



# รายงานการวิจัย

## เรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการ  
เรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)  
ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒

Development of Calculus Learning Activity by Using  
Brain-based Learning for Pre-cadets 2<sup>nd</sup> Year

## โดย

นาวาอากาศโทหญิง องค์กรอ อิมหาญ

อาจารย์กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร  
วิทย์ฐานะครุชำนานาญการ

โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ  
กองบัญชาการกองทัพไทย



# รายงานการวิจัย

## เรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการ  
เรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒

Development of Calculus Learning Activity by Using  
Brain-based Learning for Pre-cadets 2<sup>nd</sup> Year

## โดย

นาวาอากาศโทหญิง องค์กรอ อิมหาญ

อาจารย์กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร  
วิทย์ฐานะครูชำนาญการ

โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ  
กองบัญชาการกองทัพไทย

## บทคัดย่อ

- ชื่อเรื่อง** : การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒
- โดย** : นาวาอากาศโทหญิง องค์กร อึ้ง ทิมหาญ
- สาขาวิชา** : คณิตศาสตร์
- ปีการศึกษา** : ๒๕๖๓

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ๑) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ๒) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ๓) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ซึ่งเป็นการวิจัยแบบเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยใช้แผนแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียว (One Group Pretest - Posttest Design) โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก จำนวน ๑ ตอนเรียน รวม ๓๓ นาย ได้มาโดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยใช้ตอนเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ๑) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส สำหรับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) จำนวน ๑๗ แผนการจัดการเรียนรู้ ๒) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส แบ่งเป็น ๒ ชุด คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน) และชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน) ๓) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส จำนวน ๓๐ ข้อ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ๔ ตัวเลือก แบ่งเป็นเรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน จำนวน ๑๐ ข้อ และเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน จำนวน ๒๐ ข้อ และ ๔) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วน ๕ ระดับ จำนวน ๑๕ ข้อ

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ที่ทดลองใช้ ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๓๓ นาย ดำเนินการ

จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) พร้อมทั้งนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งนำคะแนนของนักเรียนที่ร่วมกิจกรรมและทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรม และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียนหาค่าเฉลี่ยร้อยละ เพื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ๗๕/๗๕ โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน และให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

### สรุปผลการวิจัย

๑. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ พบว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม มีประสิทธิภาพ ๗๖.๘๗/๘๒.๑๒ ซึ่งสอดคล้องเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ๗๕/๗๕

๒. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๓.๖๑ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๒๑.๖๑ โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕

๓. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ในภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

**คำสำคัญ :** การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning : BBL), ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

## ABSTRACT

**Title** : Development of Calculus Learning Activity by Using Brain-based Learning for Pre-cadets 2<sup>nd</sup> Year

**By** : Wing Commander Onglaor Thuemhan

**Major Field** : Mathematics

**Academic Year** : 2020

Development of calculus learning activity by using Brain-based Learning for pre-cadets 2<sup>nd</sup> year of academic year 2020 consists of three objectives: 1) to develop calculus learning activity for pre-cadets 2<sup>nd</sup> year; 2) to compare learning achievement of before and after learning of pre - cadets 2<sup>nd</sup> year; and 3) to investigate the pre-cadets' satisfaction with calculus learning activity by using Brain-based Learning. The study is quasi-experimental research conducted using One Group Pretest - Posttest design. A total of one class consisting of 33 pre - cadets 2<sup>nd</sup> year in the second semester of academic year 2020 of Armed Forces Academies Preparatory School - situated in Ban Na district, Nakhon Nayok - were selected randomly as the sample by Cluster Sampling method. The tools which were used for the study consisted of the followings: 1) 17 calculus lesson plans with Brain-based Learning for pre-cadets 2<sup>nd</sup> year, 2) Math learning activities for teaching calculus which were divided into two topics: Limits and continuity of functions, and Function derivative and applications of derivative, 3) Achievement tests on calculus with 30 questions in multiple-choice type which the tests were split into two parts: part one with 10 questions on Limits and continuity of functions, and part two with 20 questions on Function derivative and applications of derivative; and 4) a questionnaire entailed 15 items on students' satisfactions with Brain-based Learning which was measured by Likert scale (1-5 rating scale).

The researcher collected the data by using the modified-version pretest on the sample, which were 33 pre - cadets 2<sup>nd</sup> year in the second semester of academic year 2020, before they learn math on calculus. The researcher conducted teaching using Brain-based Learning and the calculus lesson plans on the sample, then collected scores from class participation, worksheets, and the posttest to find

the average percentage of their achievements after learning calculus. The ensuing result was compared with the predefined standard: performance criterion by 75/75. The researcher assigned the students answered the questionnaire and analyzed their satisfactions by using the Brain-based Learning.

### **Research findings**

1. The analysis of the Brain-based Learning activity used on pre-cadets 2<sup>nd</sup> year of academic year 2020' performance showed the tools were effective by 76.97/82.12 which was in accordance with the predefined standard criterion by 75/75.

2. The learning achievements comparison between pretest and posttest on pre-cadets 2<sup>nd</sup> year - learnt with the Brain-based Learning activity showed the pretest with an average learning achievement of 3.61 and the posttest with an average of 21.61 which was higher than the pretest's and was statistically significant at the 0.05 level.

3. The pre-cadets 2<sup>nd</sup> year' satisfaction with the Brain-based Learning activity showed that their levels of satisfaction were at high level.

