2564	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	10.50.11.40	1
17 กุมภาพันธ์ 2564	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	09.10-10.50	2
19 กุมภาพันธ์ 2564	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	10.50.11.40	1
24 กุมภาพันธ์ 2564	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	09.10-10.50	2
26 กุมภาพันธ์ 2564	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	10.50.11.40	1
3 มีนาคม 2564	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	09.10-10.50	2

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบ The one group pretest posttest design วิธีการทดลอง : $E O_1 X O_2$ การดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทั้ง 7 แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทั้ง 7 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติร้อยละ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test dependent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองตามความมุ่งหมายของการวิจัย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage) มีสูตร ดังนี้ (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. 2554 : 109)

$$p = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ p แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) มีสูตรดังนี้ (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. 2554 : 109)

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

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้ (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. 2554 : 112-113)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

Σ แทน ผลรวม

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้สูตร IOC (Index of Item Objective Congruence) หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ (สมนึก ภัททิยธนี, 2554 : 167) จากสูตร

$$IOC = \frac{\Sigma R}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของ Brennan ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549 : 214)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U แทน จำนวนคนสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูกในข้อนั้น

L แทน จำนวนคนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูกในข้อนั้น

N_1 แทน จำนวนคนผ่านเกณฑ์

N_2 แทน จำนวนคนไม่ผ่านเกณฑ์

2.3 ค่าความยากของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ (สมนึก ภัททิยธนี, 2561 : 107) ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูกของข้อสอบนั้น

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2.4 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของ Lovett ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 96)

$$r_{cc} = 1 - \frac{n \sum X_i - \sum X_i^2}{(n-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน ค่าความเชื่อมั่น
	n	แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	X_i	แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	C	แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ
	Σ	แทน ผลรวม

3. แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของเทรพฟิงเกอร์ (Index of Congruence : IOC) ใช้สูตรในการคำนวณIOC และหาดัชนีความสอดคล้องโดยใช้สูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2554 : 167) ดังนี้

$$IOC = \frac{\Sigma R}{n}$$

เมื่อ	IOC	แทน ดัชนีความสอดคล้อง
	ΣR	แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	n	แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

พหุ ประถมศึกษา

3.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีของ Whitney and Saber (อ้างอิง จาก โกวิท ประมวลพฤกษ์ , 2527 : 276) ดังนี้

$$D = \frac{(S_H - S_L)}{N_H(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบ (Index of Discrimination)
	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ
	N_H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น ๆ)
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

3.3 ค่าความยากของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของ Whitney and Saber (อ้างอิงจาก โกวิท ประมวลพฤกษ์ , 2527 : 276) ดังนี้

$$P_D = \frac{(S_H + S_L) - (N_T)(X_{\min})}{(N_T)(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_D	แทน	ดัชนีความยาก (Index of Difficulty)
	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ
	N_T	แทน	เป็นจำนวนนักเรียนทั้งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น ๆ)
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

พหุ ประถมศึกษา

3.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้วิธีการหาด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 104) ดังนี้

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

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha)

n แทน จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

$\sum S_i^2$ แทน ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

4. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา โดยใช้สูตรของสถิติ t-test dependent ดังนี้ (ชวลิต ชูกำแหง, 2553 : 135)

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

เมื่อ $df = n - 1$

D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

พูน ปณ ทิโต ชีเว

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย คือ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนและขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
- \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
- S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
- Sig หรือ p-value แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
- * แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งาน และพลังงาน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งาน และพลังงาน

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	t	wilcoxon signed rank test	p-value
ก่อนเรียน	22	30	16.95	2.73	56.50	22.97*	193	0.00
หลังเรียน	22	30	22.27	2.59	74.23			

*p < .05

จากตาราง 1 การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 16.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.73 คิดเป็นร้อยละ 56.50 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 22.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.59 คิดเป็นร้อยละ 74.23 เมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่าหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 22.97$; $p < .05$)

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	t	wilcoxon signed rank test	p-value
ก่อนเรียน	22	32	19.41	2.58	60.66	11.24*	217	0.00
หลังเรียน	22	32	25.18	3.14	78.69			

*p < .05

จากตาราง 2 การวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 19.41 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.58 คิดเป็นร้อยละ 60.66 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 25.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.14 คิดเป็นร้อยละ 78.69 เมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่าหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 11.24$; $p < .05$)

ตาราง 13 การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็ม จำแนกรายด้าน

สถานการณ์	การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน				หลังเรียน			
			\bar{X}	S.D.	ระดับ	ลำดับ ที่	\bar{X}	S.D.	ระดับ	ลำดับ ที่
1. รถยนต์ที่มี ความปลอดภัย ที่สุดในโลก	เข้าใจความท้อ ทาย	4	3.09	0.53	สูง	1	3.41	0.50	สูง	1
	การหาทางเลือก ในการแก้ปัญหา	4	2.77	0.61	ปานกลาง	2	3.36	0.49	สูง	2
	การเตรียมการ แก้ปัญหา	4	2.00	0.44	ปานกลาง	3	3.00	0.53	สูง	3
	การวางแผนการ ปฏิบัติ	4	1.86	0.56	ต่ำ	4	2.82	0.50	ปานกลาง	4
2. โจรขโมยรูปปั้น	เข้าใจความท้อ ทาย	4	3.27	0.55	สูง	1	3.50	0.60	สูง	1
	การหาทางเลือก ในการแก้ปัญหา	4	2.68	0.48	ปานกลาง	2	3.36	0.49	สูง	2
	การเตรียมการ แก้ปัญหา	4	1.95	0.58	ต่ำ	3	2.86	0.47	ปานกลาง	3
	การวางแผนการ ปฏิบัติ	4	1.77	0.61	ต่ำ	4	2.86	0.47	ปานกลาง	3
เฉลี่ยรวมแต่ละด้าน		4	2.42	0.55	ปานกลาง	-	3.15	0.51	สูง	-

จากตาราง 13 พบว่า คะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 22 คน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 3.15$, S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านโดยการเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยทั้งสองสถานการณ์ ได้ดังนี้ ด้านเข้าใจความท้อทาย ($\bar{X} = 3.41$, S.D. = 0.50) และ ($\bar{X} = 3.50$, S.D. = 0.60) ตามลำดับ การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา ($\bar{X} = 3.36$, S.D. = 0.49) และ ($\bar{X} = 3.36$, S.D. = 0.49) ตามลำดับ การเตรียมการแก้ปัญหา ($\bar{X} = 3.00$, S.D. = 0.53) และ ($\bar{X} = 2.86$, S.D. = 0.47) ตามลำดับ และ การวางแผนการปฏิบัติ ($\bar{X} = 2.82$, S.D. = 0.50) และ ($\bar{X} = 2.86$, S.D. = 0.47) ตามลำดับ ซึ่งหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรายด้านสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้าน ทั้งนี้ในด้านเข้าใจความท้อทายเป็นด้านที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการวิจัยและผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งาน และพลังงาน
2. เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งาน และพลังงาน

สรุปผล

1. นักเรียนที่ได้เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 22 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 22.27 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.23 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2.59 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 22 คน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ค่าเฉลี่ย 25.18 จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.69 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาข้อสอบเป็นรายข้อผลปรากฏว่า นักเรียนทำคะแนนในด้านเข้าใจความท้าทายเป็นด้านที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด

อภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด 22 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 16.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.73 คิดเป็นร้อยละ 56.50 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 22.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.59 คิดเป็นร้อยละ 74.23 เมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่าหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 22.97$; $p < .05$) โดยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับที่สูงขึ้น การวิจัยเป็นเช่นนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนานสามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) และเมื่อนำมาจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาแล้ว ส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาในด้านทักษะการคิด ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดออกแบบสิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรมใหม่ ๆ รวมถึงช่วยให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556 : 49-56) เป็นการส่งเสริมพัฒนาการและเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทาย และเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนรู้ (สิรินภา กิจเกื้อกุล, 2558 : 154-160) และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับ Ceylan and Ozdilek (2015 : 223-228) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยได้นำแนวคิดสะเต็มศึกษารวมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน โดยเลือกนักเรียนเกรด 8 จำนวน 12 คน ทำการทดสอบก่อนเรียน จากนั้นทำการสอนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน จากนั้นนำแบบทดสอบหลังเรียนมาทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี และคณะ (2558 : 401-418) ที่ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของวิชาเคมี โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน (100 คน) ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพญาคชภูมิมิวิทยาคาร จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีกระบวนการสอนที่คล้ายกันส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ นัสนรินทร์ ปือชา (2557) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับ ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ ซึ่งจากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดเชิงระบบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด 22 คน มีคะแนนการวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 19.41 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.58 คิดเป็นร้อยละ 60.66 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 25.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.14 คิดเป็นร้อยละ 78.69 เมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่าหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 11.24$; $p < .05$) โดยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์อยู่ในระดับที่สูงขึ้น การวิจัยเป็นเช่นนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้อย่างมีหลักการ ฝึกทักษะการคิด เปิดโอกาสให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการเรียน แสดงความคิดเห็น ฝึกการตั้งคำถาม การตอบคำถามจากสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับในชีวิตประจำวันโดยผ่านกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งรูปแบบการคิดแก้ปัญหายังสร้างสรรค์เป็นรูปแบบการคิดแก้ปัญหาที่เริ่มจากการรับรู้ถึงสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและนำเอาสภาพการนั้นมาสู่ระบบการคิดเพื่อแก้ปัญหา โดยการค้นหาคำตอบที่แปลกใหม่ (Crabbe. 1989 : 27-29) โดยผู้วิจัยได้นำกระบวนการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์

ของ Treffinger มาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ฯ โดยสร้างสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหาวิธีการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี เพื่อให้ได้ค้นพบวิธีที่ดีที่สุด ซึ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มี 4 ขั้นตอน สอดคล้องกับ (Dorval, Isaksen and Treffinger. 2000 : 436) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นรูปแบบการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่สร้างสรรค์และทำให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้โดยง่าย โดย Treffinger ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 4 ขั้นตอน คือ 1. การเข้าใจความท้าทาย (Understanding the Challenges) ศึกษาวัตถุประสงค์ของปัญหาและสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต กำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน รวมทั้งทำความเข้าใจความท้าทายปัญหาหรือสถานการณ์จากข้อมูลหรือปัญหาที่พบ 2. การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา (Generating Idea) ประกอบด้วยการสร้างทางเลือกที่น่าจะเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งลงข้อสรุป โดยการระดมสมอง เพื่อหาทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หลากหลาย เหมาะสม ที่ใช้หาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา 3. การเตรียมการแก้ปัญหา (Preparing for Action) คือ การนำทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในขั้นตอนที่ 2 มาเตรียมวางแผน รวบรวมข้อมูล ออกแบบ และเตรียมการแก้ไข และ 4. การวางแผนการปฏิบัติ (Planning the Approach) คือ การคิดออกแบบวางแผน เพื่อ สร้างมโนมติ คำอธิบายของสถานการณ์ปัญหา ระดมสมองเพื่อออกแบบวางแผนการทำงาน เพื่อใช้ในการตอบหรือแก้ไขสถานการณ์ปัญหา จนไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติที่ประสบผลความสำเร็จ ซึ่งในขั้นตอนนี้ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้อง Wood (2006 : 96-113) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาผลการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการให้นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเคมีแล้วให้นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหา แล้วหาแนวทางการแก้ไขจากการเรียนรู้แบบร่วมมือผลปรากฏว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cheng and others. (2007 : 569-591) ได้ศึกษาผลจากการใช้รูปแบบการสอนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ส่งผลต่อการคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริินภา ชื่นทอง (2560) การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ร้อยละ 80.63 และ 83.53 ตามลำดับ สรุปว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพที่เหมาะสม ช่วยเสริมสร้างและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ อาทิตยา พิระกาลกุล (2556) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 23.30 (S.D. = 1.92) คิดเป็น ร้อยละ 77.67 และ นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีคะแนนความสามารถแก้ปัญหาทางการเรียนเฉลี่ย 22.23 (S.D.=1.37) คิดเป็นร้อยละ 77.42 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิพรพรรณ ศรีสุธรรม (2562) การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสร้างสรรค์เป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน นักเรียนมีพัฒนาการด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ดีขึ้นทุกด้าน โดยด้านการเข้าใจความท้าทาย มีคะแนนเพิ่มขึ้นสูงที่สุด (ร้อยละ 84) และด้านการวางแผนปฏิบัติ มีคะแนนต่ำที่สุด (ร้อยละ 75)

จากการวิจัยจะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และยังส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มดังกล่าวอีกด้วย ทั้งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนนั้นถือว่าอยู่ในระดับที่สูง จะเห็นได้ว่า การที่นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับสูงนั้นเป็นผลมาจากกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนมีความสนใจ และมีความตื่นตัวในการทำกิจกรรม นักเรียนมีอิสระในการค้นหาข้อมูล สามารถใช้เครื่องมือ แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ ในการหาข้อมูลทฤษฎี เพื่อนำมาออกแบบ และสร้างสรรค์ชิ้นงาน ยอมรับในการตัดสินใจของเพื่อนร่วมกลุ่ม และร่วมมือกันแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมายอย่างตั้งใจ มีการช่วยเหลือกันทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มในการสร้างชิ้นงาน เพื่อที่จะนำมาแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย มีความกล้าที่จะพูด อธิบาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม และสามารถนำเสนอผลงานอย่างมีเหตุผล ด้วยเหตุนี้ แผนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้นสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และยังส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ในการทำงานของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ช่วยกันตั้งปัญหาและคิดค้นหาคำตอบโดยการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

1.2 ควรมีการวางแผนในการใช้เวลาที่ใช้จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนการสอนเนื่องจากในการจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้จำเป็นที่จะต้องใช้เวลามากเพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูล ออกแบบ และสร้างชิ้นงานขึ้นมา และควรจัดหาอุปกรณ์ที่หลากหลายเพื่อเป็นตัวเลือกให้นักเรียนนั้นได้สร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างเต็มที่

1.3 ควรมีการศึกษาสภาพห้องเรียนที่จะใช้จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนการสอน จัดเตรียมพื้นที่ให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

1.4 ควรให้นักเรียนได้ ค้นคว้า คิดค้น ทดลอง ออกแบบสิ่งประดิษฐ์อย่างอิสระ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

2.1 ควรศึกษาตัวแปร ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.2 ควรทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์กับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ เช่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รวมถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และชั้นประถมศึกษา และกับนักเรียนที่มีลักษณะที่แตกต่างกันของแต่ละพื้นที่การศึกษา

พหุ ประถมศึกษา

บรรณานุกรม

- กมลวรรณ ก้นยาประสิทธิ์. (2558). ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา, 26(2), 1–9.
- กรมวิชาการ. (2540). แนวทางการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์. สิ่งแวดล้อมศึกษา-สสศท, 2(4), 117–127.
- กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน. (2550). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
- เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. (2545). การพัฒนาสื่อ / นวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์สภาพรบูรณ์.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). ทักษะการแก้ปัญหาเรื่องจำเป็นสำหรับเด็กไทย. Retrieved from <http://www.Kriengsak.com>
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). ศึกษาแห่งศตวรรษที่ 20 : แนวคิดปฏิรูปการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ: ชัดมีเดีย.
- โกวิท ประวาลพุกษ์. (2550). การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย. Retrieved from http://sakomsite.blogspot.com/2007/08/blog-post_11.html
- คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2541). แนวทางการประกันคุณภาพการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (Vol. 1). กรุงเทพฯ โรงพิมพ์คุรุสภา.
- จรัส อินทลาภาพร. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 8(1), 62–72.
- ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. (2539). การพัฒนาหลักสูตร: หลักการแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อัสสัมชัญ.
- ชลธิป สมานีโต. (2558). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัย. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 30(2), 102-110

- ชวลิต ชูกำแพง. (2551). การประเมินการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2 ed.). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2554). การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชุตินา วัฒนาศิริ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ฐิตินันท์ โจนะสิทธิ์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ณัฐพงศ์ มณีโรจน์. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาสารคาม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทิตินา แคมมณี. (2559ก). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 11 ed.). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตินา แคมมณี. (2560ข). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 21 ed.). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธวัช ชิตตระการ. (2556). การพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี นวัตกรรมผ่านโปรแกรม STEM.
- ธานี จันทร์นาง. (2556). “สะท้อนความคิดจากประสบการณ์การใช้กิจกรรม STEM Education ในห้องเรียน”. สมาคมครุวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19(3), 29-36
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2551). การวิจัยปฏิบัติการ. อุบลราชธานี: ยงสวัสดิ์อินเตอร์กรุ๊ป.
- นัสรินทร์ ปือชา. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นาริรัตน์ เรืองจันทร์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเผชิญสถานการณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- นิภา เมธาวีชัย. (2536). การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมวิชาการสถาบันราชภัฏธนบุรี.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9 ed.). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- เบญจวรรณ กี่สุขพันธ์ พันพัชร ปิ่นจินดา และอลงกรณ์ เกิดเนตร. (2560). การจัดการเรียนรู้และการจัดการชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- ประกาศิต อาณาภาพแสนยากร. (2556). การจัดการเรียนรู้. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2554). วิจัยการเรียนการสอน. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2557). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2537). ความคิดสร้างสรรค์ พรสวรรค์ที่พัฒนาได้. กรุงเทพฯ คณะครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2556). การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. วารสารวิชาการแพรวากาฬสินธุ์มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, 3(3), 129-141.
- พรทิพย์ ศิริภักทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 2(2), 49-56.
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี ประสาธ เนืองเฉลิม และ ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา กับแบบปกติ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 9, 401-418.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พัชรา พุ่มพชาติ. (2552). การจัดประสบการณ์การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: FTC (Thailand) การพิมพ์.
- พัชลิตา บุญไทย. (2563). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิชิต ฤทธิ์จรรยา. (2548). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3 ed.). กรุงเทพฯ: เฮาส์ออฟเคออร์มีสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2 ed.). กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ เพียวร์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2553). การสอนคิดด้วยโครงงาน : การสอนแบบบูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 3 ed.). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2558). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 2 ed.).