**Keywords:** Brain-based Learning (BBL), Learning activity

## คำนำ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ เป็นงานวิจัยเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ประกอบด้วย ความพร้อมทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ การเรียนรู้ศึกษาทฤษฎี และขั้นปฏิบัติ โดยการใช้ความรู้ จากทฤษฎีประกอบการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากการสร้างทักษะจากง่ายไปยาก และการฝึกฝนซ้ำ ๆ นำสู่การสรุปแนวความคิดรวบยอดเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง สามารถการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา มุ่งหวังเพิ่มพูนการเรียนรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามแนวทางการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ และสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของโรงเรียนเตรียมทหาร ที่มุ่งผลิตนักเรียนเตรียมทหารให้มีความเป็นผู้นำและเป็นเลิศทางวิชาการในระดับมัธยมศึกษาของประเทศและอาเซียน มุ่งสู่การเป็น DIGITAL AFAPS ภายใน พ.ศ.๒๕๖๕ และ SMART AFAPS ภายใน พ.ศ.๒๕๘๐

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียน การสอนและการสร้างชุดกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

นาวาอากาศโทหญิง

(องค์ล่อ ทิมหาญ)

อาจารย์กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร

สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบเครื่องมือและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้บังคับบัญชา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ ทุกระดับชั้น

ขอบคุณเจ้าของงานวิจัย เอกสาร ตำราที่ผู้วิจัยนำมาอ้างอิงในการวิจัย ทำให้งานวิจัย มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ตอนเรียนที่ ๑๘ รุ่นที่ ๖๒ ที่ให้ความร่วมมือ ในการทำการวิจัยอย่างดียิ่ง

สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของงานวิจัยฉบับนี้ขอมอบเป็นเกียรติแก่ บิดา มารดา และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้กล่าวมาข้างต้น

นาวาอากาศโทหญิง

(องค์ล่อ ทิมหาญ)

อาจารย์กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร

สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	
คำนำ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
<b>บทที่ ๑ บทนำ</b>	<b>๑</b>
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	๑
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	๕
ขอบเขตของการวิจัย	๕
ระเบียบวิธีวิจัย	๖
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	๗
นิยามศัพท์	๗
<b>บทที่ ๒ การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>๙</b>
หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐)	๑๐
หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐)	๑๑
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรของโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐)	๑๓
แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้	๑๖
การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)	๒๕
แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ	๓๘
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๓๙
กรอบแนวคิดในการวิจัย	๔๗
<b>บทที่ ๓ วิธีการดำเนินการวิจัย</b>	<b>๔๘</b>
การออกแบบวิจัย	๔๘
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	๔๙
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	๔๙
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	๕๐
การเก็บรวบรวมข้อมูล	๕๙
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	๕๙

## สารบัญ (ต่อ)

<b>บทที่ ๔ ผลของการวิจัย</b>	<b>๖๓</b>
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒	๖๔
ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒	๖๖
ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒	๖๗
<b>บทที่ ๕ สรุปผล อภิปราย ข้อเสนอแนะ</b>	<b>๖๙</b>
สรุปผลการวิจัย	๗๐
อภิปรายผลการวิจัย	๗๑
ปัญหาและอุปสรรค	๗๓
ข้อเสนอแนะ	๗๔
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>๗๕</b>
<b>ภาคผนวก</b>	<b>๘๐</b>
ผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	๘๑
ผนวก ข หนังสือตอบรับผู้ทรงคุณวุฒิ	๘๓
ผนวก ค ผลการหาคคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	๘๗
ผนวก ง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	๑๐๒
ผนวก จ ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้	๑๐๗
ผนวก ฉ ตัวอย่างชุดกิจกรรมการเรียนรู้	๑๓๔
ผนวก ช ผลงานนักเรียน	๑๘๔
ผนวก ซ Print out ผลการวิเคราะห์	๑๘๗
<b>ประวัติย่อผู้วิจัย</b>	<b>๑๙๑</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
๒.๑	โครงสร้างกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหาร	๑๔
๓.๑	รายละเอียดของเนื้อหาส่วนที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้	๕๐
๔.๑	ผลประสิทธิภาพของกระบวนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ชุดกิจกรรมที่ ๑ เรื่องลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน	๕๔
๔.๒	ผลประสิทธิภาพของกระบวนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ชุดกิจกรรมที่ ๒ เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน	๖๐
๔.๓	ผลประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) โดยประเมินจากการที่ผู้เรียนทั้งหมดได้ทำใบกิจกรรม ทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อย ในชุดกิจกรรมที่ ๑ และชุดกิจกรรมที่ ๒	๖๔
๔.๔	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ ๗๕	๖๕
๔.๕	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒	๖๖
๔.๖	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒	๖๗

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
	๑.๑ ระเบียบวิธีในการวิจัย	๖
	๒.๑ กรอบแนวคิดในการวิจัย	๔๗

# บทที่ ๑

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาในศตวรรษที่ ๒๑ เป็นการเตรียมคนเพื่อเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว รุนแรง พลิกผันอย่างคาดไม่ถึง คนยุคใหม่จึงต้องมีทักษะที่สูงขึ้นเพื่อเรียนรู้และปรับตัว ดังนั้นครูจึงต้องพัฒนาตนเองให้มีทักษะของการเรียนรู้และทักษะในการทำหน้าที่ของครูในศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งแตกต่างจากการทำหน้าที่ครูในศตวรรษที่ ๑๙ หรือ ๒๐ (วิจารณ์ พานิช, ๒๕๕๖ อ้างถึงใน อมรรัตน์ เตชะนอก และคณะ, ๒๕๖๓) จึงส่งผลให้ระบบการศึกษาจำเป็นต้องปรับตัว โดยไม่ใช่แค่การปฏิรูปเพียงครั้งคราว แต่ต้องเป็นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการของเยาวชน สังคม และตลาดแรงงานทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งผู้กำหนดนโยบายและบุคลากรด้านการศึกษาของไทย ล้วนตระหนักว่า การศึกษาควรจะมุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีทักษะที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและสอดคล้องกับสังคมในอนาคต และ ฮิวจ์ เดลานี (๒๐๑๙) กล่าวว่า การเรียนรู้ในแบบกระบวนทัศน์ใหม่เรียกได้ว่าเป็นการจัดการศึกษายุคฐานแห่งเทคโนโลยี (Technology Based Paradigm) โดยพิมพ์พร ทะสี (๒๕๖๓) ได้ให้คุณลักษณะที่สำคัญ ๓ ประการของการเตรียมเด็กไทยสู่ศตวรรษที่ ๒๑ คือ นักเรียนมีทักษะที่หลากหลาย สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น แก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่มีข้อจำกัดหรือขอบเขตในการมองหาโอกาสใหม่ ๆ ที่มีอยู่อย่างมากมาย และต้องมีทักษะด้านภาษา และ จักรกฤษณ์ สิริริน (๒๕๖๒) ได้กล่าวว่า “ทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑” จะช่วยชี้นำวิธีการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาชีวิตของผู้เรียนให้มีคุณภาพและประสบความสำเร็จ ด้วยองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นในการเรียนรู้ของนักเรียนทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ คือ นักเรียนมีความรู้และความเชี่ยวชาญในเนื้อหา รวมไปถึงการมองโลกแห่งความเป็นจริง โดยอาศัยมาตรการการประเมินประสิทธิภาพระบบการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นในการประเมินสมรรถนะของนักเรียน จึงต้องอาศัยหลักสูตรและการสอน วิธีการเรียนรู้นวัตกรรมที่บูรณาการการใช้เทคโนโลยี สนับสนุนแนวทางเพิ่มเติมในการใช้ปัญหาเป็นฐานและทักษะการคิดขั้นสูง

เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งวิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ

อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติ ให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ ญัฐพล เฟื่องฟุ้ง (๒๕๖๐) เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนผ่านการจัดการทดสอบในระดับชาติ หรือการสอบ O-NET (Ordinary National Educational Test) จัดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) เพื่อทดสอบความรู้และความคิดของนักเรียน นำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนของโรงเรียน ในการประเมินผลการเรียนรู้อิงของนักเรียนระดับชาติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ในปีการศึกษา ๒๕๖๑ มีคะแนนเฉลี่ย ๗๕.๒๙ และในปีการศึกษา ๒๕๖๒ มีคะแนนเฉลี่ย ๖๘.๐๖ จากผลดังกล่าว พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารมีคะแนนเฉลี่ยลดลง

สิ่งที่สำคัญที่ทำให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จและผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น คือการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้สอดคล้องกับวัยและโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งประเสริฐ บุญเกิด เลขาปิยะอัจฉริยะ และ นิจสุตา อภินันทาภรณ์ (๒๕๕๘) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามหลักการพัฒนาสมอง หรือ BBL (Brain-based Learning) เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการด้านโครงสร้างและการทำงานของสมอง เหมาะสมกับทุกช่วงวัย ตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดาถึงวัยชรา หลักการสำคัญในการเรียนรู้ของสมองเด็กปฐมวัยและประถมศึกษา คือ “เล่นคือเรียน เรียนคือเล่น” ต้องเรียนด้วยความเข้าใจมากกว่าความจำ เรียนรู้จากการสัมผัสจับต้องของจริงไปสู่สัญลักษณ์ ด้วยอารมณ์ที่เปิดรับการเรียนรู้ และต้องเรียนรู้ด้วยการลงมือทำ (Active learning) แทนการนั่งฟังบรรยายเพียงอย่างเดียว (Passive learning) เช่นเดียวกับสมองวัยรุ่น เนื่องจากสมองส่วนอารมณ์เจริญเร็วกว่าส่วนเหตุผล การได้ลงมือปฏิบัติตามความสนใจจะส่งเสริมให้วัยรุ่นค้นพบความถนัดและศักยภาพของตนเอง ส่วนการเรียนรู้ของสมองวัยทำงาน สมองส่วนเหตุผลเจริญเต็มที่ จึงมุ่งเน้นความสำเร็จตามเป้าหมาย สมองวัยชราเริ่มเสื่อมสภาพ จึงต้องจัดการเรียนรู้ผ่านช่องทางที่ยังใช้งานได้ วิธีปฏิบัติตนเพื่อไม่ให้สมองเสื่อม ประกอบด้วย ๓ คำสำคัญคือ “Walk (เดิน), Work (ทำงาน), Sweat (ออกกำลังกายให้เหงื่อออก)” BBL (Brain-based Learning) หมายถึง การเรียนรู้ที่ใช้โครงสร้างและหน้าที่ของสมองเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ โดยไม่สกัดกั้นการทำงานของสมอง แต่เป็นการส่งเสริมให้สมองได้ปฏิบัติหน้าที่ให้สมบูรณ์ที่สุดภายใต้แนวคิดที่ว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ ทุกคนมีสมองพร้อมที่จะทำเรียนรู้มาตั้งแต่กำเนิด

การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการของสมองแต่ละช่วงวัย เป็นการนำองค์ความรู้เรื่องสมองมาใช้เป็นฐานในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ โดยมีที่มาจากศาสตร์การเรียนรู้ ๒ สาขา คือ ความรู้ทางประสาทวิทยา (Neurosciences) ซึ่งอธิบายที่มาของความคิดและจิตใจของมนุษย์โดยเฉพาะในด้านที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับทักษะการเรียนรู้ อันได้แก่ ความสามารถในการเรียนรู้ ความจำ ความเข้าใจ และความชำนาญ โดยผ่านทฤษฎีว่าด้วยการทำงานของสมองเป็นสำคัญ และแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้

(Learning Theories) ต่าง ๆ ที่อธิบายเกี่ยวกับการเรียนรู้ของสมองมนุษย์ และกระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นและพัฒนาการ การบูรณาการองค์ความรู้ทั้ง ๒ สาขาเข้าด้วยกันทำให้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตั้งอยู่บนฐานของการทำให้สมองมีการเปลี่ยนแปลง สมองมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อการเรียนการสอนแบบใด และอย่างไร ซึ่งทั้งหมดนี้นำไปสู่การจัดกิจกรรมระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน การจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และที่สำคัญคือการออกแบบและใช้เครื่องมือเพื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเน้นว่าต้องทำให้ผู้เรียนสนใจ เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ และการจดจำตามมา และนำไปสู่ความสามารถในการใช้เหตุผล เข้าใจความเชื่อมโยงสัมพันธ์ในทุกมิติของชีวิต ซึ่ง Ghazala Noureen, Riffatun Nisa Awan and Hijab Fatima (๒๐๑๗) ได้ศึกษาผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดเรียนรู้ได้อย่างสูงสุด และจากการศึกษาผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โดยใช้การวัดผลทั้งแบบก่อนและหลังเรียนเป็นตัวแปรควบคุมกลุ่มทดลองจะได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมจะได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยดังกล่าวยังเผยให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานต้องใช้เวลามากกว่าเมื่อเทียบกับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตามก็ตีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มทดลองพัฒนาดีขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วราภรณ์ เพ็ชชะ และ สุทธิพร บุญส่ง (๒๕๖๓) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากการศึกษาวิจัยพบว่าการจัดการเรียนการสอน โดยใช้สมองเป็นฐานส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น ดังนั้นจะพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีส่วนช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และพัฒนาทักษะทางการคิดให้ผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น

จากประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย พบว่าในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาในรูปแบบเชิงประจักษ์ ขาดทักษะในการแก้ปัญหา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ไม่สามารถเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับ ชนกกานต์ สหัสทัศน์, บรรจง จงรัก และวรรณพล พิมพ์พะสาตี (๒๕๕๘) ได้ศึกษาปัญหาในการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิต ๑ พบว่ามีปัญหาในการเรียนอยู่ ๒ ประเภท คือ ปัญหาที่เกิดจากผู้เรียนเอง ซึ่งประกอบไปด้วยความไม่รู้เดิมของผู้เรียน การไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ การขาดเรียนบ่อย การไม่สนใจเรียน การที่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ การไม่ชอบการคำนวณ และการไม่ฝึกทำแบบฝึกหัด และปัญหาที่เกิดจากตัวรายวิชาเอง ซึ่งประกอบไปด้วย สูตรและเนื้อหาที่มีจำนวนมาก ความยากของรายวิชา จากผลจากการศึกษาปรากฏ

ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา คือ ควรมีการจัดการสอนเสริมเพื่อเสริมสร้างความรู้พื้นฐานเพื่อการเรียนในรายวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ ควรมีการจัดการบรรยากาศในชั้นเรียนให้เหมาะสมพร้อมด้วยสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และควรมีการกำหนดจำนวนผู้เรียนในแต่ละห้องให้เหมาะสม อีกทั้งจากการวิเคราะห์ผลการสอบกลางภาคของนักเรียนเตรียมทหารรุ่นที่ ๖๑ และ ๖๒ ในเนื้อหาเรื่องแคลคูลัส ซึ่งเกี่ยวกับกับลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ จากรายงานผลการสอบกลางภาคเรียน ปีการศึกษา ๒๕๖๑ และปีการศึกษา ๒๕๖๒ นักเรียนเตรียมทหาร รุ่นที่ ๖๑ สอบได้คะแนนเฉลี่ย ๑๙.๐๗ คะแนน และนักเรียนเตรียมทหาร รุ่นที่ ๖๒ สอบได้คะแนนเฉลี่ย ๑๗.๐๕ คะแนน จากคะแนนเต็ม ๓๐ คะแนน ซึ่งผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวมีค่าลดลงตามลำดับ