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลหาโทบุญย์. (2540ก). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2 ed.). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภพ เลหาโทบุญย์. (2542ข). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2553). การวิจัยการศึกษา. กทม. สิ้นธุ์:
 ประสานการพิมพ์.

ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ. รายงานการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 1. ร้อยเอ็ด: มหาวิทยาลัยราชภัฏ ร้อยเอ็ด.

ภิญญาพัชนี ปลากัดทอง. (2551). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการเผชิญอุปสรรค ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 2. ปริญญาานิพนธ์ปริญญาการศึกษาคุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร; บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มนตรี จุฬาววัฒนทล. (2556a). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ หรือ “สะเต็ม,” สหาคคมครุวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19(2), 3-14

มนตรี จุฬาววัฒนทล. (2556b). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(185), 14-25.

ยุดา รักษ์ไทย และ ธนิกันต์ มาชะศิริานนท์. (2542). เทคนิคการแก้ปัญหาและตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: เอ็กเปอร์เน็ท.

เยาวดี ราชชัยกุลวิบูลย์ศรี. (2548ก). การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (พิมพ์ครั้งที่ 4 ed.). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เยาวดี ราชชัยกุลวิบูลย์ศรี. (2553ข). การวัดผลและสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เยาวดี ราชชัยกุลวิบูลย์ศรี. (2554ค). การวัดและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (พิมพ์ครั้งที่ 10 ed.). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รักษพล ธนานูงศ์. (2556a). รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education. Retrieved from <http://www.slideshare.net/focusphysics/stemworkshopsummary>

รักษพล ธนานูงศ์. (2556b). “เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ,”วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 41(182), 15-20.

- รุจิร ภู่อาระ. (2546). การพัฒนาหลักสูตร: ตามแนวปฏิรูปการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2 ed.). กรุงเทพฯ: บัญชีพอายท์.
- โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร. (2563). รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการวัดและประเมินผลคะแนน *O-net*. มหาสารคาม.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิควิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (พิมพ์ครั้งที่ 3 ed.). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- วิพรพรรณ ศรีสุธรรม. (2562). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2545). การพัฒนาการเรียนการสอนภาควิชาหลักสูตรและการสอน. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วีณา ประชากุล และ ประสาท เนืองเฉลิม. (2559). รูปแบบการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 3 ed.). ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.
- วีณา ประชากุล และ ประสาท เนืองเฉลิม. (2561). การบูรณาการในนิยามเบื้องต้นของสะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 12(2), 313–317.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศิริรณ ชื่นทอง. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม.), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ศิริพรรณ คุณพระเนตร. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ละความสามารถด้านการวิเคราะห์ โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ. (2560). การจัดการเรียนรู้ สิ่งแวดล้อมและการจัดการชั้นเรียนในศตวรรษที่ 21. มหาสารคาม: ตึกศิลาการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาระบบการคิดระดับสูงวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546ก). กกสารประกอบหลักสูตรการเรียนรู้คู่มือประกอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: เอกกสารประกอบหลักสูตรการเรียนรู้ คู่มือประกอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546ข). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). การวัดประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้และตัวอย่างข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA). กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้งกรุ๊ป.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). การวัดผลประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). “สะเต็มศึกษา” [STEM Education]. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2544ก). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4 ed.). กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551ข). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 6 ed.). กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2554). แนวทางการพัฒนาทักษะชีวิตบูรณาการการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนการเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). การคิดและการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด : ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สำนักงานบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). การขับเคลื่อนการศึกษามัธยมศึกษาไทย 4.0 เพื่อการมีงานทำแห่งศตวรรษที่ 21. Retrieved from <https://secondary.obec.go.th/newweb/wpcontent/uploads/2017/12/367-aw-all-e-Book.pdf>

สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2561). กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) : ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. Retrieved from <http://www.scimath.org/e-books/8379/8379.pdf>

สำลี รักสุทธี. (2544). เทคนิควิธีการจัดการเรียนและเขียนแผนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ.

กรุงเทพฯ: : พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2): การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน STEM Education (Part II): How to Integrate STEM Education in Classroom Teaching. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 3, 154-160.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่ เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรินติ้ง.

สุพรรณิชา ชาญประเสริฐ. (2557). “สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21,”. วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(186), 3-5

สุรยศ ททรัพย์ประกอบ และคณะ. (2556). การพัฒนาครูสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (*Science, Technology, Engineering and Mathematics, (STEM)*). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรางค์ คุ้มตระกูล. (2550ก). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 6 ed.). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ คุ้มตระกูล. (2553ข). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ปัตตานี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556a). เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา. นิตยสาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.), 42(185), 35-37.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556b). “สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา,”. วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19(5), 15-18

อรนุช ศรีสะอาด. (2551). เอกสารประกอบการสอนวิชาการวัดผลการศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อรอุมา กาญจนี. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาโท; ปริญญาการศึกษา

มหาบัณฑิต), สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร.

อลงกต ใหมด้วง. (2556). “เหลียวสำรวจการดำเนินงานด้านสะเต็มศึกษา ณ สหราชอาณาจักร,”.

สมาคมครุวิทยาาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19(5), 19-23.

อาทิยา พีระกาลกุล. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญา ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต
) , สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2540). หลักการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2 ed.). กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏนครปฐม.

Albrecht. K. (1988). *Brian Bulding*. New Jarsey Prentice–Hall Inc.

Baroody, Arthur J. (1993). *Problem Solving Reasoning and Communication K-8 Helping
Children Think Mathematically*. New York Macmillan.

Bloom, Benjamin S. (1976). *Taxonomy of Educational Objective Handbook K : Cognitive
Domain*. New York David Mc kay Company

Breiner, J.M. and others. (2012). “What is STEM? A Discussion about Conceptions of
STEM in Education and Shelly Sheats Harkness Partnerships,”. *chool Science
and Mathematics*, 112(1), 3-11.

Budnitz, N. (2003). What do we mean by inquiry? Retrieved from
http://www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what_is_inquiry.htm

Bybee, R. (2006). Scientific inquiry and science teaching. *In Scientific Inquiry and Nature
of Science*, 1-14.

Bybee, R.W. (2010). Advancing STEM Education : A 220 Vision,”. *Technology and
Engineering Teacher*, 7(5), 3-35.

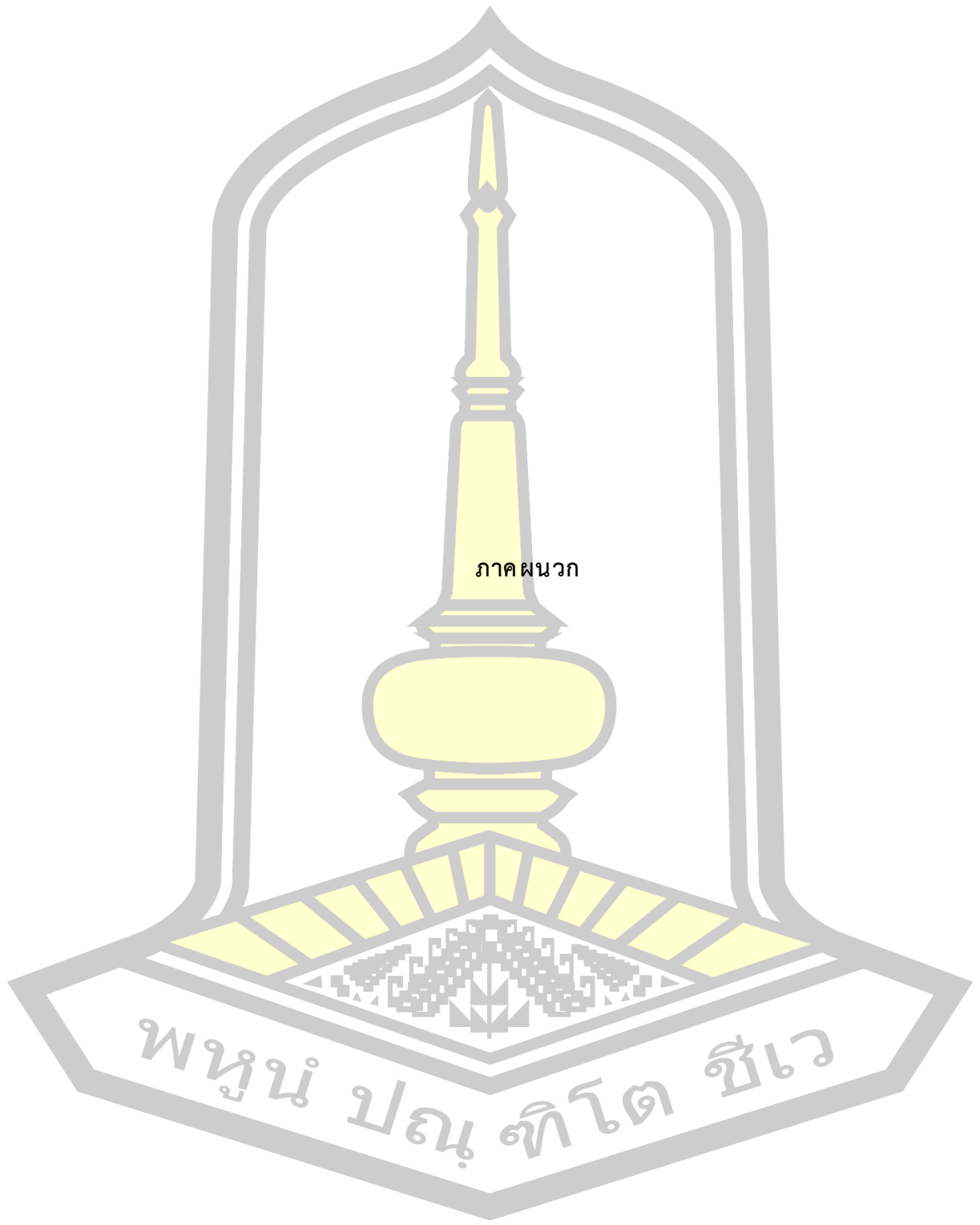
Ceylan S., Ozdilek Z. (2015). Improveing a Sample Lesson Plan for Secondary Science
Courses with in the STEM Education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*,
177, 223-228.

Cheng, Ying–Yao, Kun–Shia Liu and Chuan – Muh Chang,. (2007). “The Effect of Creative
Poblem Solving Intruction on Elementary School Science Lessons Chinese,”.
Journal of Science Education, 15(5), 569-591.

Crabbe, A.B. (1989). The Future Problem Solving Program. *Educational Leadership*, 47,
27-29.

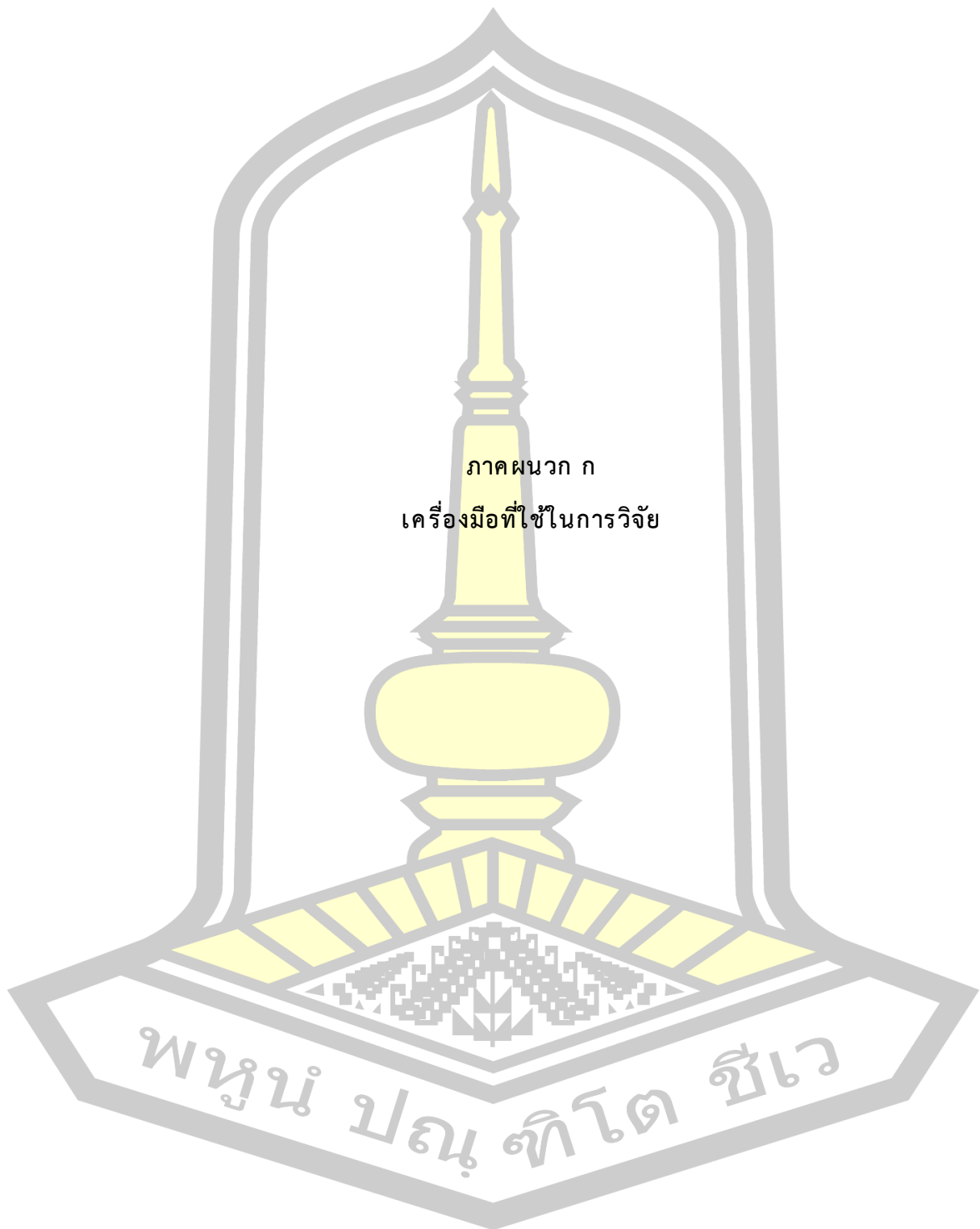
- Dejarnette, N.K. (2012). "America's Children : Providing early Exposure to STEM (Science, Technology, Engineering and Math Initiatives," *Educational Leadership*, 133(1), 77-84.
- Dorval, K.B., Isaksen, S.G. and D.J. Treffinger,, (2000). *Creative Approaches to Problem Solving : A Framework for Changer*. Dubuque, Iowa Kendall/Hunt
- Edward, M.R. (2013). "Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN," *in STEM Festival*.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw - Hill Book Company.
- Guilford, J. P. (1971). *The Analysis of Intelligence in Children*. New York McGraw-Hill.
- Isaken, S.G. and D.J. Treffinger. (1991). *Creative Learning and Problem Solving," in Developing Minds : Program for Teaching Thinking*. Costa Arthur: Alexandrial : Supervision and Curriculum Development.
- Isaken, S.G. and D.J. Treffinger. (2004). "Celebrating 50 years of Reflective Practice : Version of Creative Approaches to Problem Solving," *Journal of Creative Behavior*, 38(2), 75-101.
- Isaksen, S. G., K. B. Dorval and D. J. Treffinger,, (1994). *Creative Approaches to Problem Solving*. Dubuque, IA Kendall-Hunt.
- Krulik, S and J. A. Rudnick. (1993). *Reasoning and Problem-solving : A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston Allyn and Bacon.
- Lantz, H.B. (2009). *STEM Education What Form? What Function?* Dissertation Ed.D. Washington, DC.: Howard University.
- Meyrick, K. M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal*, 14(1), 1-6.
- Mitchell, E. and F. Kowalik. (1999). Creative Problem Solving. Retrieved from <http://www.qub.ac.uk/directorates/sge/learning/Resources/Managingstreet> 2016.
- O'Neil, T.L., and others,. (2012). "Teaching STEM Means Teacher Learning," *Phi Delta Kappan*, 94(1), 36-38
- Osborn, A. F. (1976). *Creative Imagination* (3rd ed.). New York Charles Scirbners Sons.
- Parnes, J.P. (1992). *Creative Behavior Guidebook*. New York: Charles Scribner's Son.

- Puccio, Gerard J. (1999). "Creative Problem Solving Preferences : Their Identification and Implications,". *Creativity and Innovation Management*, 8(3), 171-178-178.
- Quellmalz, S. Edys. (1985). Needed : Better Methods for Testing Higher Order Thinking Skills,". *Education Leadership*, 43, 29-34.
- Royer, J. M. (1979). "Theories of the Transfer of learning,". *Educational Psychologist*, 14, 53-63.
- Scott, C. (2012). An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S. *Journal of STEM Education*, 13(5), 30–39.
- Torrance, E.P. (1986). *Teaching Creative and the Gifted Learners*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Treffinger and others. (1995). "Creative Problem Solving : Overview of Educational Implications,". *Educational Psychology Review*, 7(3), 301-312-312.
- Treffinger and others. (2006). "Improving Teaching and Learning,". *Creative Learning Today*, 1, 20.
- Treffinger, D. J., S. G. Isaksen and K. B. Dorvol,. (2005). *Creative Problem Solving (CPS Version 6.1™) A Contemporary Framework for Managing Change*. Sarasofa: Center for Creative Learning and Creative Problem Solving Group.
- Wayne, C. (2012). What is S.T.E.M. and Why do I Need to Know? Retrieved from <http://issuu.com/carleygroup/docs/stem12online/1>
- Weir, John Joseph. (1974). "Problem Solving is Everybody Problem,". *Science Teacher*, 4(30), 16-18.
- Wood, Colin. (2006). "The Development of Creative Problem Solving in Chemistry,". *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 96-113.
- Young, J.G. (1985). "What is Creativity,". *Journal of Creative Behavior*, 15(3), 77–87.