ดังนั้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น ครูควรมีเทคนิคการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านการคิด วิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่ง ทศวรรษ รามณรงค์ (๒๕๖๑) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนทุกระดับ ถือว่าเป็นนวัตกรรมการสอนที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและเป็นสื่อที่มีความเหมาะสมช่วยสร้างความสนใจ รวมทั้งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละคน ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแสวงหาความรู้ไม่เบียดเบียนในการเรียน มีส่วนร่วมในการเรียน และสร้างความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดกิจกรรมมีการจัดระบบการใช้สื่อ ผลิตสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งมีข้อเสนอแนะ การใช้สำหรับครู ทำให้ครูมีความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง ชุดกิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถและความถนัดของแต่ละบุคคล เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการคิด การตัดสินใจ และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนรู้จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ที่ชัดเจน รู้วิธีการที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ การจะใช้ชุดกิจกรรมให้ประสพผลสำเร็จ นักเรียนจะต้องมีการทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิด มีการระดมสมอง การพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพของสมอง โดยการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามหลัก Brain-based Learning บูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ได้แก่ กระบวนการเรียนรู้ (Teaching & Learning) อุ่นเครื่อง (Warm – up) เป็นกิจกรรมที่ทำเพื่อให้สมองตื่นตัว ชี้นำเสนอความรู้ (Present) ชี้นำมือเรียนรู้ ฝึกทำ ฝึกฝน (Learning – Practice) ชี้นำสรุปความรู้ (Summary) การเรียนรู้จะดำเนินมาตั้งแต่ขั้นเริ่มเรียนรู้ความรู้ใหม่ (Present) และสรุปความรู้โดยใช้ Graphic Organizers เข้าช่วยกระตุ้นให้เกิดทักษะการคิด

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส โดยนำการจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานร่วมกับการใช้ชุดกิจกรรม เพื่อแก้ปัญหาผู้เรียน โดยมุ่งหวังเพิ่มพูนการเรียนรู้ทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งเพื่อให้สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของโรงเรียนเตรียมทหาร ที่มุ่งผลิตนักเรียนเตรียมทหารให้มีความเป็นผู้นำและเป็นเลิศทางวิชาการ



ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศและอาเซียน มุ่งสู่การเป็น DIGITAL AFAPS ภายใน พ.ศ.๒๕๖๕ และ SMART AFAPS ภายใน พ.ศ.๒๕๘๐ โดยเสริมสร้างให้นักเรียนมีความสามัคคีเป็นผู้นำ มีความอดทนทั้งร่างกายและจิตใจ มีวินัย ยึดมั่นในระบบเกียรติศักดิ์ และมีความรู้ความสามารถ พร้อมด้วยคุณธรรมจริยธรรม เพื่อศึกษาต่อใน โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช และโรงเรียนนายร้อยตำรวจ ได้อย่างมีคุณภาพ

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ๗๕/๗๕

๒. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

๓. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

## ขอบเขตของการวิจัย

๑. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก จำนวน ๒๔ ตอนเรียน จำนวน ๗๙๐ นาย

๒. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐) ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ๔ ค ๓๓๒๐๔ เรื่อง แคลคูลัส แบ่งเป็น ๒ หัวข้อคือ

๒.๑ ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน

๒.๒ อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน

๓. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

๓.๑ ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

### ๓.๒ ตัวแปรตาม ได้แก่

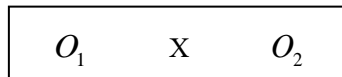
๓.๒.๑ ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส

๓.๒.๒ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ หลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

๓.๒.๓ ความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

### ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบเชิงกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) โดยใช้แผนแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียว (One Group Pretest - Posttest Design) โดยมีการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน ดังแผนภาพต่อไปนี้



รูปที่ ๑.๑ ระเบียบวิธีในการวิจัย

เมื่อ	$O_1$	แทน	การทดสอบก่อนเรียนโดยแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Pretest)
		X	แทน การดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ (Treatment)
	$O_2$	แทน	การทดสอบหลังเรียน โดยแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Posttest)
สมชาย วรกิจเกษมสกุล (๒๕๕๔)			

## ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

๑. ทำให้ได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ที่มีประสิทธิภาพ
๒. ทำให้ทราบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
๓. ได้แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ในเรื่องอื่น ๆ หรือรายวิชาอื่น ๆ
๔. เป็นแนวทางให้กับนักเรียนเตรียมทหารเกิดการเรียนรู้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในสังคม จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

## นิยามศัพท์

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะมีความหมายดังนี้

**นักเรียน** หมายถึง นักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ รุ่นที่ ๖๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

**การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain based Learning : BBL)** หมายถึง แนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักการของสมองกับการเรียนรู้ การเรียนรู้ต้องใช้ทุกส่วนทั้งการคิด ความรู้สึก และการลงมือปฏิบัติไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ประกอบด้วยขั้นที่ ๕ ขั้นตอน

ขั้นที่ ๑ การเตรียมความพร้อมทั้งทางด้านร่างกาย และจิตใจ

ขั้นที่ ๒ การเรียนรู้ศึกษาทฤษฎี

ขั้นที่ ๓ ขั้นปฏิบัติโดยการใช้ความรู้จากทฤษฎีประกอบการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากการสร้างทักษะจากง่ายไปยาก และการฝึกฝนซ้ำ ๆ

ขั้นที่ ๔ ขั้นสรุปแนวความคิดรวบยอดเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง

ขั้นที่ ๕ การนำความคิดรวบยอดมาสร้างในรูปแบบแผนผังมโนทัศน์ (Graphic Organizers) ซึ่งเป็นรูปแบบของการสื่อสารเพื่อให้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน หรือประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา สร้างสรรค์เป็นผลงานจากองค์ความรู้เดิม

**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้** หมายถึง ชุดนวัตกรรมและสื่อทางการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการพัฒนาผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา ซึ่งเกิดจากการแสวงหาความรู้ อย่างมีระบบขั้นตอน โดยกำหนดหัวข้อที่ชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์ในการเรียนรู้ กำหนดกิจกรรม

การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และออกแบบประเมินผลก่อนและหลังการเรียนรู้ของผู้เรียน พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส** หมายถึง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ๔ รหัสวิชา ค ๓๓๒๐๔ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้สอดคล้องตามหลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๐) ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) มีทั้งหมด ๒ ชุด คือ

ชุดที่ ๑ ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน

ชุดที่ ๒ อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน

**ผลการสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้** หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถของผู้เรียน อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ซึ่งเกิดจากการฝึกฝน และประสบการณ์ของแต่ละบุคคลโดยวัดได้จากการทดสอบแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ๔ ตัวเลือก จำนวน ๓๐ ข้อ แบ่งเป็น เรื่องลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน จำนวน ๑๐ ข้อ และเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน จำนวน ๒๐ ข้อ

**ประสิทธิภาพ ๗๕/๗๕** หมายถึง ประสิทธิภาพของการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โดย

๗๕ ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) โดยประเมินจากการที่ผู้เรียนทั้งหมดได้มาจากคะแนนใบงาน ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด ในแต่ละชุดกิจกรรม ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ๗๕

๗๕ ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) โดยที่ผู้เรียนทั้งหมดได้ทำแบบทดสอบย่อยในแต่ละชุดกิจกรรม ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ๗๕

**ความพึงพอใจ** หมายถึง ความรู้สึกนิยมชมชอบต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ วัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า ๕ ระดับ จำนวน ๑๕ ข้อ

## บทที่ ๒

### การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ผู้วิจัยขอเสนอแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อ ดังนี้

๑. หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐)
๒. หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๐)
๓. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรของโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐)
๔. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
  - ๔.๑ ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
  - ๔.๒ แนวคิดทฤษฎีในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้
  - ๔.๓ ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
  - ๔.๔ องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
  - ๔.๕ การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
  - ๔.๖ เกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
๕. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)
  - ๕.๑ ความหมายของการเรียนรู้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)
  - ๕.๒ องค์ประกอบของการเรียนรู้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)
  - ๕.๓ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ผ่านแนวทางการจัดการเรียนรู้สมองเป็นฐาน BBL
๖. แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ
  - ๖.๑ ความหมายของความพึงพอใจ
  - ๖.๒ การวัดความพึงพอใจ
๗. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## ๑. หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๕ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐)

เป็นหลักสูตรในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานตามแนวนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศ เป็นการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล ให้ผู้เรียน พัฒนาคุณภาพชีวิตและให้สามารถหาประโยชน์ให้กับสังคมตามบทบาทและหน้าที่ของตนในฐานะ พลเมืองดีตามระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตยที่มีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข โดยให้นักเรียน เตรียมทหารได้พัฒนาเชี่ยวชาญ มีความรู้ และทักษะอันจำเป็นต่อการประกอบอาชีพทหาร-ตำรวจ ร่วมพัฒนาสังคมด้วย แนวทางและวิธีการใหม่ ๆ และบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม ในการจัดการศึกษาตามหลักสูตรนี้ มุ่งปลูกฝังให้นักเรียนเตรียมทหารมีคุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

๑. มีความรู้และทักษะในวิชาพื้นฐาน ๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ

๒. มีความรู้อันเป็นสากล มีทักษะด้านภาษาและสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการเพื่อการเรียนรู้ สื่อสาร ทำงานได้อย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

๓. สามารถเป็นผู้นำที่มีคุณสมบัติของผู้นำที่ดีและประพฤติตนให้เป็นสุภาพบุรุษอย่างแท้จริง

๔. มีความภูมิใจในความเป็นไทย พร้อมทั้งจะเสียสละอุทิศชีวิตและประโยชน์สุขส่วนตน เพื่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์

๕. รักษาความสามัคคีในหมู่คณะยึดมั่นในระเบียบวินัยและแบบธรรมเนียมประเพณีของ ทหาร-ตำรวจ

๖. มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดริเริ่มสร้างสรรค์อย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ สมเหตุสมผลเพื่อสามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ และเพื่อให้ได้ แนวทางหรือวิธีการใหม่ ๆ เพื่อนำไปใช้ทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้กับสังคมและประเทศชาติ

๗. มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพทหาร-ตำรวจ และมีบุคลิกภาพ อุปนิสัย และสมรรถภาพทางร่างกาย เหมาะสมกับการเป็นนายทหาร-นายตำรวจ มุ่งมั่นในการพัฒนาประเทศตามบทบาทและหน้าที่ ของตน

๘. มีทักษะและความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ มาใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน รู้จักปรับตัวให้ทันการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของสังคมและสภาพแวดล้อม มีนิสัยรักการทำงาน เต็มใจในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

๙. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปวัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย ทรัพยากรธรรมชาติ และการพัฒนาสิ่งแวดล้อม

## ปรัชญา

โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

สามัคคี มีความรู้ คู่คุณธรรม

## ปณิธาน

โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

ผลิตนักเรียนเตรียมทหารให้มีความสามัคคี เป็นผู้นำ มีความอดทนทั้งร่างกายและจิตใจ มีวินัย ยึดมั่น  
ในระบบเกียรติศักดิ์ และมีความรู้ความสามารถ พร้อมด้วยคุณธรรมจริยธรรม เพื่อศึกษาต่อใน  
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินกษัตริยาธิราช และ  
โรงเรียนนายร้อยตำรวจได้อย่างมีคุณภาพ

## วิสัยทัศน์

โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

เป็นสถาบันหลักของชาติในการผลิตนักเรียนเตรียมทหาร ให้มีความเป็นผู้นำและเป็นเลิศทางวิชาการ  
ในระดับมัธยมศึกษาชั้นนำของประเทศ เป็นที่ยอมรับในอาเซียนและระดับสากล