ภาคผนวก

พหุ ประทีป ชัยเว



ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุ ประจักษ์ ชัยเว

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ งาน และพลังงาน

รหัสวิชา ว30202

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 2

เรื่อง พลังงานจลน์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2563

วันที่

1. ผลการเรียนรู้

2. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ (Knowledge)

2.1.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของพลังงานจลน์ได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

2.2.1 นักเรียนสามารถทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์กับพลังงานจลน์ และสามารถคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของพลังงานจลน์ของวัตถุในการเคลื่อนที่ได้

2.2.2 นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างชิ้นงานในกิจกรรมการเรียนรู้ได้

2.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attribute)

2.3.1 นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีการทำงานอย่างเป็นระบบ และสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้

3. สาระสำคัญ

พลังงาน (energy) เป็นความสามารถในการทำงานในด้านกลศาสตร์ ผลรวมของพลังงานจลน์กับพลังงานศักย์เรียกว่า พลังงานกล (**mechanical energy**) พลังงานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นจูล (J)

พลังงานจลน์ (kinetic energy) เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ พลังงานจลน์มีความสัมพันธ์กับพลังงานของแรงลัพธ์ โดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป ตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ (**work-kinetic energy theorem**) เขียนแทนได้ด้วยสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

4. สาระการเรียนรู้

4.1 พลังงาน

4.2 พลังงานจลน์

5. กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

5.1 ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

5.1.1 ครูกระตุ้นให้นักเรียนสนใจโดยถามว่า “ในชีวิตประจำวันตั้งแต่ตื่นขึ้นมาของนักเรียนเกี่ยวข้องกับพลังหรือไม่อย่างไร”

5.1.2 พลังงาน คืออะไร (แนวคำตอบ ความสามารถในการทำงาน)

5.1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับความหมายของพลังงาน แล้วให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างพลังงานที่รู้จักว่ามีอะไรบ้าง (แนวคำตอบ พลังงานมีหลายรูปแบบ เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานเคมี พลังงานความร้อน พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานแม่เหล็ก เป็นต้น) ครูอธิบายต่อว่าพลังงานทางกลศาสตร์มี 2 รูปแบบด้วยกัน คือพลังงานจลน์ และพลังงานงานศักย์)

5.1.4 ครูและนักเรียนสนทนาถึงความหมายของพลังงานจลน์ ยกตัวอย่าง โดยใช้สถานการณ์การเตะลูกบอลให้เคลื่อนที่ว่า เมื่อลูกบอลไปชนกับสิ่งที่ตั้งไว้อยู่หนึ่ง ถ้าลูกบอลมีพลังงานมากพอ จะทำให้สิ่งกระเด็นหรือล้มได้ และเรียกพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่นี้ว่า พลังงานจลน์

5.1.5 ครูถามนักเรียนว่าในชีวิตประจำวันเราจะพบวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกันโดยให้เด็กยกมือตอบแสดงความคิดเห็น (แนวคำตอบ รถวิ่ง ม้าวิ่ง เตะบอล ปั่นจักรยาน เป็นต้น)

5.1.7 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าในซึ่งโมงนี้ต้องเข้าใจและอธิบายความสัมพันธ์ของงานกับพลังงานจลน์ได้และสามารถคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานจลน์

5.2 ชั้นสำรวจและค้นหา (Explore) (40 นาที)

5.2.1 ครูแจกใบงานที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์ โดยให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้เรื่อง พลังงานจลน์ สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต และหนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

5.2.2 ครูเปิดคลิปวิดีโอเรื่องพลังงานจลน์ให้เด็กตอบคำถามจากวิดีโอจากวิดีโอว่าเด็กสามารถตอบได้หรือไม่

- รถวิ่งอยู่บนถนนมีพลังงานจลน์หรือไหม เพราะอะไร
(แนวคำตอบ มี เพราะ รถมีการเคลื่อนที่)

- เมื่อรถมีมวลเท่ากันเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกันรถคันไหนจะมีพลังงานจลน์มากกว่ากัน (แนวคำตอบ รถคันที่มีความเร็วมากกว่า ซึ่งเป็นไปตามสมการของพลังงานจลน์ คือ $E_k = \frac{1}{2} mv^2$)

- เมื่อรถมีมวลต่างกันเคลื่อนที่ด้วยเร็วเท่ากันรถคันไหนจะมีพลังงานจลน์มากกว่ากัน (แนวคำตอบ รถคันที่มีมวลมากกว่า ซึ่งเป็นไปตามสมการของพลังงานจลน์ คือ $E_k = \frac{1}{2} mv^2$)

5.2.3 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการทำงานร่วมกันของนักเรียน (กลุ่มเดิม) มาหยิบอุปกรณ์ในออกแบบสิ่งประดิษฐ์รูปพลังของหนังยาง โดยมีอุปกรณ์ ดังนี้ 1.) กรรไกร 2.) เทียน 3.) ไม้ขีดไฟที่ตัดส่วนหัวออกแล้ว 4.) เทป กาว 5.) หนังยาง 6.) ดินสอ และ 7.) หลอดด้าย ทดลองรถพลังของหนังยางในการเคลื่อนที่บนผิวเรียบ ผิวขรุขระ และพื้นเอียง

(นักเรียนเกิดกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ S = เข้าใจความหมายเรื่อง งาน และพลังงาน ทางวิทยาศาสตร์ T = นำความรู้ความเข้าใจทางเทคโนโลยีคิดค้นสิ่งใหม่

และสืบค้นข้อมูล $E =$ กระบวนการออกแบบและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ $M =$ ใช้หลักการคำนวณ รูปร่าง รูปทรง ทางคณิตศาสตร์)

5.3 ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (20 นาที)

ครูและนักเรียนอภิปราย สรุปเนื้อหาร่วมกัน ด้วยคำถามต่อไปนี้

5.3.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับงานที่เป็นบวกและเป็นลบ ที่นักเรียนเคยศึกษามาว่า เมื่อให้งานที่เป็นบวกแก่วัตถุจะทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้น นั่นคือ เป็นบวก และเมื่อให้งานที่เป็นลบแก่วัตถุ จะทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุลดลง นั่นคือ ของวัตถุเป็นลบ

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า วัตถุที่เคลื่อนที่มีความสูงมาก เมื่อมาถึงปลายล่างจะมีความเร็วมาก (แนวคำตอบ วัตถุที่เคลื่อนที่มีความสูงมากเมื่อมาถึงปลายล่าง จะมีความเร็วมาก)

5.3.3 พลังงานจลน์ของวัตถุ คืออะไร หาได้อย่างไร (แนวคำตอบ พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) คือ พลังงานที่สะสมในวัตถุที่มีความเร็ว เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ " E_k " ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2} mv^2$)

5.3.4 งานสัมพันธ์กับพลังงานจลน์อย่างไร
(แนวคำตอบ พลังงานจลน์ที่เปลี่ยนแปลง = งานของแรงลัพธ์ $W = \Delta E_k = E_{kv} - E_{ku}$)

5.3.5 เราจะหางานของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุได้อย่างไร (แนวคำตอบ งานเนื่องจากแรงภายนอกที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนวระดับ มีค่าเท่ากับผลบวกของพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนไปของวัตถุกับแรงของงานที่ต้านการเคลื่อนที่ $Fs = E_k + fs$)

5.3.6 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของพลังงานจลน์ยกตัวอย่าง โดยใช้สถานการณ์การเตะลูกบอลให้เคลื่อนที่ว่า เมื่อลูกบอลไปชนกับสิ่งที่ตั้งไว้อยู่นิ่ง ถ้าลูกบอลมีพลังงานมากพอ จะทำให้สิ่งกระเด็นหรือล้มได้ และเรียกพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่นี้ว่า พลังงานจลน์

5.3.7 ครูอธิบายเพิ่มเติมจากตัวอย่างการเตะลูกบอลให้เคลื่อนที่นั้น จะทำให้ลูกบอลหยุดการเคลื่อนที่ ปริมาณงานที่ทำต่อลูกบอลจะมากหรือน้อยขึ้นกับพลังงานจลน์ของวัตถุนั้น

5.4 ขยายความรู้ (Elaborate) (40 นาที)

5.4.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าในชีวิตประจำวันเราจะพบวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน (อย่างเช่น รถวิ่ง มาวิ่ง เตะลูกบอลหรือปั่นจักรยาน) โดยวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงจะมีพลังงานจลน์มากกว่าวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ และถ้าวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากันวัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานจลน์มากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย

5.4.2 จากนั้นครูได้ให้นักเรียนนำรถพลังของหนังกวาง ของแต่ละกลุ่มมาทดลองแข่งกันว่ากลุ่มใดทำให้เกิดรถพลังจลน์ สามารถเคลื่อนที่ในพื้นที่ที่แตกต่างกันได้หรือไม่

- ให้กลุ่มที่ออกแบบรถได้ที่ดีสุดนำเสนอ แนวคิด หลักการให้เพื่อนฟัง เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนจัดการเรียนรู้

5.4.3 และครูยกสถานการณ์การเรียนรู้กับนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้จากชั่วโมงที่แล้ว เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยครูให้สถานการณ์ปัญหา กับนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมแก้ปัญหาในอนาคต ซึ่งเป็นไปตามการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยครูให้สถานการณ์ดังนี้

5.4.4 ให้แต่ละกลุ่มที่ได้ทำใบกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นำเสนอแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา จากสถานการณ์นี้

“อนุสาวรีย์หินโบราณทรงกลมถูกล่อยทอดทิ้งอยู่บนพื้นของวิหารเซนต์ปีเตอร์มากกว่าสองพันปี พระสันตะปาปาทรงประสงคิให้อนุสาวรีย์นั้นกลับมาตั้งสง่าอีกครั้ง แต่จะยกขึ้นมาได้อย่างไร นี่ละคือปัญหา เพราะอนุสาวรีย์นั้นหนักถึง 327 ตัน จึงได้เรียกกลุ่มวิศวกรมาช่วยกันคิดหาวิธียกอนุสาวรีย์ขึ้น”

(นักเรียนเกิดกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ $S =$ เข้าใจความหมาย เรื่อง งาน และพลังงาน ทางวิทยาศาสตร์ $T =$ นำความรู้ความหน้าก้าวทางเทคโนโลยีคิดค้นสิ่งใหม่ และสืบค้นข้อมูล $E =$ กระบวนการออกแบบและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ $M =$ ใช้หลักการคำนวณ รูปร่าง รูปทรง ทางคณิตศาสตร์)

5.5 ชั้นประเมิน (Evaluation) (10 นาที)

5.5.1 ครูตรวจสอบผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้จากใบงานที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์ และใบกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

5.5.2 ครูสังเกตและประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน จากการตอบคำถามและการทำกิจกรรม

6. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)	ความเข้าใจในเนื้อหาการเรียน การสังเกต การตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น การมีส่วนร่วม และพฤติกรรมการทำงาน	แบบสังเกตด้านพฤติกรรมความรู้	นักเรียนมีผลการประเมินคะแนนผ่านเกณฑ์ 11 คะแนนขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด คิดเป็นผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ(P)	- การทำใบงานท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ - ใบกิจกรรมสิ่งประดิษฐ์รถพลังของยาง	- ใบงานที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์ - ใบกิจกรรมการสร้างสรรค์ชิ้นงาน	นักเรียนมีคะแนน คิดเป็นผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนมีผลการประเมินคะแนนผ่านเกณฑ์ 20 คะแนนขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด คิดเป็นผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS)	การทำใบกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	-ใบกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ -ใบกิจกรรมการสร้างสรรค์ชิ้นงาน	นักเรียนมีคะแนน คิดเป็นผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 7.2 อินเทอร์เน็ต
- 7.3 สื่อโสตทัศน
- 7.4 ใบความรู้ เรื่อง พลังงานจลน์
- 7.5 ใบงานที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์
- 7.6 ใบงานกิจกรรมสิ่งประดิษฐ์
- 7.7 ใบงานกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

8. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- ฐานข้อมูลอินเทอร์เน็ต



9. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรม

9.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

9.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

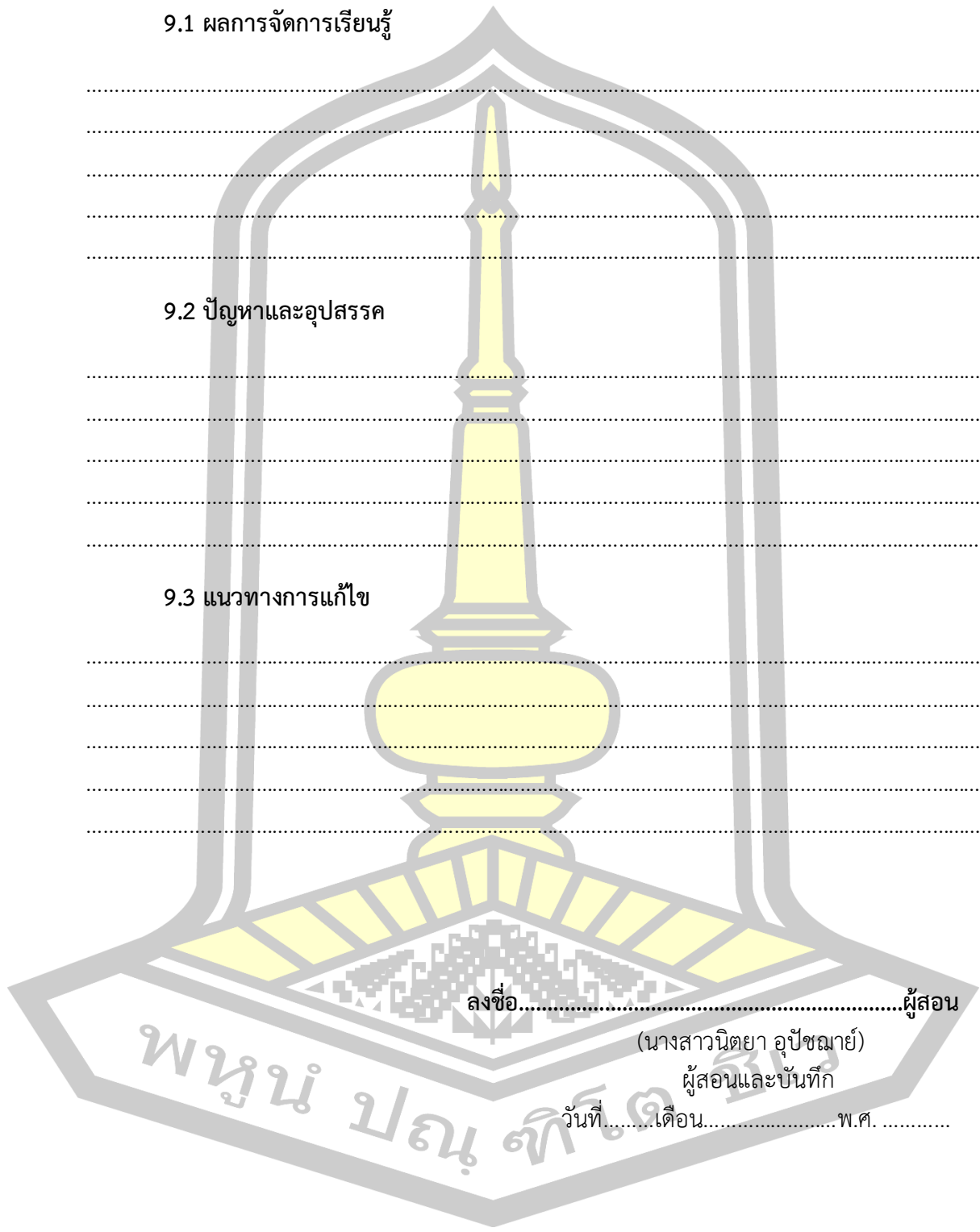
9.3 แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวนิตยา อู่ชฌาย์)

ผู้สอนและบันทึก

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

แบบประเมินการสังเกตด้านความรู้

วิชา.....ชั้น.....จำนวน.....คน

สังเกตพฤติกรรมด้านความรู้วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เลขที่	ชื่อ-สกุล	เกณฑ์การประเมิน						ผลการประเมิน	
		ความสนใจการซักถาม และตอบคำถาม	ความแม่นยำในเนื้อหาวิชา	ความถูกต้องแม่นยำในการทำงาน	การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ กระบวนการออกแบบทาง วิศวกรรม	คะแนน รวม			
		(4)				(16)			ผ่าน

เกณฑ์การประเมิน

- 4 หมายถึง ระดับดีมาก
- 3 หมายถึง ระดับดี
- 2 หมายถึง ระดับพอใช้
- 1 หมายถึง ระดับต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

70 % ขึ้นไป ผ่าน ต่ำกว่า 70 % ไม่ผ่าน
ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน ต้องได้คะแนนตั้งแต่
11 คะแนนขึ้นไป ของคะแนนเต็มทั้งหมด

ลงชื่อ.....
(.....)

ผู้ประเมินและบันทึก

เกณฑ์การประเมินการสังเกตด้านความรู้

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. ความสนใจ การซักถามและตอบคำถาม	มีการยกมือถามในหัวข้อที่ตนไม่เข้าใจ มีความกระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็น ร่วมตอบคำถามในเรื่องที่ครูถามทุกข้อ และกล้าแสดงออก	มีการยกมือถามในหัวข้อที่ตนไม่เข้าใจเป็นบางครั้ง ความกระตือรือร้นอยู่บ้าง ร่วมตอบคำถามในเรื่องที่ครูถามเป็นส่วนมาก และกล้าแสดงออก	มีการถามในหัวข้อที่ตนไม่เข้าใจบ้างเป็นบางครั้ง และไม่ร่วมตอบคำถามในเรื่องที่ครูถาม และไม่กล้าแสดงออก	ไม่สนใจอะไรเลย ไม่ยกมือถามในหัวข้อที่ตนไม่เข้าใจ ไม่ตอบคำถาม และไม่กล้าแสดงออก
2. ความแม่นยำในเนื้อหาวิชา	นักเรียนสามารถอธิบายความรู้ เนื้อหาเรื่องที่เรียนหรือเกี่ยวข้อง เชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ ได้ทุกเรื่อง และสามารถออกมาทำโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด และอธิบายเนื้อหาวิชาความรู้ให้เพื่อนเข้าใจได้อย่างถูกต้องแม่นยำ	นักเรียนสามารถอธิบายความรู้ เนื้อหาเรื่องที่เรียนหรือเกี่ยวข้อง เชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ ได้เป็นบางเรื่อง และสามารถออกมาทำโจทย์ปัญหาได้บางครั้ง และอธิบายเนื้อหาวิชาความรู้ให้เพื่อนเข้าใจได้ แต่ยังไม่มีความแม่นยำในเนื้อหาได้บ้าง	นักเรียนอธิบายความรู้ เนื้อหาเรื่องที่เรียนหรือเกี่ยวข้อง เชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ ไม่ค่อยได้ และออกมาทำโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเป็นส่วนน้อย และไม่สารอธิบายเนื้อหาวิชาความรู้ให้เพื่อนเข้าใจได้ ไม่มีความถูกต้องแม่นยำในเนื้อหา	นักเรียนไม่สามารถอธิบายความรู้ เนื้อหาเรื่องที่เรียนหรือเกี่ยวข้อง เชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ ได้เลย และไม่สามารถออกมาทำโจทย์ปัญหาได้ และไม่อธิบายเนื้อหาวิชาความรู้
3. ความถูกต้องแม่นยำในการทำงาน	นักเรียนอธิบาย ตอบคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วน และแม่นยำในคำตอบทุกข้อ	นักเรียนอธิบาย ตอบคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วน เป็นบางข้อ ตอบเนื้อหายังไม่ตรงประเด็น ไม่ค่อยแม่นยำในตอบคำถาม	นักเรียนอธิบาย ตอบคำถามได้เป็นบางข้อ ไม่อธิบายเนื้อหาให้ครบถ้วน ไม่มีแม่นยำในตอบคำถาม	นักเรียนไม่อธิบาย ตอบคำถามไม่ถูกต้อง ไม่มีความครบถ้วนของเนื้อหา ไม่แม่นยำในคำตอบ
4. การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ในประเด็นที่สำคัญกับการพัฒนาชิ้นงาน และมีความเข้าใจที่ถูกต้อง พร้อมมีการพิจารณาในรายละเอียด	มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการ ออกแบบทางวิศวกรรม ในประเด็นที่สำคัญของการพัฒนาชิ้นงาน แต่ยังไม่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	มีร่องรอยการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม แต่เป็นการใช้ในประเด็นที่ไม่สำคัญกับการพัฒนาชิ้นงาน และยังไม่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	ไม่มีร่องรอย (ข้อความในใบงานหรือ การบรรยาย) ของการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

แบบประเมินใบงาน เรื่อง แรงและงาน

วิชา.....ชั้น.....จำนวน.....คน

แบบประเมินผลใบงาน วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ใบงาน ที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์

➤ มีทั้งหมด 3 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน เต็ม 9 คะแนน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ข้อที่ (ข้อละ 3 คะแนน)			คะแนนรวม
		1	2	3	
					9

เกณฑ์การประเมิน

3 หมายถึง ระดับดีมาก

2 หมายถึง ระดับพอใช้

1 หมายถึง ระดับต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

70 % ขึ้นไป ผ่าน ต่ำกว่า 70 % ไม่ผ่าน
ผู้ที่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ต้องได้คะแนนตั้งแต่
6 คะแนนขึ้นไป ของคะแนนเต็มทั้งหมด

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมินและบันทึก

เกณฑ์การประเมินใบงาน

มีทั้งหมด 3 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน เต็ม 9 คะแนน

เกณฑ์การประเมินข้อที่ 1 2 และ 3

การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน = 3 คะแนน

การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนหรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้องครบถ้วนหรือ

การแสดงวิธีทำชัดเจนสมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้องขาดการตรวจสอบ = 2 คะแนน

การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีทำและคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง = 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

3 หมายถึง ระดับดีมาก

2 หมายถึง ระดับพอใช้

1 หมายถึง ระดับต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

60 % ขึ้นไป ผ่าน ต่ำกว่า 60 % ไม่ผ่าน
ผู้ที่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ต้องได้คะแนนตั้งแต่
6 คะแนนขึ้นไป ของคะแนนเต็มทั้งหมด

พูน ปณ ทิโต ชีเว

แบบประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิชา.....ชั้น.....จำนวน.....คน
ประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	เกณฑ์การประเมิน											
		ความสนใจใฝ่เรียนรู้	การเป็นผู้ฟัง	การรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น	การแสดงความคิดเห็นและ สะท้อนความรู้ความเข้าใจ	การให้ความร่วมมือ	การมีส่วนร่วม	พฤติกรรมการทำงาน	คะแนน รวม	ผลการ ประเมิน			
									(28)	ผ่าน	ไม่ ผ่าน		

เกณฑ์การประเมิน

- 4 หมายถึง ระดับดีมาก
- 3 หมายถึง ระดับดี
- 2 หมายถึง ระดับพอใช้
- 1 หมายถึง ระดับต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

70 % ขึ้นไป ผ่าน ต่ำกว่า 70 % ไม่ผ่าน
ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน ต้องได้คะแนนตั้งแต่
20 คะแนนขึ้นไป ของคะแนนเต็มทั้งหมด

ลงชื่อ.....
(.....)

ผู้ประเมินและบันทึก

เกณฑ์การประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. ความสนใจใฝ่เรียนรู้	นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน มีความกระตือรือร้นในการเรียน เอาใจใส่ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ที่ได้จัดกิจกรรมขึ้นทุกครั้ง	นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน มีความกระตือรือร้นในการเรียน เอาใจใส่ในมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เป็นส่วนมาก	นักเรียนเข้าเรียนไม่ตรงเวลา ตั้งใจเรียนอยู่บ้าง มีความกระตือรือร้นในการเรียนเป็นบางครั้ง เอาใจใส่ในการเรียนเพียงเล็กน้อย และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เป็นบางครั้ง	นักเรียนไม่ตั้งใจเรียน หยอกล้อเล่นกันกับเพื่อน ไม่เอาใจใส่ในการเรียน และไม่มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และไม่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ
2. การเป็นผู้นำ	นักเรียนมีความพร้อมที่จะรับบทบาทในการเป็นผู้นำในการทำงานส่วนหนึ่งส่วนใดทุกครั้ง และช่วยให้สมาชิกในกลุ่มได้มีส่วนร่วม	นักเรียนมีพร้อมที่จะรับบทบาทในการเป็นผู้นำในการทำงานส่วนใหญ่	นักเรียนสามารถรับบทบาทเป็นผู้นำ แต่ชอบที่จะดำเนินการด้วยตนเองมากกว่า	นักเรียนชอบที่จะเป็นผู้ตาม ในช่วงเวลาส่วนใหญ่ของการทำงาน และไม่พร้อมที่จะรับบทบาทเป็นผู้นำ
3. การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนมีความใส่ใจและรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มก่อนที่จะเสนอแนวคิดหรือข้อคิดเห็นของตนเอง	นักเรียนรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มเป็นส่วนใหญ่ และใส่ใจกับเนื้อหาที่นำเสนอ	นักเรียนรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม บางครั้ง แต่นักเรียนกระตือรือร้นที่นำเสนอแนวคิดของตนเอง และแทรกขึ้นมาระหว่างการนำเสนอของผู้อื่นบ่อยครั้ง	นักเรียนไม่ใส่ใจรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม เพราะฉันทันแนวคิดของตนเองที่ต้องการนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับฟัง
4. การแสดงความคิดเห็นและสะท้อนความรู้ความเข้าใจ	นักเรียนเสนอหรือสะท้อนแนวคิดเชิงบวกและสร้างสรรค์เป็นส่วนใหญ่	นักเรียนเสนอหรือสะท้อนแนวคิดเชิงบวกและสร้างสรรค์บ่อยครั้ง	นักเรียนแสดงหรือสะท้อนความคิดเห็นต่อเมื่อมีสมาชิกในกลุ่มบอกให้ฉันทำ	นักเรียนไม่เคยแสดงหรือสะท้อนความคิดเห็นของฉัน ให้สมาชิกคนอื่นในกลุ่มได้รับฟัง
5. การให้ความร่วมมือ	นักเรียนทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ดีและได้แบ่งรับหน้าที่ที่รับผิดชอบเท่ากับสมาชิกในทีมทุกคน	นักเรียนทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่นในกลุ่มได้ดี เป็นส่วนใหญ่ แต่ไม่ได้แบ่งรับงานเท่ากับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่ม	นักเรียนทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ดีเป็นบางเวลา และสมาชิกในกลุ่มเป็นคนทำงานเกือบทั้งหมด	นักเรียนทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ไม่ดี และไม่ได้ทำงานในส่วนใด ๆ ของโครงการเลย
6. การมีส่วนร่วม	นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ และให้ความสนใจกับงานในช่วงเวลาการทำงานตลอด	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นส่วนใหญ่ และให้ความสนใจกับการทำงานบ่อยครั้ง	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงาน แต่พบว่า ฉันทเสียเวลากับการทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ และฉันพบว่า ฉันทมีปัญหากับการให้ความสนใจกับงาน	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานน้อย และ ในเวลาส่วนใหญ่ ฉันทไม่ใส่ใจกับงาน
7. พฤติกรรมการทำงาน	นักเรียนใส่ใจกับการทำโครงการตลอดเวลา โดยไม่ต้องให้มีการบอกกล่าวหรือย้ำเตือน และ ฉันทส่งเสริมให้สมาชิกในกลุ่มใส่ใจในการทำงานในลักษณะเดียวกัน	นักเรียนใส่ใจกับการทำโครงการ โดยได้รับการบอกกล่าวและย้ำเตือนบ้างเป็นบางครั้ง	นักเรียนได้รับการบอกกล่าวและย้ำเตือนจากสมาชิกในกลุ่มหลายครั้งในการทำงานให้เสร็จและทันเวลาที่กำหนด	นักเรียนพยายามแต่ต้องได้รับการบอกกล่าวและย้ำเตือนเป็นประจำ ให้ทำงานให้เสร็จและทันเวลาที่กำหนด

แบบประเมินนักเรียนรายบุคคลเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

วิชา.....ชั้น.....จำนวน.....คน

ประเมินผลด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เลขที่	ชื่อ-สกุล	เกณฑ์การประเมิน					ผลการประเมิน	
		เข้าใจความท้าทาย	การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา	การเตรียมการแก้ปัญหา	การวางแผนการปฏิบัติ	คะแนนรวม	ผ่าน	ไม่ผ่าน
		(4)				(16)		

เกณฑ์การประเมิน

- 4 หมายถึง ระดับดีมาก
- 3 หมายถึง ระดับดี
- 2 หมายถึง ระดับพอใช้
- 1 หมายถึง ระดับต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

- 70 % ขึ้นไป ผ่าน ต่ำกว่า 70 % ไม่ผ่าน
- ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน ต้องได้คะแนนตั้งแต่ 11 คะแนนขึ้นไป ของคะแนนเต็มทั้งหมด

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมินและบันทึก

เกณฑ์การประเมินของนักเรียนรายบุคคลเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. เข้าใจความท้าทาย	นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง 3 ประเด็นหรือมากกว่า	นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง 2 ประเด็น	นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง 1 ประเด็น	นักเรียนบอกปัญหาได้แต่ไม่ตรงประเด็น
2. การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา	นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ 3 วิธีขึ้นไป มีแนวคิดที่จะใช้วัตถุหรือทรัพยากรมาทดแทน และมีความเหมาะสมได้คุณภาพ	นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ 2 วิธี มีแนวคิดที่จะใช้วัตถุหรือทรัพยากรมาทดแทน แต่ยังไม่มีความเหมาะสมและยังไม่ได้คุณภาพ	นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ 1 วิธี ไม่มีแนวคิดที่จะใช้วัตถุหรือทรัพยากรมาทดแทน	นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่ตรงประเด็นไม่มีแนวคิดที่จะใช้วัตถุหรือทรัพยากรมาทดแทน
3. การเตรียมการแก้ปัญหา	นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหา หรือการรวมวิธีการที่หลากหลายผสมกับวัตถุอื่นได้อย่างเป็นระบบ และให้เหตุผลประกอบได้	นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหา หรือการรวมวิธีการที่หลากหลายแต่ยังไม่ผสมกับวัตถุอื่นได้อย่างเป็นระบบ และให้เหตุผลประกอบได้บ้าง	นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหา หรือการรวมวิธีการที่หลากหลายแต่ยังไม่ผสมกับวัตถุอื่นได้อย่างเป็นระบบ และไม่ตรงประเด็นปัญหาและไม่สามารถให้เหตุผลประกอบได้	นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ตรงกับประเด็นปัญหา
4. การวางแผนการปฏิบัติ	นักเรียนอธิบาย/เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ตรงประเด็น มีการปรับเปลี่ยน ดัดแปลง หรือแนวคิดที่สามารถแก้ไขบางส่วนเล็ก ๆ น้อย ๆ จากเดิมเพื่อทำให้ชิ้นงานดีขึ้น และสามารถนำไปใช้ได้จริง	นักเรียนอธิบาย/เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ตรงประเด็น มีการปรับปรุง ดัดแปลง หรือแนวคิดที่สามารถแก้ไขบางส่วนเล็ก ๆ น้อย ๆ จากเดิมเพื่อทำให้ชิ้นงานดีขึ้น แต่ไม่สามารถนำไปใช้ได้จริง	นักเรียนอธิบาย/เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ ไม่ค่อยตรงประเด็น ไม่มีการปรับปรุง ดัดแปลง หรือแนวคิดที่สามารถแก้ไขบางส่วนเล็ก ๆ น้อย ๆ จากเดิมเพื่อทำให้ชิ้นงานดีขึ้น ไม่สามารถนำไปใช้ได้จริง	นักเรียนอธิบาย/เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไม่ตรงประเด็น ไม่มีการปรับปรุง ดัดแปลง หรือแนวคิดที่สามารถแก้ไขปัญหาได้

แบบประเมินผลรายกลุ่มของการออกแบบและสร้างชิ้นงาน

วิชา.....ชั้น.....จำนวน.....คน

ประเมินผลการออกแบบและสร้างชิ้นงาน วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

กลุ่มที่	ชื่อ-สกุล	เกณฑ์การประเมิน							ผลการประเมิน	
		ความคุ้มค่า	ความคิดสร้างสรรค์	ความละเอียดของงาน	การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	ประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์	การวางแผนและการทำงานร่วมกัน	คะแนนรวม	ผ่าน	ไม่ผ่าน
		(4)				(20)				

เกณฑ์การประเมิน
 4 หมายถึง ระดับดีมาก
 3 หมายถึง ระดับดี
 2 หมายถึง ระดับพอใช้
 1 หมายถึง ระดับต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน
 70 % ขึ้นไป ผ่าน ต่ำกว่า 70 % ไม่ผ่าน
 ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน ต้องได้คะแนนตั้งแต่
 14 คะแนนขึ้นไป ของคะแนนเต็มทั้งหมด

ลงชื่อ.....
 (.....)

ผู้ประเมินและบันทึก

เกณฑ์การประเมินผลรายกลุ่มของการออกแบบและสร้างชิ้นงาน

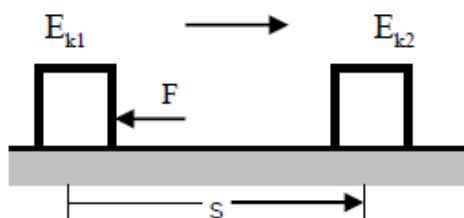
รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. ความมีคุณค่า	ชิ้นงานมีคุณค่าต่อผู้สร้างสรรค์ ชิ้นงาน และผู้อื่น สามารถนำความคิดไปต่อยอดสร้างสรรค์ ชิ้นงานได้จริง และสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่ออาชีพ การงานและชีวิตประจำวันอย่างมี ประสิทธิภาพ	ชิ้นงานมีคุณค่าต่อผู้สร้างสรรค์ ชิ้นงาน และผู้อื่น สามารถนำความคิดไปต่อยอดสร้างสรรค์ ชิ้นงาน แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่ออาชีพการงาน และชีวิตประจำวันไม่ค่อยมี ประสิทธิภาพ	ชิ้นงานไม่ค่อยมีคุณค่าต่อผู้ สรรค์สร้างชิ้นงาน และผู้อื่น สามารถนำความคิดไปต่อ ยอดได้เพียงเล็กน้อย ชิ้นงาน ยังไม่สร้างประโยชน์ ต่อ อาชีพการงานและ ชีวิตประจำวันได้	ชิ้นงานไม่มีคุณค่าต่อผู้ สรรค์สร้างชิ้นงาน และ ผู้อื่น ชิ้นงานไม่สร้างสรรค์ ไม่สามารถนำความคิดไป ต่อยอดได้ไม่สร้าง ประโยชน์ ต่ออาชีพการ งานและชีวิตประจำวันได้
2. ความคิด สร้างสรรค์	นักเรียนใช้จินตนาการ และ แนวคิดที่แปลกใหม่ ในการพัฒนา และปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น จากแนวคิดต้นแบบ พร้อมมีการ ให้เครดิตกับเจ้าของแนวคิดต้น แบบอย่างถูกต้อง	นักเรียนมีการพัฒนาและ ปรับปรุงชิ้นงานขึ้นจากแนวคิด ต้นแบบ และมีการให้เครดิต กับเจ้าของแนวคิดต้น แบบอย่างถูกต้อง	นักเรียนใช้แนวคิดที่มีใน แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยมิ การให้เครดิตกับเจ้าของ แนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการปรับปรุง หรือ พัฒนาขึ้น จากแนวคิด ต้นแบบ	นักเรียนลอกเลียนแบบ จากผลงานหรือแนวคิด ของผู้อื่นทั้งหมด โดยไม่มื การอ้างอิงถึง หรือ ให้ เครดิตกับเจ้าของผลงาน ต้นแบบ
3. ความสำเร็จของ งาน	นักเรียนสามารถทำงานสำเร็จ และเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด ภายในเวลาที่กำหนด	นักเรียนสามารถทำงานสำเร็จ และเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด แต่ใช้เวลาเกินเวลาที่กำหนด เล็กน้อย	นักเรียนสามารถทำงาน สำเร็จแต่ไม่เป็นไปตาม เงื่อนไขทั้งหมด โดยใช้เวลา ตามที่กำหนด	นักเรียนสามารถทำงาน สำเร็จแต่ไม่เป็นตาม เงื่อนไขทั้งหมด และใช้ เวลาเกินกว่าที่กำหนด
4. การใช้หลักการ ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ กระบวนการ ออกแบบทาง วิศวกรรม	นักเรียนใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการ ออกแบบทาง วิศวกรรม ในประเด็นที่สำคัญกับ การพัฒนาชิ้นงาน และมีความ เข้าใจที่ถูกต้อง พร้อมมีการ พิจารณาในรายละเอียด	นักเรียนมีการใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์และกระบวนการ ออกแบบทางวิศวกรรม ใน ประเด็นที่สำคัญของการพัฒนา ชิ้นงาน แต่ยังไม่มีความเข้าใจที่ คลาดเคลื่อน	มีร่องรอยการใช้หลักการ ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ กระบวนการ ออกแบบทางวิศวกรรม แต่เป็นการใช้ในประเด็นที่ไม่ สำคัญกับการพัฒนาชิ้นงาน และยังไม่มีความเข้าใจที่ คลาดเคลื่อน	ไม่มีร่องรอย (ข้อความใน ใบงาน หรือ การบรรยาย) ของการใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ กระบวนการออกแบบทาง วิศวกรรม
5. ประสิทธิภาพ ของชุดอุปกรณ์	นักเรียนมีการออกแบบวิธีการ ทดสอบประสิทธิภาพของ ผลงาน และดำเนินการทดสอบ ประสิทธิภาพได้ มีการวิเคราะห์ผล และนำผลการ วิเคราะห์มาใช้พัฒนาชิ้นงาน	นักเรียนมีการออกแบบวิธีการ ทดสอบประสิทธิภาพของ ผลงาน และดำเนินการทดสอบ ประสิทธิภาพได้ และมีการวิเคราะห์ผลแต่ไม่ได้ นำผลการวิเคราะห์มาใช้พัฒนา ชิ้นงาน	นักเรียนมีการออกแบบ วิธีการทดสอบประสิทธิภาพ ของผลงาน และดำเนินการ ทดสอบประสิทธิภาพ แต่ไม่มีการวิเคราะห์ผลและ นำผลการวิเคราะห์มาใช้ พัฒนาชิ้นงาน	ไม่มีการออกแบบวิธีการ ทดสอบประสิทธิภาพ ของผลงาน
6. การวางแผนและ การทำงานร่วมกัน	นักเรียนมีการประชุมเพื่อการวาง แผนการทำงาน แบ่งหน้าที่ ความ รับผิดชอบ มีการอภิปรายและ ลงข้อสรุปร่วมกัน ในประเด็น ปัญหาที่พบ ทุกคนมีส่วนร่วมใน กระบวนการทำงานออกแบบและ พัฒนาชิ้นงาน	นักเรียนมีการวางแผนการ ทำงานร่วมกัน แต่มีการแบ่ง หน้าที่ความรับผิดชอบ มีการ ระดมความคิด อภิปรายและลง ข้อสรุปร่วมกันมีบางคนไม่มี ส่วนร่วมในการพัฒนาชิ้นงาน	นักเรียนไม่มีการวางแผนการ ทำงานร่วมกัน แต่มีการแบ่ง หน้าที่ความรับผิดชอบ มี การระดมความคิด อภิปราย และลงข้อสรุปร่วมกันมีบาง คนไม่มีส่วนร่วมในการ พัฒนาชิ้นงาน	ลงมือปฏิบัติโดยไม่มีการ วางแผน ระดมความคิด และอภิปรายของกลุ่ม ไม่มีการแบ่งหน้าที่ รับผิดชอบของสมาชิก ภายในกลุ่ม บางคนไม่มี ส่วนร่วมในกระบวนการ ทำงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 ใบงานที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์ ผลการเรียนรู้ที่ 2
 รหัสวิชา ว 30202 ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 9 คะแนน (P)