โดยที่โครงสร้างหลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศหลักสูตรของ  
โรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐) เป็นหลักสูตรที่  
สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ในระดับมัธยมศึกษา  
ตอนปลายของกระทรวงศึกษาธิการ โดยมีระยะเวลาศึกษา ๒ ปี (มัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖) และสอดคล้อง  
กับการศึกษาต่อในโรงเรียนเหล่าทัพและโรงเรียนนายร้อยตำรวจ จัดเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้  
๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ความรู้ และทักษะที่สำคัญ  
และในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มุ่งเน้นการนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการ  
ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิตและศึกษาต่อการมีเหตุผล มีเจตคติที่ดี  
ต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างมี ระบบและสร้างสรรค์

**๒. หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ฉบับปรับปรุง  
พุทธศักราช ๒๕๖๐)**

### ๒.๑ เวลาเรียน

๑) หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร ใช้เวลาเรียนโดยปกติ ๒ ปี

๒) ใน ๑ ปีการศึกษา ให้แบ่งเป็นภาคเรียนปกติ ๒ ภาค ภาคเรียนละ ๑๖ - ๒๐

สัปดาห์

๓) ใน ๑ สัปดาห์ โรงเรียนต้องเปิดเรียนไม่น้อยกว่า ๕ วัน วันละไม่น้อยกว่า ๘ คาบ คาบละ ๕๐ นาที และจัดให้นักเรียนเตรียมทหารทำกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ได้แก่ กิจกรรมตามระเบียบโรงเรียนเตรียมทหาร กิจกรรมแนะแนว กิจกรรมชมรม กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ และกิจกรรมห้องสมุด รวมทั้งให้ นักเรียนเตรียมทหารได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมตามความสนใจ

## ๒.๒ หน่วยการเรียนรู้

๑) รายวิชาภาคทฤษฎีที่ใช้เวลาศึกษาในห้องเรียน ๒ คาบต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนที่มีระยะเวลา ๑๖ - ๒๐ สัปดาห์ ให้นับเป็น ๑ หน่วยกิต

๒) รายวิชาภาคปฏิบัติที่ใช้เวลาปฏิบัติ ๒ - ๓ คาบต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนที่มีระยะเวลา ๑๖ - ๒๐ สัปดาห์ ให้นับเป็น ๑ หน่วยกิต

๓) รายวิชาใดที่มีจำนวนคาบมากกว่าหรือน้อยกว่า ๒ คาบต่อสัปดาห์ต่อภาคเรียน ให้มีหน่วยกิตมากขึ้นหรือน้อยลงเป็นไปตามสัดส่วน

## ๒.๓ วิชาการศึกษา

นักเรียนเตรียมทหารจะต้องเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน ๘ กลุ่ม ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ

## ๒.๔ การประเมินผลการเรียน

การประเมินผลการเรียน ให้เป็นไปตามระเบียบกองบัญชาการกองทัพไทยว่าด้วยการประเมินผล การเรียนตามหลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พ.ศ.๒๕๕๙

## ๒.๕ เกณฑ์การจบหลักสูตร

๑) ต้องเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง ๘ กลุ่ม ครบตามโครงสร้างที่หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหารกำหนดได้รับการประเมินผลการเรียนทุกรายวิชา และได้รับการตัดสินผลการเรียนให้ผ่านทุกรายวิชา

๒) ต้องเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ครบตามที่หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหารกำหนด และได้รับการตัดสินให้ผ่านทุกกิจกรรมในทุกชั้นปี

๓) ต้องผ่านการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และได้รับการตัดสินให้ผ่าน

๔) ต้องผ่านการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนสื่อความ และได้รับการตัดสินให้ผ่าน



### ๓. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรของโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐)

#### ๓.๑ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

##### สาระที่ ๑ จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน และการใช้จำนวน  
ในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค ๑.๒ เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน และความสัมพันธ์  
ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค ๑.๓ ใช้การประเมินค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

##### สาระที่ ๒ การวัด

มาตรฐาน ค ๒.๑ เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค ๒.๒ แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

##### สาระที่ ๓ เรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๓.๑ อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค ๓.๒ ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

##### สาระที่ ๔ พีชคณิต

มาตรฐาน ค ๔.๑ อธิบายและวิเคราะห์รูปแบบ (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่างๆ

มาตรฐาน ค ๔.๒ ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ  
แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

##### สาระที่ ๕ การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค ๕.๑ เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค ๕.๒ ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นช่วยในการ  
คาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค ๕.๓ ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติ และความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและ  
แก้ปัญหา

##### สาระที่ ๖ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค ๖.๑ มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ  
ความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์  
และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## ๓.๒ โครงสร้างกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหาร

## ตารางที่ ๒.๑ ตารางแสดงโครงสร้างกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหาร

ชั้นปีที่/ ภาค เรียนที่	รายวิชาพื้นฐาน	รายวิชาเพิ่มเติม	จำนวน หน่วยกิต	เวลาเรียน คาบ/ สัปดาห์	เวลาเรียน คาบ/ ภาคเรียน
๑/๑	ค ๓๒๑๐๑ คณิตศาสตร์พื้นฐาน ๑ MATH 32101 Fundamental Mathematic 1	-	๑.๕	๓	๖๐
๑/๑	-	ค ๓๒๒๐๑ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ๑ MATH 32201 Supplementary Mathematics 1	๑.๐	๒	๔๐
๑/๒	ค ๓๒๑๐๒ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ๒ MATH 32201 Supplementary Mathematics 2	-	๑.๐	๒	๔๐
๑/๒	-	ค ๓๒๒๐๒ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ๒ MATH 32202 Supplementary Mathematics 2	๑.๕	๓	๖๐
๒/๑	ค ๓๑๑๐๓ คณิตศาสตร์พื้นฐาน ๓ MATH 33103 Fundamental Mathematics 3	-	๐.๕	๑	๒๐