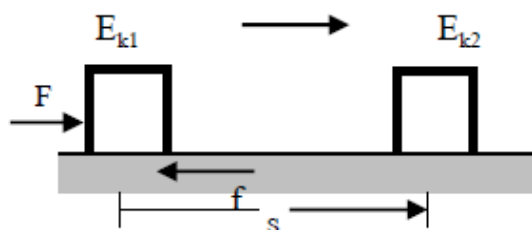
1. ลูกปืนมวล 0.002 กิโลกรัม เคลื่อนที่ออกจากลำกล้องปืนซึ่งยาว 0.80 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 400 เมตรต่อวินาที จงหาพลังงานจลน์ของลูกปืน

ชื่อ.....สกุล..... ชั้น ม. 4 /.....เลขที่.....

2. รถยนต์มวล 800 กิโลกรัม ขณะแล่นด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คนขับใช้ห้ามล้อรถเคลื่อนที่ต่อไปอีก 10 เมตรจึงหยุดนิ่ง งานเนื่องจากแรงต้านที่ทำให้รถหยุด มีค่าเท่าใด



3. ออกแรง 20.0 นิวตัน ดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว บนพื้นที่มีแรงเสียดทานได้การกระจัด 3.0 เมตร จงหางานที่หาโดยแรงเสียดทาน



ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....



กิจกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จากการทำกิจกรรม เรื่อง งาน และพลังงาน ที่ได้ปฏิบัติในชั้นเรียน ให้นักเรียนใช้องค์ความรู้ที่ได้ ออกแบบ และวางแผนเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

“อนุสาวรีย์ท้าวสุรนารีที่เมืองบุรีรัมย์ถูกปล้นโดยโจรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ของวิหารเซนต์ปีเตอร์มากกว่าสองพันปี พระสันตะปาปาทรงประสงค์ให้อนุสาวรีย์นั้นกลับมาตั้งสง่าอีกครั้ง แต่จะยกขึ้นมาได้อย่างไร นี่ละคือปัญหา เพราะอนุสาวรีย์นั้นหนักถึง 327 ตัน จึงได้เรียกกลุ่มวิศวกรมาช่วยกันคิดหาวิธียกอนุสาวรีย์ขึ้น”

1. การเข้าใจความท้าทาย

- จากสถานการณ์ อะไรเป็นสาเหตุของปัญหา และกำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา

- จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนสร้างแนวคิด วิธีการแก้ปัญหายกอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารีให้หลากหลายมากที่สุด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พูน ปณ ทิโต ชิว

3. การเตรียมการแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาสถานการณ์ข้างต้นให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นการวางแผนการปฏิบัติ

- จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนเขียนหรืออธิบายขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ให้เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ได้จริง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วาดภาพประกอบแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

ใบกิจกรรมการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ได้.....คะแนน
 ผ่าน / ไม่ผ่าน

คำชี้แจง ให้นักเรียนประดิษฐ์รถพลังของหนังยาง และบันทึกผล S= การเรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานกล ทางวิทยาศาสตร์ T = ใช้เครื่องมือเพื่อพัฒนาความคิดต่อยอดความคิดสร้างสรรค์ E = กระบวนการ ออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และ M = รูปทรง ปริมาณการผลิตชิ้นงาน ให้มีคุณภาพคุ้มค่า

จุดประสงค์การทดลอง ทดลองและอธิบายการเกิดรถพลังของหนังยางได้

อุปกรณ์ในการทดลอง 1.) กรรไกร 2.) เทียน 3.) ไม้ขีดไฟที่ตัดส่วนหัวออกแล้ว 4.) เทปกาว 5.) หนังยาง 6.) ดินสอ และ 7.) หลอดด้าย

ขั้นตอนในการทดลอง

1. นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ตามความคิดสร้างสรรค์
2. สังเกตและบันทึกผลการทดลองของรถพลังของยาง

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ผลการทดลอง
รถพลังยางวิ่งบนพื้นราบ	
รถพลังยางวิ่งบนผิวขรุขระ	
รถพลังยางวิ่งบนพื้นเอียง	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ความรู้ที่ได้จากการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลองทำสิ่งประดิษฐ์รูปพลังของยาง

1. ทำไมรูปพลังของหนังยางถึงเคลื่อนที่ได้
2. จากการทดลองนี้สอดคล้องกับพลังงานใดบ้าง

.....

.....

.....

3. พลังงานจลน์ และ พลังงานศักย์ คืออะไร

.....

.....

.....

.....

พจนานุกรม วิทยาศาสตร์ ชีวะ

หน่วยการเรียนรู้ งานและพลังงาน ใบความรู้ เรื่อง พลังงานจลน์ ผลการเรียนรู้ 2
 วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว30202 ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

พลังงาน (Energy)

พลังงาน (Energy) คือ ความสามารถในการทำงาน เมื่อเราเห็นคนคนหนึ่งสามารถทำงานได้จำนวนมาก เราจะกล่าวว่าคนนั้นมีพลังงานมาก หรือน้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงซึ่งให้พลังงานออกมาเมื่อเผาไหม้ พลังงานสามารถทำงานได้ จึงทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ พลังงานมีหลายรูปแบบ เช่น พลังงานเคมี พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานแสง พลังงานเสียง ฯลฯ พลังงานรูปแบบหนึ่งที่สำคัญในวิชาฟิสิกส์ คือ พลังงานจลน์ และ พลังงานศักย์

วัตถุใดๆ ก็ตามมีพลังงานอยู่ในตัว 2 รูปแบบด้วยกันคือ

พลังงานอันเกิดจากการเคลื่อนที่ เรียกว่า **พลังงานจลน์ (kinetic energy)** และ พลังงานที่มีสะสมอยู่ในตัว เนื่องจากภาวะของวัตถุ เรียกว่า **พลังงานศักย์ (potential energy)** ตัวอย่างของพลังงานจลน์นั้นเราพอจะเห็นได้ง่ายๆ จากสิ่งที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวเรายุ่งๆทุกวัน เช่น รถยนต์กำลังวิ่งด้วยความเร็วปกติบนถนนในที่ราบ ถ้าต้องการให้หยุดเราต้องใช้ห้ามล้อ ซึ่งหมายถึงออกแรงต้านการเคลื่อนที่ รถยนต์ยังไม่สามารถหยุดได้ทันทีแต่จะเลื่อนต่อไปเป็นระยะทางหนึ่ง เราต้องทำงานด้วยแรงต้านทานเพื่อให้รถหยุด เพราะรถมีพลังงานเนื่องจากกำลังเคลื่อนที่ที่อยู่ นั่นคือรถมีพลังงานจลน์

พลังงานจลน์ (kinetic energy)

พลังงานจลน์ (kinetic energy) คือ พลังงานที่เกิดกับวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ เช่น รถยนต์กำลังแล่น เครื่องบินกำลังบิน พัดลมกำลังหมุน น้ำกำลังไหลหรือน้ำตกจากหน้าผา ธนูที่พุ่งออกจากคันศร จักรยานที่กำลังเคลื่อนที่ เป็นต้น จึงกล่าวได้ว่า พลังงานจลน์ ล้วนเป็นพลังงานกลที่สามารถเปลี่ยนรูปกลับไป กลับมาได้ "วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ล้วนมีพลังงานจลน์ทั้งสิ้น ปริมาณพลังงานจลน์ในวัตถุ จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น" ถ้าวัตถุมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง จะมีพลังงานจลน์มาก แต่ถ้าเคลื่อนที่เท่ากันวัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานจลน์มากกว่า ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ คือ

1. มวลของวัตถุ (มวลมาก พลังงานจลน์มาก)
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ (ความเร็วสูง พลังงานจลน์มาก)

ถ้าเรากำหนดให้ E_k แทนพลังงานจลน์ สามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์ของวัตถุกับมวลและความเร็วของวัตถุ ได้ดังนี้

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

m = มวลของวัตถุ (กิโลกรัม)

v = ความเร็วของวัตถุ (เมตร/วินาที)

E_k = พลังงานจลน์ของวัตถุ (จูล)

พลังงานจลน์ กับความเร็ว

พลังงานจลน์นั้น การเกิดขึ้นแต่ละครั้งปัจจัยเรื่องของวัตถุ ความเร็วมีความสำคัญอย่างมาก เอาเรื่องวัตถุก่อน หากเราทดลองด้วยการนำรถที่เหมือนกันมาวิ่งด้วยความเร็วต่างกัน คันแรก 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คันที่สอง 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อรถทั้งสองพุ่งเข้าชนกำแพงที่เหมือนกัน ผลปรากฏว่ารถคันที่สองจะเกิดความเสียหายมากกว่าทั้งต่อตัวกำแพง และต่อตัวรถเอง นั่นหมายความว่า วัตถุที่วิ่งด้วยความเร็วมากกว่าจะทำให้มีพลังงานจลน์มากกว่าด้วย (สังเกตได้จากเวลารถชนกับเสา ต้นไม้ หรือบ้านคนข้างถนน จะชนเสียหายหนักมาก ก็เพราะความเร็วที่ทำให้เกิดพลังงานจลน์)

พลังงานจลน์ กับมวล

ปัจจัยที่สองของความแตกต่างพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นในวัตถุเป็นเรื่องของน้ำหนัก หรือ มวล จากตัวอย่างการทดลองที่แล้ว คราวนี้เราเปลี่ยนปัจจัยใหม่ให้รถคันแรกเป็นรถบรรทุก รถคันที่สองเป็นรถยนต์เหมือนเดิม วิ่งด้วยความเร็วเท่ากันที่ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อทั้งสองคันไปชนกำแพงพร้อมกัน จะเกิดอะไรขึ้น คำตอบก็คือ รถยนต์คันแรกที่เป็นรถบรรทุกจะเกิดความเสียหายมากกว่า นั่นเป็นเพราะว่าเกิดพลังงานจลน์มากกว่า สรุปว่าวัตถุที่มีมวลมากกว่าจะทำให้เกิดพลังงานจลน์ได้มากกว่านั่นเอง

การหาค่าพลังงานจลน์

เรารู้จักและเข้าใจพลังงานจลน์กันไปแล้ว มาถึงเรื่องสำคัญของพลังงานจลน์นั่นก็คือ การหาค่าของพลังงานจลน์นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างสูตรขึ้นมาเพื่อหาระดับพลังงานจลน์จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยใช้หน่วยวัดว่า จูล สมการดังกล่าวก็คือ พลังงานจลน์ = $\frac{1}{2} \times$ มวลของวัตถุ \times ความเร็วของวัตถุ 2 (เมตรต่อวินาที)

พลังงานจลน์ใกล้ตัว

เรื่องของพลังงานจลน์นั้นอาจจะมองว่าเป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ที่เราอาจจะไม่ได้สนใจ แต่ความจริงแล้วเรื่องนี้อยู่ใกล้ตัวเรามากกว่าที่คิด อย่างแรกเลยทำไมเค้าถึงจำกัดความเร็วรถไว้ที่ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คำตอบก็คือเรื่องพลังงานจลน์นี่แหละความเร็วเท่านี้ได้ผ่านการคำนวณพลังงานจลน์มาแล้วว่า หากเกิดอุบัติเหตุชนก็ไม่ได้เกิดอันตรายต่อผู้ขับขี่มากนักรวมถึงเป็นความเร็วมาตรฐานที่ผู้ขับขี่ควบคุมได้ด้วย หรืออย่างเล่นฟุตบอลหากต้องการเตะให้แรงก็ต้องวิ่งให้เร็วขึ้นเพื่อเตะได้แรงขึ้น เป็นต้น ไหนใหม่ว่าพลังงานจลน์อยู่ใกล้ตัวเราเอง

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 เฉลยใบงานที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์ ผลการเรียนรู้ที่ 2
รหัสวิชา ว 30202 ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 9 คะแนน (P)

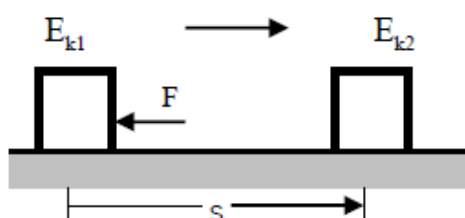
1. ลูกปืนมวล 0.002 กิโลกรัม เคลื่อนที่ออกจากลำกล้องปืนซึ่งยาว 0.80 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 400 เมตรต่อวินาที จงหาพลังงานจลน์ของลูกปืน

วิธีทำ

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} mv^2 \\ &= \frac{1}{2} (0.002 \text{ kg})(400 \text{ m/s})^2 \\ E_k &= 160 \text{ J} \end{aligned}$$

ตอบ พลังงานจลน์ของลูกปืน เท่ากับ 160 จูล

2. รถยนต์มวล 800 กิโลกรัม ขณะแล่นด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คนขับใช้ห้ามล้อรถเคลื่อนที่ต่อไปอีก 10 เมตรจึงหยุดนิ่ง งานเนื่องจากแรงต้านที่ทำให้รถหยุด มีค่าเท่าใด

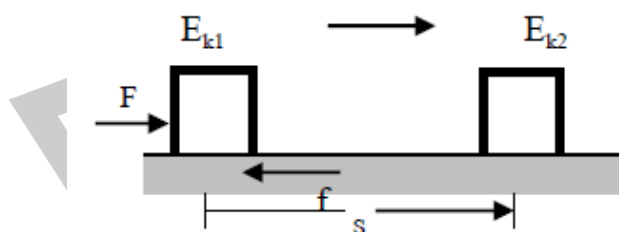


วิธีทำ

$$\begin{aligned} W &= \Delta E_k \\ \Delta E_k &= E_{k2} - E_{k1} \\ \Delta E_k &= 0 - \frac{1}{2}(800) (72 \times 10^3 / 3600)^2 \\ \Delta E_k &= -8 \times 10^3 \text{ J} \\ \text{ดังนั้น} \quad W &= -8 \times 10^3 \text{ J} \end{aligned}$$

ตอบ งานเนื่องจากแรงต้านที่ทำให้รถหยุดมีค่า เท่ากับ 8×10^3 จูล

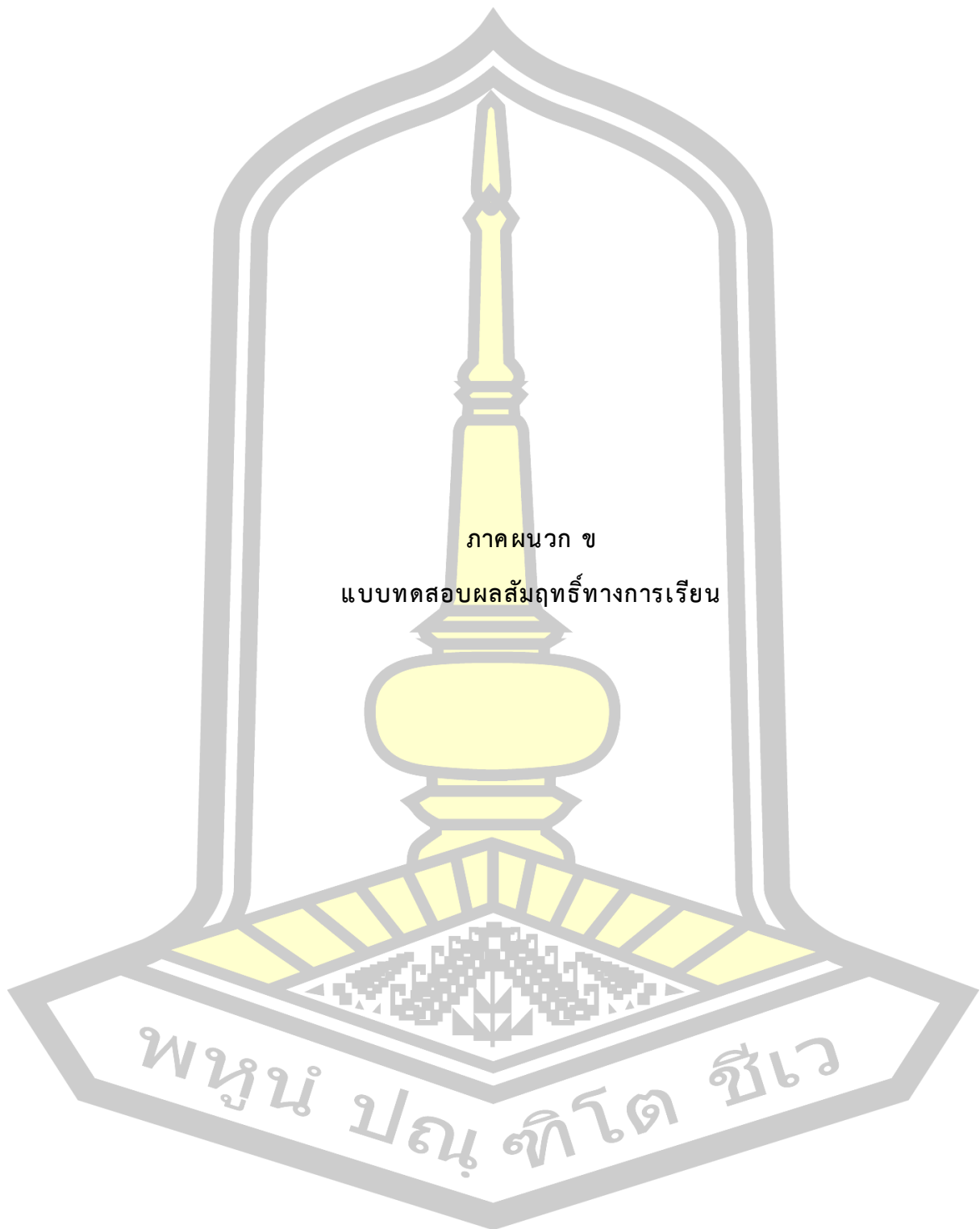
3. ออกแรง 20.0 นิวตัน ดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว บนพื้นที่มีแรงเสียดทานได้การกระจัด 3.0 เมตร จงหางานที่ทำโดยแรงเสียดทาน



วิธีทำ

$$\begin{aligned} W &= \Delta E_k \\ \Delta E_k &= E_{k2} - E_{k1} \\ \Delta E_k &= 0, \quad (E_{k2} = E_{k1}) \\ W &= (F - f)s \\ W &= F_s - f_s = W_F - W_f \\ \text{ดังนั้น} \quad W_F - W_f &= 0, \quad (W = \Delta E_k) \\ W_F &= W_f \\ F_s &= W_f = (20)(3) \\ &= 60 \text{ J} \end{aligned}$$

ตอบ งานที่ทำโดยแรงเสียดทาน เท่ากับ 60 จูล



ภาคผนวก ข

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พหุบัณฑิตวิถีสู่เว

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน รหัสวิชา ว30202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีทั้งหมด 30 ข้อ เวลา 60 นาที
2. คะแนนเต็ม 30 คะแนน
3. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

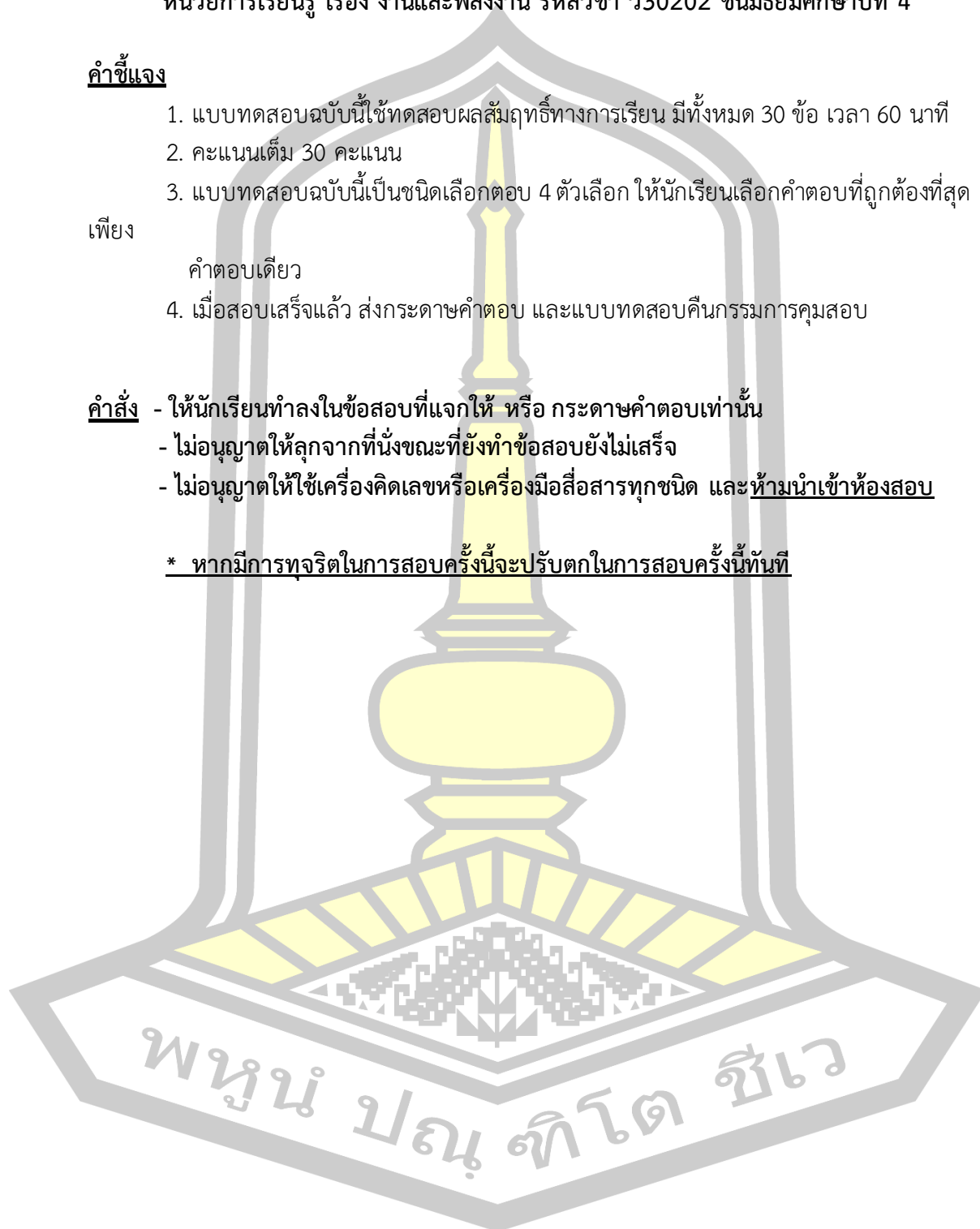
เพียง

คำตอบเดียว

4. เมื่อสอบเสร็จแล้ว ส่งกระดาษคำตอบ และแบบทดสอบคืนกรรมการคุมสอบ

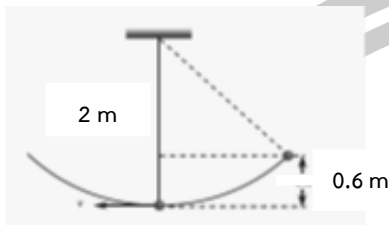
- คำสั่ง**
- ให้นักเรียนทำลงในข้อสอบที่แจกให้ หรือ กระดาษคำตอบเท่านั้น
 - ไม่อนุญาตให้ลุกจากที่นั่งขณะที่ยังทำข้อสอบยังไม่เสร็จ
 - ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขหรือเครื่องมือสื่อสารทุกชนิด และ ห้ามนำเข้าห้องสอบ

* หากมีการทุจริตในการสอบครั้งนี้จะปรับตกในการสอบครั้งนี้ทันที



<p>10. ข้อใดกล่าวถึงความหมายของพลังงานได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ความสามารถในการทำงาน</p> <p>ข. พลังงาน คือ พลังงานจลน์ และ พลังงานศักย์</p> <p>ค. พลังงานอันเกิดจากการเคลื่อนที่และพลังงานที่มีสะสมอยู่ในตัว สะสมอยู่ในตัว</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p> <p>11. พลังงานอันเกิดจากการเคลื่อนที่ เรียกว่า</p> <p>ก. พลังงานนิวเคลียร์</p> <p>ข. พลังงานจลน์</p> <p>ค. พลังงานศักย์</p> <p>ง. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น</p> <p>12. วัตถุในข้อใดมีค่าพลังงานจลน์สูงสุด</p> <p>ก. มอเตอร์ไซค์มวล 300 kg ขับด้วยความเร็ว 10 km/hr</p> <p>ข. รถอีแต่นมวล 800 kg ขับด้วยความเร็ว 3 km/hr</p> <p>ค. ก้อนหินมวล 1,200 kg กำลังตกลงจากภูเขาด้วยความเร็ว 20 km/hr</p> <p>ง. ลูกกระสุนปืนใหญ่มวล 2 kg ถูกยิงออกจากปืนใหญ่ด้วยความเร็ว 200 km/h</p> <p>13. วัตถุ 2 กิโลกรัม ตกจากดาดฟ้าตึกสูง 20 เมตร ขณะกระทบพื้นมีพลังงานจลน์เท่าใด</p> <p>ก. 100 J ข. 200 J</p> <p>ค. 300 J ง. 400 J</p> <p>14. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ คือพลังงานใด</p> <p>ก. พลังงานศักย์ ข. พลังงานจลน์</p> <p>ค. พลังงานไฟฟ้า ง. พลังงานนิวเคลียร์</p> <p>15. ข้อใดไม่มีพลังงานศักย์</p> <p>ก. รถกำลังวิ่งบนถนน ข. ฟองน้ำ</p> <p>ค. หนังสือวาง ง. ลูกมะพร้าวหล่นลงพื้น</p> <p>16. ชายคนหนึ่งยกกล่องที่มีขนาดเท่ากัน 6 ใบ มาซ้อนกัน กล่องแต่ละใบมีมวล 10.0 กิโลกรัม สูง 0.20 เมตร จงหาพลังงานศักย์ของกล่องใบที่หนึ่ง</p> <p>ก. 10 J ข. 20 J</p> <p>ค. 30 J ง. 40 J</p>	<p>17. สปริงตัวหนึ่งมีค่าคงตัวสปริง 100 นิวตันต่อเมตร ถูกกดให้สั้นลง 5 เมตร พลังงานศักย์ในสปริงมีค่าเท่าใด</p> <p>ก. 1,100 J ข. 1,150 J</p> <p>ค. 0 J ง. 1.0 J</p> <p>18. การตกแบบเสรีของวัตถุ พลังงานกลของวัตถุจะคงตัวตลอดการเคลื่อนที่ เกี่ยวข้องกับแรงอนุรักษ์หรือไม่อย่างไร ข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง</p> <p>ก. เกี่ยวข้อง เพราะ เป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วง</p> <p>ข. เกี่ยวข้อง เพราะ เป็นแรงอนุรักษ์เพียงแรงเดียว พลังงานกลจึงคงตัว</p> <p>ค. ไม่เกี่ยวข้อง เพราะ พลังงานรวมของระบบสูญหาย</p> <p>ง. มีข้อถูกมากกว่า 1 ข้อ</p> <p>19. ข้อใดให้ความหมายของกฎการอนุรักษ์พลังงานกลไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. พลังงานรวมของระบบจะไม่สูญหาย แต่เปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่ง</p> <p>ข. ขณะวัตถุตกจากที่สูงลงมา แต่ละขณะวัตถุมีทั้งพลังงานจลน์และพลังงานศักย์</p> <p>ค. ถ้าปล่อยวัตถุจากจุดหยุดนิ่งจากที่สูง วัตถุจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์</p> <p>ง. ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ เรียกว่า พลังงานกลรวมของวัตถุ</p> <p>20. ก้อนหินมวล 50.0 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 200 เมตร เหนือพื้นดิน จงหาพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของก้อนหิน เมื่อเวลาผ่านไป 1.0 วินาที</p> <p>ก. 97,500 J และ 2,000 J</p> <p>ข. 97,500 J และ 2,500 J</p> <p>ค. 100,000 J และ 2,000 J</p> <p>ง. 100,000 J และ 2,500 J</p>
---	--

21. ลูกตุ้มมวล 0.2 กิโลกรัม ผูกกับเส้นเชือกยาว 2.0 เมตร ปลายอีกข้างแขวนไว้กับเพดานถ้าออกแรงดึงลูกตุ้มให้สูงขึ้น 0.6 เมตร แล้วปล่อยให้ลูกตุ้มแกว่ง จงหาพลังงานจลน์ของลูกตุ้มเมื่อผ่านจุดต่ำสุด



- ก. 1.2 J ข. 2.0 J
ค. 1,200 J ง. 1,250 J

22. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบลื่นด้วยอัตราเร็ว 2 เมตร/วินาที เข้าชนสปริงปรากฏว่าสปริงหดสั้นมากที่สุด 10 ซม. คำนิจของสปริงมีค่ากี่นิวตัน/เมตร

- ก. 200 N/m ข. 400 N/m
ค. 600 N/m ง. 800 N/m

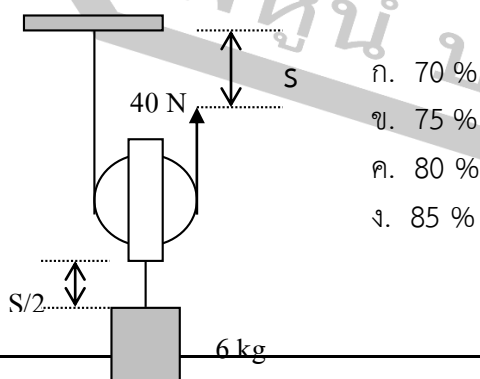
23. ข้อใดเครื่องกลที่จัดเป็นเครื่องกลอย่างง่าย

- ก. คาน รอก พื้นเอียง
ข. คาน รอก ล้อกับเพลลา
ค. ล้อกับเพลลา ลิ่ม สกรู
ง. ถูกทุกข้อ

24. เพราะเหตุใด เครื่องกลมักมีประสิทธิภาพน้อยกว่าร้อยละ 100

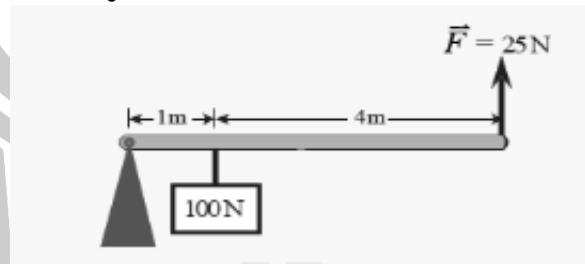
- ก. เพราะ มีการสูญเสียงานไปกับแรงเสียดทาน
ข. เพราะ งานมากกว่าแรงเสียดทานของเครื่องกล
ค. เพราะ งานเท่ากับแรงเสียดทานของเครื่องกล
ง. มีข้อถูกมากกว่า 1 ข้อ

25. ประสิทธิภาพของรอก ดังรูปมีค่าเท่าใด



- ก. 70 %
ข. 75 %
ค. 80 %
ง. 85 %

26. จากรูปคานมีประสิทธิภาพเท่าใด



- ก. 70 % ข. 75 %
ค. 80 % ง. 85 %

27. ข้อใดกล่าวถึงหลักการการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายได้ถูกต้อง

- ก. พื้นเอียง ใช้เคลื่อนที่วัตถุด้วยการลากหรือผลัก
ข. สกรู ใช้ยกวัตถุหนักขึ้นสู่ที่สูง
ค. ลิ่ม ใช้แยกของสองสิ่งออกจากกัน
ง. ถูกทุกข้อ

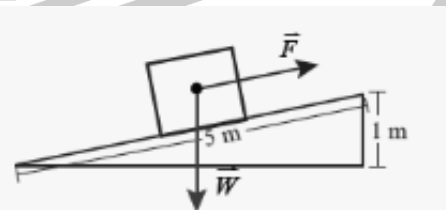
28. อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่อไปนี้ เป็นเครื่องกลอย่างง่ายหรือไม่ ถ้าเป็นจัดอยู่ในประเภทใด

- ก. กรรไกรตัดเล็บ เป็น ส่วนคั่นกดเป็นประเภทคาน ส่วนคมกรรไกรเป็นประเภทลิ่ม
ข. ไม้กวาดพื้น เป็น ประเภทคาน
ค. มีด ไม่เป็น ไม่เกี่ยวกับหลักการการทำงานของเครื่องกล
ง. มีข้อถูกมากกว่า 1 ข้อ

29. จากรูปในข้อ 26. จงหาการได้เปรียบเชิงกลของคานเบาเท่าใด

- ก. 5 ข. 10
ค. 15 ง. 20

30. จากรูป



จงหาการได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงที่ยาว 5 เมตร สูง 1 เมตร

- ก. 5 ข. 10
ค. 15 ง. 20

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กระดาษคำตอบ

ชื่อ/นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.../.....

➤ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1		✗			16		✗		
2	✗				17				✗
3			✗		18				✗
4	✗				19			✗	
5			✗		20		✗		
6		✗			21			✗	
7	✗				22				✗
8				✗	23				✗
9	✗				24	✗			
10				✗	25		✗		
11		✗			26			✗	
12			✗		27				✗
13				✗	28				✗
14	✗				29	✗			
15	✗				30	✗			

พหุ ประถมศึกษา

แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คำชี้แจง

1. แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วยข้อสอบสถานการณ์ 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 8 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 32 คะแนน
2. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนอย่างตั้งใจ เพราะคะแนนที่ได้เป็นตัวบอกระดับความสามารถในการคิด

แก้ปัญหา

อย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน เป็นผลดีต่อการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันต่อไป

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของนักเรียนให้มากที่สุด แบบทดสอบไม่มีผลต่อรายวิชา ฟิสิกส์ และ

แบบทดสอบไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้น ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของนักเรียนอย่างอิสระ

***หมายเหตุ

S = นักเรียนนำหลักความรู้ทางวิทยาการณืมาอธิบายความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง

T = นักเรียนนำความรู้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมาช่วยในการแก้ปัญหา

E = นักเรียนคิดเป็นระบบ เป็นกระบวนการออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

M = นักเรียนรู้วิธีการคำนวณปริมาณ ขนาด รูปร่าง รูปทรง

พหุณั ปณ กิโต ชีเว

3. การเตรียมการแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนเลือกรีวิววิธีการแก้ปัญหาสถานการณ์ข้างต้นให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นการวางแผนการปฏิบัติ

- จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนเขียนหรืออธิบายขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อที่จะไปต่อยอดในการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ได้จริง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



สถานการณ์ที่ 2 โจรขโมยรูปปั้น

สถาปนิกได้แกะสลักรูปปั้นตัวเองอย่างหล่อเหลาจากหินอ่อน ตั้งตระหง่านอยู่หน้าบ้าน มีผู้คนมากมายมาเยี่ยมชมชมงานศิลปะอันล้ำค่านี้ เมื่อเวลาผ่านไปหลายปี ผู้คนก็ยังมาเยี่ยมชมรูปปั้นเขาอย่างไม่ขาดสาย เขามีความพอใจ ยินดีกับผลงานชิ้นนี้มาก อยู่มาวันหนึ่ง เขาก็เดินออกมาเยี่ยมชมชมงานรูปปั้นตัวเองอย่างเช่นทุกวัน แต่วันนี้เขาได้สังเกตเห็นความผิดปกติของรูปปั้น ว่าไม่ใช่รูปปั้นงานศิลปะของเขาแน่ ๆ เพราะตั้งที่คมกริบของเขายุบลง ขนาด ส่วนสูงเล็กลง เขาตะโกนด้วยความโมโหบวกกับความเสียใจ “ใครขโมยรูปปั้นผมของไป” เขาให้นักสืบตามหารูปปั้นเขาให้จงได้

(นักสืบขุน สงสัย โจรที่ขโมยรูปปั้นไป อาจจะเป็นสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติก็ได้)

1. การเข้าใจความท้าทาย

- จากสถานการณ์ อะไรเป็นสาเหตุของปัญหา ที่ทำให้รูปปั้นเขาหายไป และกำหนดขอบเขตของปัญหาให้

ชัดเจน

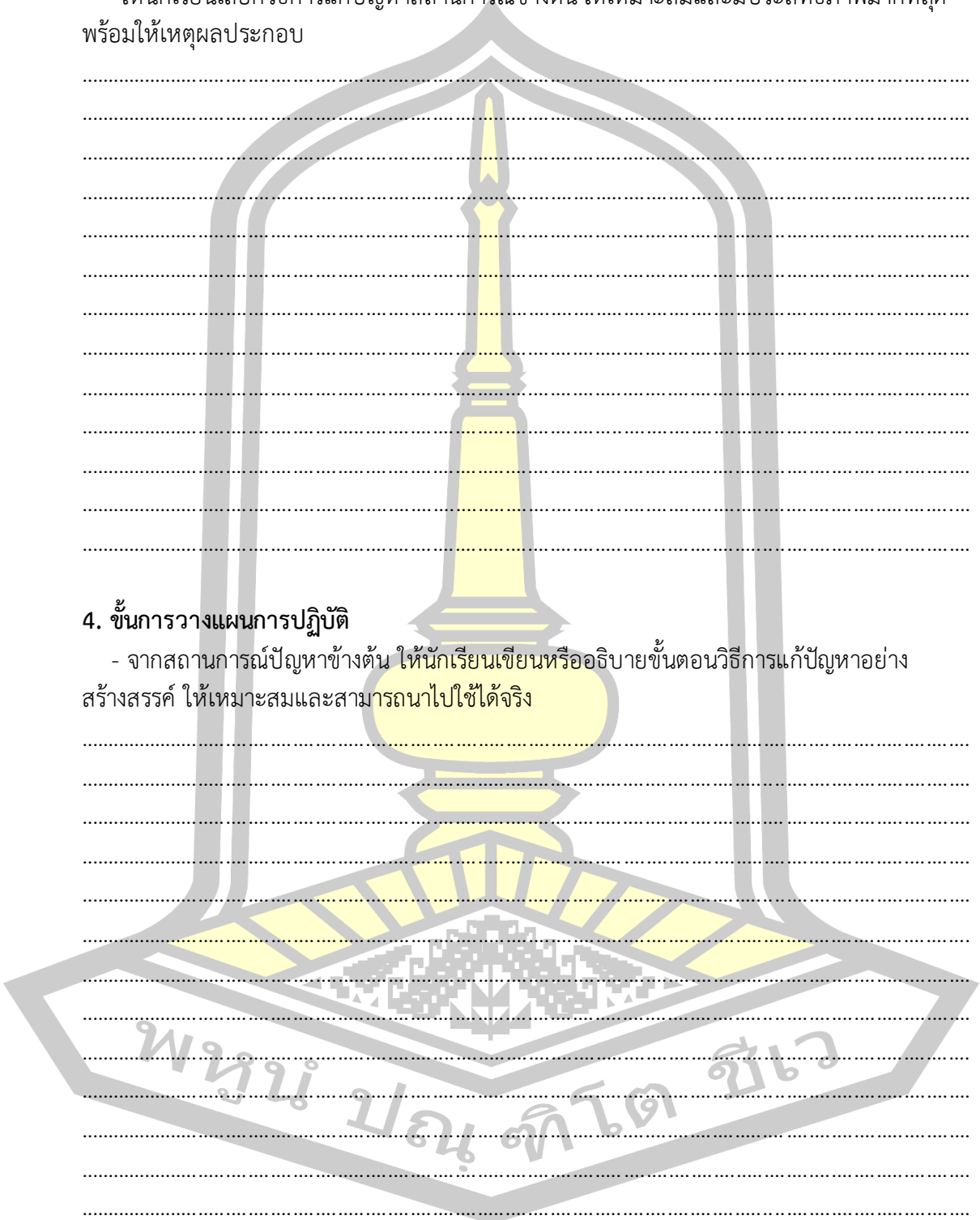
2. การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา

- จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ใครเป็นโจรขโมยรูปปั้น ให้นักเรียนสร้างแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา สร้างทางเลือกหรือมีวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่หลากหลายอย่างไรบ้าง

พจนานุกรม อภิธานศัพท์

3. การเตรียมการแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาสถานการณ์ข้างต้นให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

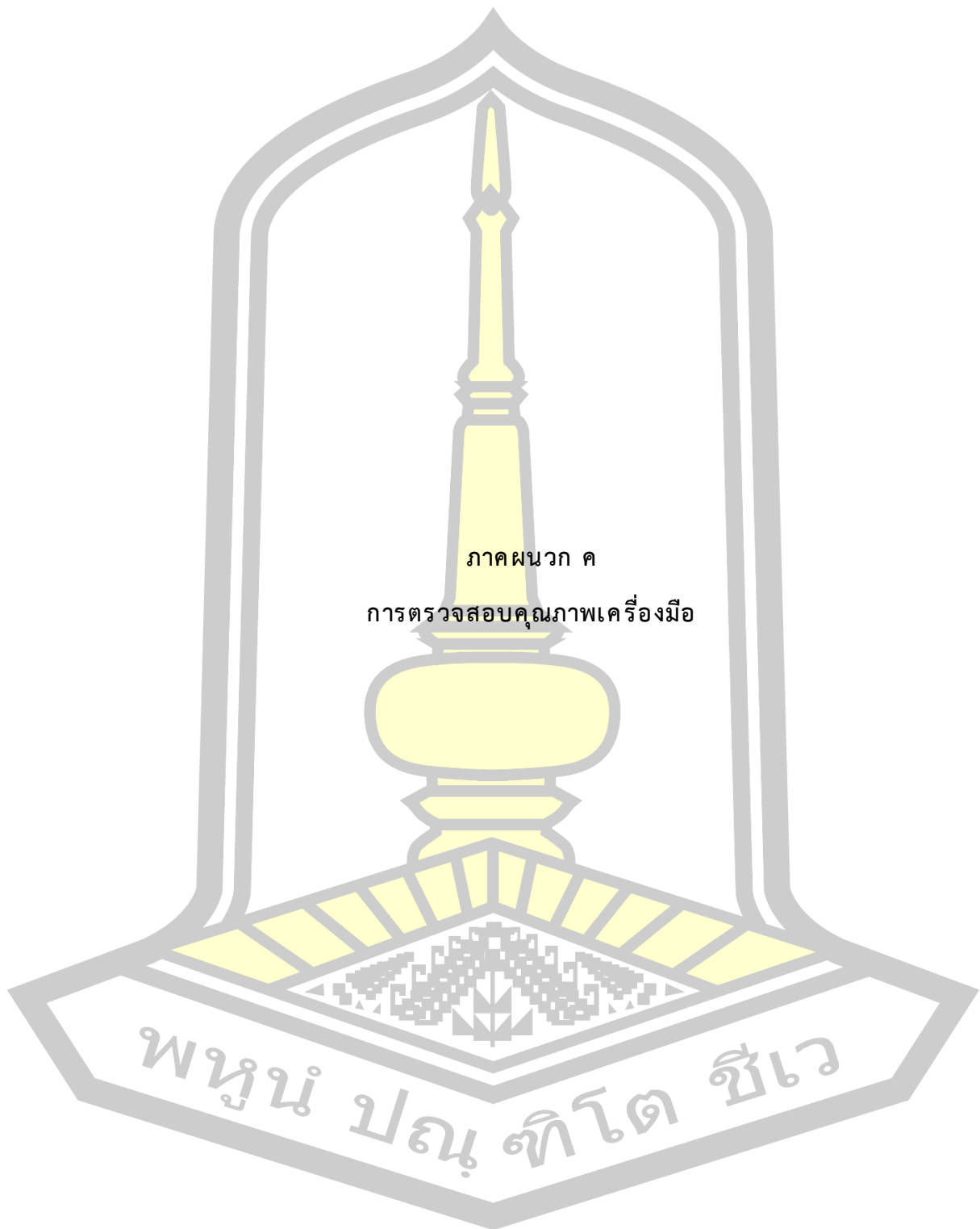


4. ขั้นการวางแผนการปฏิบัติ

- จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนเขียนหรืออธิบายขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ให้เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้จริง



พหุบัน ปณ ทิโต ชีเว



ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ งาน และพลังงาน รหัสวิชา ว30202 วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 2
 เรื่อง แรงและงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 เวลาเรียน 2 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2/2563 วันที่

คำชี้แจง

1. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้
 กรุณา
 พิจารณาความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้
 2. โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการ
 จัดการ
 เรียนรู้โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน มากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ
 5 ระดับ
 ดังนี้

- 5 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับดีมาก
 4 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับดี
 3 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับค่อนข้างดี
 2 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับพอใช้
 1 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับต้องปรับปรุง

ข้อที่	รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
		1	2	3	4	5
1. ผลการเรียนรู้						
1.1	สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
1.2	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดชัดเจน					
1.3	เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ					
2.2	พัฒนานักเรียนด้านความรู้ทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์					
2.3	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุม ด้านความเข้าใจ ด้านความรู้ และด้านลักษณะอันพึงประสงค์					
3. สาระสำคัญ						
3.1	สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
3.2	สาระสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา					
3.3	สาระสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย					

ข้อที่	รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
		1	2	3	4	5
4. สาระการเรียนรู้						
4.1	มีความชัดเจนเข้าใจง่ายและน่าสนใจ					
4.2	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.3	ความยากง่ายเหมาะสมกับวัยของนักเรียน					
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
5.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์ เนื้อหาสาระ และระดับชั้นของนักเรียน					
5.2	มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง					
5.3	เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียน					
5.4	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง					
5.5	การเรียนรู้มีความน่าสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
5.6	การเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่สอน					
6. สื่อ/วัสดุอุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้						
6.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
6.2	สอดคล้องกับเนื้อหา					
6.3	มีความน่าสนใจ และหลากหลาย					
6.4	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้					
6.5	เหมาะสมกับเวลา					
7. การวัด/ประเมินผล						
7.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
7.2	สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
7.3	เครื่องมือที่ใช้เหมาะสมกับวัย					
7.4	ใช้วิธีการวัดที่หลากหลาย					

ข้อเสนอแนะ

1. ด้านเนื้อหาสาระ

2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

3. ด้านการวัดและประเมินผล

4. ด้านอื่น ๆ (โปรดระบุ)

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน

(.....)

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

1. ผลการเรียนรู้				
1.1	สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.80	0.41	คุณภาพดีมาก
1.2	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดชัดเจน	4.69	0.47	คุณภาพดีมาก
1.3	เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.77	0.43	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1		4.75	0.43	คุณภาพดีมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1	มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.80	0.41	คุณภาพดีมาก
2.2	พัฒนานักเรียนด้านความรู้ทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	4.74	0.51	คุณภาพดีมาก
2.3	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุม ด้านความเข้าใจ ด้านความรู้ และด้านลักษณะอันพึงประสงค์	4.74	0.44	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2		4.76	0.45	คุณภาพดีมาก
3. สาระสำคัญ				
3.1	สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.74	0.44	คุณภาพดีมาก
3.2	สาระสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4.77	0.43	คุณภาพดีมาก
3.3	สาระสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4.77	0.43	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3		4.76	0.43	คุณภาพดีมาก
4. สาระการเรียนรู้				
4.1	มีความชัดเจนเข้าใจง่ายและน่าสนใจ	4.69	0.47	คุณภาพดีมาก
4.2	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.66	0.54	คุณภาพดีมาก
4.3	ความยากง่ายเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.74	0.44	คุณภาพดีมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4		4.70	0.48	คุณภาพดีมาก
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้				
5.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์ เนื้อหาสาระ และระดับชั้นของนักเรียน	4.54	0.51	คุณภาพดีมาก
5.2	มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.54	0.61	คุณภาพดีมาก
5.3	เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียน	4.51	0.56	คุณภาพดีมาก

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
5.4	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.66	0.54	คุณภาพดีมาก
5.5	การเรียนรู้มีความน่าสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.63	0.55	คุณภาพดีมาก
5.6	การเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาการสอน	4.37	0.49	คุณภาพดี
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4		4.54	0.54	คุณภาพดีมาก
6.สื่อ/วัสดุอุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้				
6.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.46	0.51	คุณภาพดีมาก
6.2	สอดคล้องกับเนื้อหา	4.51	0.56	คุณภาพดีมาก
6.3	มีความน่าสนใจ และหลากหลาย	4.51	0.66	คุณภาพดีมาก
6.4	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.57	0.50	คุณภาพดีมาก
6.5	เหมาะสมกับเวลา	4.37	0.49	คุณภาพดี
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4		4.49	0.54	คุณภาพดี
7.การวัด/ประเมินผล				
7.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.51	0.51	คุณภาพดีมาก
7.2	สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.51	0.51	คุณภาพดีมาก
7.3	เครื่องมือที่ใช้เหมาะสมกับวัย	4.54	0.56	คุณภาพดีมาก
7.4	ใช้วิธีการวัดที่หลากหลาย	4.17	0.38	คุณภาพดี
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5		4.44	0.49	คุณภาพดี
เฉลี่ยรวมทั้งหมด		4.63	0.48	คุณภาพดีมาก



ตาราง 15 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	5	5	24	4.8
1.2	4	5	5	5	5	24	4.8
1.3	4	5	5	5	5	24	4.8
2.1	5	5	5	5	4	24	4.8
2.2	4	5	5	5	3	22	4.4
2.3	4	5	5	5	4	23	4.6
3.1	4	5	5	5	5	24	4.8
3.2	4	5	5	5	5	24	4.8
3.3	4	5	5	5	5	24	4.8
4.1	4	5	4	5	4	22	4.4
4.2	4	5	4	5	4	22	4.4
4.3	4	5	5	5	4	23	4.6
5.1	4	5	5	5	4	23	4.6
5.2	4	5	4	5	4	22	4.4
5.3	4	5	4	5	4	22	4.4
5.4	4	5	4	5	4	22	4.4
5.5	4	5	4	5	4	22	4.4
5.6	4	5	4	4	4	21	4.2
6.1	4	5	5	5	4	23	4.6
6.2	4	5	5	5	4	23	4.6
6.3	4	5	5	5	4	23	4.6
6.4	4	5	5	5	4	23	4.6
6.5	4	4	4	5	4	21	4.2
7.1	5	5	5	5	4	24	4.8
7.2	4	5	5	5	4	23	4.6
7.3	3	5	5	5	4	22	4.4
7.4	4	4	5	4	4	21	4.2
เฉลี่ย	4.04	4.93	4.70	4.93	4.19	22.78	4.56
	4.56						
ระดับคุณภาพ	คุณภาพดีมาก						

ตาราง 16 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	5	5	24	4.8
1.2	4	5	5	5	5	24	4.8
1.3	4	5	5	5	5	24	4.8
2.1	4	5	5	5	5	24	4.8
2.2	4	5	5	5	5	24	4.8
2.3	4	5	5	5	5	24	4.8
3.1	4	5	4	5	5	23	4.6
3.2	4	5	4	5	5	23	4.6
3.3	4	5	5	5	5	24	4.8
4.1	4	5	4	5	5	23	4.6
4.2	4	5	4	5	5	23	4.6
4.3	4	5	4	5	5	23	4.6
5.1	4	5	5	5	4	23	4.6
5.2	4	5	5	5	4	23	4.6
5.3	3	5	5	5	4	22	4.4
5.4	4	5	5	5	4	23	4.6
5.5	4	5	5	5	4	23	4.6
5.6	4	5	5	4	4	22	4.4
6.1	4	5	4	5	4	22	4.4
6.2	4	5	5	5	4	23	4.6
6.3	3	5	5	5	4	22	4.4
6.4	4	5	5	5	4	23	4.6
6.5	4	4	5	5	4	22	4.4
7.1	4	5	4	5	4	22	4.4
7.2	4	5	5	5	4	23	4.6
7.3	4	5	4	5	4	22	4.4
7.4	4	4	4	4	4	20	4
เฉลี่ย	3.93	4.93	4.67	4.93	4.44	22.89	4.58
	4.58						
ระดับคุณภาพ	คุณภาพดีมาก						

ตาราง 17 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	5	5	24	4.8
1.2	4	5	5	5	5	24	4.8
1.3	4	5	5	5	5	24	4.8
2.1	4	5	5	5	5	24	4.8
2.2	5	5	5	5	5	25	5
2.3	5	5	4	5	5	24	4.8
3.1	4	5	4	5	5	23	4.6
3.2	4	5	5	5	5	24	4.8
3.3	4	5	5	5	5	24	4.8
4.1	4	5	4	5	5	23	4.6
4.2	3	5	4	5	5	22	4.4
4.3	4	5	5	5	5	24	4.8
5.1	4	5	5	5	5	24	4.8
5.2	4	5	5	5	5	24	4.8
5.3	4	5	5	5	5	24	4.8
5.4	5	5	5	5	5	25	5
5.5	4	5	5	5	5	24	4.8
5.6	4	5	5	4	4	22	4.4
6.1	4	5	4	5	4	22	4.4
6.2	4	5	5	5	4	23	4.6
6.3	5	5	5	5	4	24	4.8
6.4	4	5	5	5	4	23	4.6
6.5	4	4	5	5	4	22	4.4
7.1	4	5	5	5	4	23	4.6
7.2	4	5	4	5	4	22	4.4
7.3	4	5	5	5	4	23	4.6
7.4	4	4	5	4	4	21	4.2
เฉลี่ย	4.11	4.93	4.78	4.93	4.63	23.37	4.67
	4.67						
ระดับคุณภาพ	คุณภาพดีมาก						

ตาราง 18 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	5	5	24	4.8
1.2	4	5	4	5	5	23	4.6
1.3	4	5	5	5	5	24	4.8
2.1	4	5	5	5	5	24	4.8
2.2	4	5	5	5	5	24	4.8
2.3	4	5	5	5	5	24	4.8
3.1	4	5	5	5	5	24	4.8
3.2	4	5	5	5	5	24	4.8
3.3	4	5	5	5	5	24	4.8
4.1	4	5	5	5	5	24	4.8
4.2	4	5	5	5	5	24	4.8
4.3	4	5	5	5	5	24	4.8
5.1	4	5	4	5	4	22	4.4
5.2	3	5	5	5	4	22	4.4
5.3	4	5	5	5	4	23	4.6
5.4	3	5	5	5	4	22	4.4
5.5	4	5	5	5	4	23	4.6
5.6	4	5	4	4	4	21	4.2
6.1	4	5	4	5	4	22	4.4
6.2	4	5	5	5	4	23	4.6
6.3	3	5	5	5	4	22	4.4
6.4	4	5	5	5	4	23	4.6
6.5	4	4	5	5	4	22	4.4
7.1	4	5	4	5	4	22	4.4
7.2	4	5	5	5	4	23	4.6
7.3	4	5	5	5	4	23	4.6
7.4	4	4	5	4	4	21	4.2
เฉลี่ย	3.89	4.93	4.81	4.93	4.44	23.00	4.60
	4.60						
ระดับคุณภาพ	คุณภาพดีมาก						

ตาราง 19 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	5	5	24	4.8
1.2	4	5	4	5	5	23	4.6
1.3	4	5	5	5	5	24	4.8
2.1	4	5	5	5	5	24	4.8
2.2	4	5	5	5	5	24	4.8
2.3	4	5	5	5	5	24	4.8
3.1	4	5	5	5	5	24	4.8
3.2	4	5	5	5	5	24	4.8
3.3	4	5	5	5	5	24	4.8
4.1	4	5	5	5	5	24	4.8
4.2	4	5	5	5	5	24	4.8
4.3	4	5	5	5	5	24	4.8
5.1	4	5	4	5	4	22	4.4
5.2	4	5	5	5	4	23	4.6
5.3	4	5	4	5	4	22	4.4
5.4	4	5	5	5	4	23	4.6
5.5	3	5	5	5	4	22	4.4
5.6	4	5	5	4	4	22	4.4
6.1	4	5	4	5	4	22	4.4
6.2	3	5	5	5	4	22	4.4
6.3	4	5	5	5	4	23	4.6
6.4	4	5	5	5	4	23	4.6
6.5	4	4	5	5	4	22	4.4
7.1	4	5	4	5	4	22	4.4
7.2	4	5	4	5	4	22	4.4
7.3	4	5	5	5	4	23	4.6
7.4	4	4	5	4	4	21	4.2
เฉลี่ย	3.93	4.93	4.78	4.93	4.44	23.00	4.60
	4.60						
ระดับคุณภาพ	คุณภาพดีมาก						

ตาราง 20 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	5	5	24	4.8
1.2	4	5	4	5	5	23	4.6
1.3	4	5	4	5	5	23	4.6
2.1	4	5	5	5	5	24	4.8
2.2	4	5	5	5	5	24	4.8
2.3	4	5	5	5	5	24	4.8
3.1	4	5	5	5	5	24	4.8
3.2	4	5	5	5	5	24	4.8
3.3	4	5	5	5	5	24	4.8
4.1	4	5	5	5	5	24	4.8
4.2	4	5	5	5	5	24	4.8
4.3	4	5	5	5	5	24	4.8
5.1	4	5	4	5	4	22	4.4
5.2	3	5	4	5	4	21	4.2
5.3	4	5	4	5	4	22	4.4
5.4	4	5	5	5	4	23	4.6
5.5	4	5	5	5	4	23	4.6
5.6	4	5	5	4	4	22	4.4
6.1	4	5	4	5	4	22	4.4
6.2	4	5	4	5	4	22	4.4
6.3	3	5	4	5	4	21	4.2
6.4	4	5	4	5	4	22	4.4
6.5	4	4	5	5	4	22	4.4
7.1	4	5	5	5	4	23	4.6
7.2	4	5	5	5	4	23	4.6
7.3	4	5	5	5	4	23	4.6
7.4	4	4	5	4	4	21	4.2
เฉลี่ย	3.93	4.93	4.67	4.93	4.44	22.89	4.58
	4.58						
ระดับคุณภาพ	คุณภาพดีมาก						

ตาราง 21 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	5	5	24	4.8
1.2	4	5	4	5	5	23	4.6
1.3	4	5	5	5	5	24	4.8
2.1	4	5	5	5	5	24	4.8
2.2	4	5	4	5	5	23	4.6
2.3	4	5	4	5	5	23	4.6
3.1	4	5	5	5	5	24	4.8
3.2	4	5	5	5	5	24	4.8
3.3	4	5	4	5	5	23	4.6
4.1	4	5	5	5	5	24	4.8
4.2	4	5	5	5	5	24	4.8
4.3	4	5	5	5	5	24	4.8
5.1	4	5	4	5	5	23	4.6
5.2	4	5	5	5	5	24	4.8
5.3	4	5	4	5	5	23	4.6
5.4	5	5	5	5	5	25	5
5.5	5	5	5	5	5	25	5
5.6	4	5	5	4	5	23	4.6
6.1	4	5	5	5	4	23	4.6
6.2	4	5	4	5	4	22	4.4
6.3	5	5	4	5	4	23	4.6
6.4	4	5	5	5	4	23	4.6
6.5	4	4	5	5	4	22	4.4
7.1	4	5	4	5	4	22	4.4
7.2	4	5	4	5	4	22	4.4
7.3	4	5	5	5	4	23	4.6
7.4	4	4	5	4	4	21	4.2
เฉลี่ย	4.11	4.93	4.63	4.93	4.67	23.26	4.65
	4.65						
ระดับคุณภาพ	คุณภาพดีมาก						

ตาราง 22 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง งาน และพลังงาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้					รวม	เฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	4.04	4.93	4.70	4.93	4.19	22.78	4.56	คุณภาพดีมาก
2	3.93	4.93	4.67	4.93	4.44	22.89	4.58	คุณภาพดีมาก
3	4.11	4.93	4.78	4.93	4.63	23.37	4.67	คุณภาพดีมาก
4	3.89	4.93	4.81	4.93	4.44	23.00	4.60	คุณภาพดีมาก
5	3.93	4.93	4.78	4.93	4.44	23.00	4.60	คุณภาพดีมาก
6	3.93	4.93	4.67	4.93	4.44	22.89	4.58	คุณภาพดีมาก
7	4.11	4.93	4.63	4.93	4.67	23.26	4.65	คุณภาพดีมาก
รวม/เฉลี่ย						23.03	4.61	คุณภาพดีมาก

ตาราง 23 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งาน และ
พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชนิดปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
12	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
19	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
39	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
46	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.6	ใช้ได้
47	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.6	ใช้ได้
48	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
50	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่คัดไว้ใช้

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)
1	0.79	0.31	16	0.67	0.34
2	0.71	0.39	17	0.63	0.28
3	0.75	0.25	18	0.58	0.22
4	0.71	0.39	19	0.46	0.24
5	0.71	0.39	20	0.71	0.39
6	0.63	0.28	21	0.63	0.28
7	0.71	0.39	22	0.79	0.31
8	0.63	0.28	23	0.63	0.28
9	0.63	0.28	24	0.75	0.25
10	0.63	0.28	25	0.67	0.34
11	0.67	0.34	26	0.71	0.39
12	0.75	0.25	27	0.67	0.34
13	0.63	0.28	28	0.63	0.28
14	0.63	0.28	29	0.63	0.28
15	0.67	0.34	30	0.75	0.25

ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.46-0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 – 0.39 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

ตาราง 25 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ชนิดอัตนัย จำนวน 12 ข้อ

สถานการณ์	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	1.2	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
	1.3	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
	1.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	2.1	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
	2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	2.3	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้

ตาราง 25 (ต่อ)

สถานการณ์	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
3	2.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	3.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	3.3	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
	3.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_D) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่คิดไว้ใช้

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P_D)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
1	0.72	0.78
2	0.64	0.75
3	0.50	0.67
4	0.50	0.71
5	0.71	0.76
6	0.61	0.78
7	0.54	0.80
8	0.51	0.69

ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.51-0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.69 – 0.80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87



ตาราง 27 การทดสอบสมมติฐาน wilcoxon signed rank test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง งาน และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ก่อนเรียน (เต็ม30)	หลังเรียน (เต็ม30)	difference	Positive	Diff	Rank	Signed rank
16	23	7	1	7	21	21
16	22	6	1	6	14	14
18	24	6	1	6	14	14
21	26	5	1	5	5	5
22	25	3	1	3	1	1
18	24	6	1	6	14	14
16	21	5	1	5	5	5
20	24	4	1	4	2	2
16	22	6	1	6	14	14
15	23	8	1	8	22	22
17	23	6	1	6	14	14
21	26	5	1	5	5	5
21	26	5	1	5	5	5
17	22	5	1	5	5	5
18	23	5	1	5	5	5
17	23	6	1	6	14	14
16	21	5	1	5	5	5
14	19	5	1	5	5	5
14	18	4	1	4	2	2
15	19	4	1	4	2	2
12	18	6	1	6	14	14
13	18	5	1	5	5	5

สมมติฐาน $H_0 : M = M_0$

$H_1 : M \neq M_0$

$\alpha : 0.05$

		Absolute Value
Positive Sum	193	193
Negative Sum	0	0
Critical Value	65	

ตาราง 28 การทดสอบสมมติฐาน wilcoxon signed rank test ของแบบการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

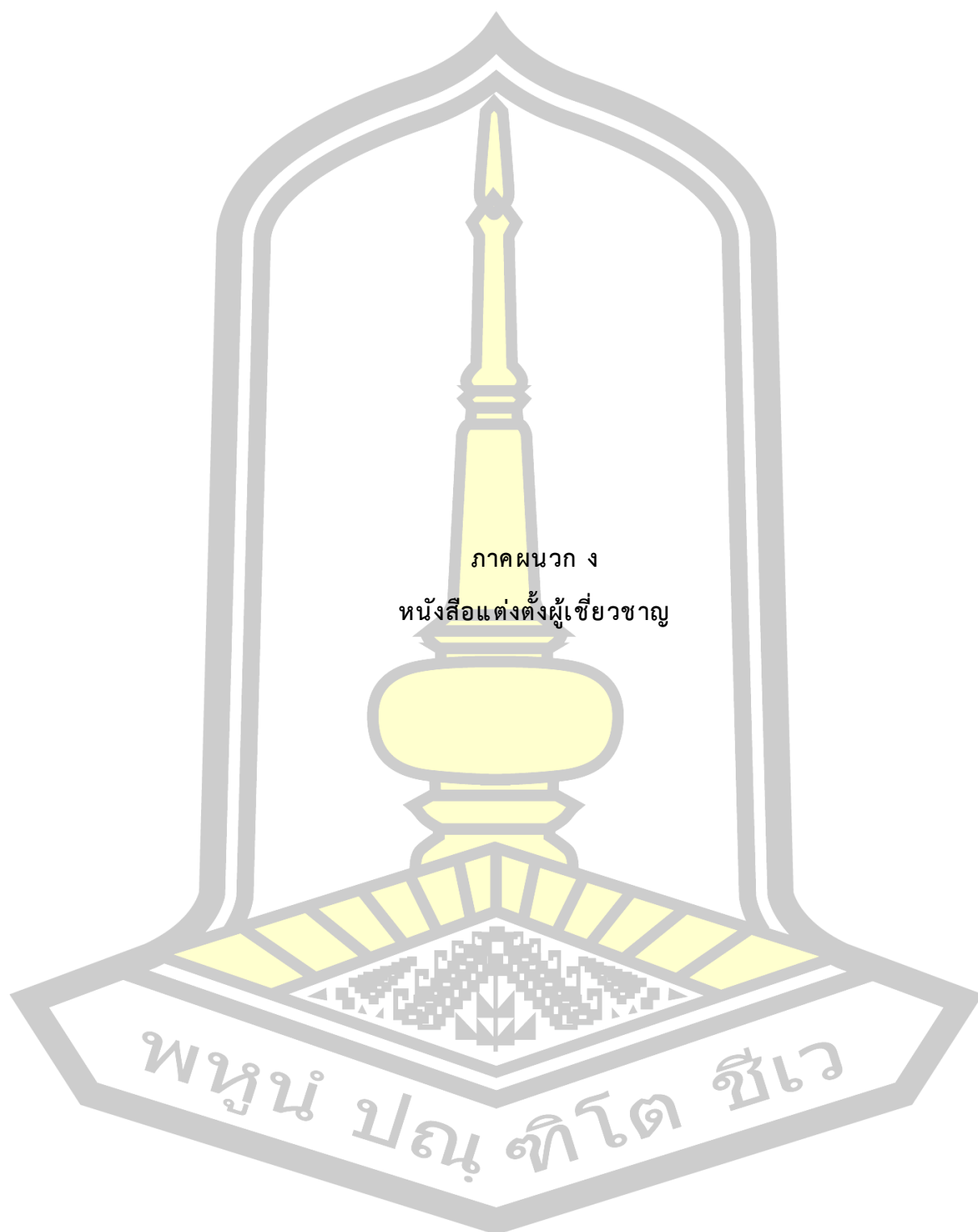
ก่อนเรียน (เต็ม32)	หลังเรียน (เต็ม32)	difference	Positive	Diff	Rank	Signed rank
18	24	6	1	6	11	11
17	23	6	1	6	11	11
18	24	6	1	6	11	11
23	28	5	1	5	10	10
18	24	6	1	6	11	11
20	24	4	1	4	4	4
24	28	4	1	4	4	4
16	23	7	1	7	17	17
18	24	6	1	6	11	11
23	26	3	1	3	1	1
20	24	4	1	4	4	4
16	20	4	1	4	4	4
17	20	3	1	3	1	1
21	29	8	1	8	18	18
22	28	6	1	6	11	11
16	20	4	1	4	4	4
17	30	13	1	13	22	22
18	27	9	1	9	21	21
20	28	8	1	8	18	18
22	25	3	1	3	1	1
20	24	4	1	4	4	4
23	31	8	1	8	18	18

สมมติฐาน $H_0 : M = M_0$

$H_1 : M \neq M_0$

$\alpha : 0.05$

		Absolute Value
Positive Sum	217	217
Negative Sum	0	0
Critical Value	65	





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว3250 วันที่ 23 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ

ด้วย นางสาวนิตยา อุปษมาย์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ส่วน ปณู ทิโต ม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว3406 วันที่ 9 ธันวาคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์

ด้วย นางสาวนิตยา อุปัทมาชัย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พหุ ม ประถมศึกษา



ที่ อว 0605.5(2)/ว3250

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

23 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาริชาติ ประเสริฐสังข์

ด้วย นางสาวนิตยา อุปัทมาญ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี อาจารย์ดร.อารยา ปิยะกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0973192472



ที่ อว 0605.5(2)/ว3250

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

23 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายบรรจบ สายสมบัติ

ด้วย นางสาวนิตยา อุบัติชัย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี อาจารย์ดร.อารยา ปิยะกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0973192472



ที่ อว 0605.5(2)/ว3250

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

23 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.กมลรัตน์ ฉิมพาลี

ด้วย นางสาวนิตยา อุปัทมาชัย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0973192472



ที่ อว 0605.5(2)/ว3298

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

30 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

ด้วย นางสาวนิตยา อูปัชฌาย์ นิลิตปริญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี อาจารย์ดร.อารยา ปิยะกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวนิตยา อูปัชฌาย์ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิตยาจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4374-3174

เบอร์โทรนิสิต 0973192472

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวนิตยา อู๋ขนิมย์
วันเกิด	30 มิถุนายน 2537
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลวชิรพยาบาล จ.สกลนคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	62 หมู่ที่ 20 ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์ จังหวัดสกลนคร พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดสกลนคร พ.ศ. 2559 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขา ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2563 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาหลักสูตรและการ สอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ทัโต ชีเว