ชั้นปีที่/ ภาค เรียนที่	รายวิชาพื้นฐาน	รายวิชาเพิ่มเติม	จำนวน หน่วยกิต	เวลาเรียน คาบ/ สัปดาห์	เวลาเรียน คาบ/ ภาคเรียน
๒/๑	-	ค ๓๓๒๐๒ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ๓ MATH 33203 Supplementary Mathematics 3	๒.๐	๔	๘๐
๒/๒	ค ๓๑๑๐๓ คณิตศาสตร์พื้นฐาน ๔ MATH 33104 Fundamental Mathematics 4	-	๑.๐	๒	๔๐
๒/๒	-	ค ๓๓๒๐๔ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ๔ MATH 33204 Supplementary Mathematics 4	๑.๕	๓	๖๐
รวม	๔ วิชา	๔ วิชา	๑๐.๐	๒๐	๔๐๐

### ๓.๓ คำอธิบายรายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ๔ ค ๓๓๒๐๔ ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาและฝึกทักษะเกี่ยวกับลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันพหุนาม ฟังก์ชันตรรกยะ ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติ อนุพันธ์ของฟังก์ชันแฉ่ง อนุพันธ์อันดับสูง การประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ปริพันธ์ของฟังก์ชันปริพันธ์ โดยการแทนที่ การประยุกต์ปริพันธ์ของฟังก์ชัน ปริพันธ์จำกัดเขต และการหาพื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้งกับแกน X

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า โดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิดทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ และมีความเที่ยงในตนเอง

การวัดและประเมินผล ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

ผลการเรียนรู้

- ๑) สามารถหาลิมิตของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้
- ๒) บอกได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องหรือไม่
- ๓) สามารถหาอนุพันธ์และนำความรู้เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันไปประยุกต์ได้
- ๔) สามารถหาปริพันธ์ไม่จำกัดเขตของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้
- ๕) สามารถหาปริพันธ์จำกัดเขตของฟังก์ชันบนช่วงที่กำหนดให้
- ๖) หาพื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้งบนช่วงที่กำหนดให้ได้
- ๗) แก้ปัญหาแคลคูลัสโดยใช้วิธีการที่หลากหลายได้ถูกต้อง
- ๘) แก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ของโจทย์แคลคูลัส โดยใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการ

ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

๙) ให้เหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงหรือการสร้างแผนภาพความคิดในเรื่อง แคลคูลัส ได้ถูกต้อง

๑๐) สื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง แคลคูลัส ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม

๑๑) เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์เรื่องแคลคูลัสกับศาสตร์อื่น ๆ และนำทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพทหารและตำรวจในอนาคตได้

๑๒) นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องแคลคูลัสไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ การดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพทหาร และตำรวจในอนาคตได้

๑๓) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และมีความสุขในการทำงานที่ได้รับมอบหมายเรื่อง แคลคูลัส

#### ๔. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

##### ๔.๑ ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ภาณุวัฒน์ เปรมปรี (๒๕๕๖) กล่าวถึงชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ สื่อการจัดการเรียนการสอน เพื่อใช้ในการพัฒนาคุณลักษณะในตัวนักเรียน เป็นเอกสารที่กำหนดแนวทางในการปฏิบัติกิจกรรมด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สุวธิดา ล้านสา (๒๕๕๘) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ สื่อประกอบการเรียนการสอนหรือนวัตกรรมการเรียนการสอนหลายอย่างที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ซึ่งจัดกิจกรรมไว้อย่างเป็นระบบในชุดหรือกล่องเดียวกัน ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นนั้นเป็นชุดกิจกรรมที่ให้

ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองอย่างมีระบบเป็นขั้นตอนเพื่อเป็นการเพิ่มทักษะด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ และทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง โดยครูคอยให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาเท่านั้น

กชกร พัฒเสมา (๒๕๕๘) กล่าวว่าชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการเรียนรู้ ที่ประกอบเข้าด้วยกันเป็นชุด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการออกแบบกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ประสบการณ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีจุดมุ่งหมายของการใช้ชุดกิจกรรมที่ชัดเจน สามารถสื่อสารระหว่างครูผู้สอนและผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง โดยมีคำแนะนำเพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ ทั้งที่เป็นกลุ่มย่อยและรายบุคคล

ทัศนวรรณ รมณรงค์ (๒๕๕๗) อธิบายเกี่ยวกับชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่รวบรวมสื่อ กระบวนการ และกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อเป็นสื่อกลางระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และประยุกต์ความรู้ในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรมค่านิยมที่พึงปรารถนา และคุณลักษณะที่พึงประสงค์

นภดล ยิ่งยงสกุล (๒๕๕๕, อ้างถึงใน สุมิตร คชรัตน์, ๒๕๖๑) ชุดกิจกรรม คือ ชุดการเรียนรู้หรือชุดการสอนนั่นเอง ซึ่งหมายถึงสื่อการสอนที่ครูเป็นผู้สร้างประกอบขึ้นด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิดและองค์ประกอบอื่นเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือและมีการนำหลักการทางจิตวิทยามาใช้ประกอบในการเรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จ

ดังนั้นสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ชุดนวัตกรรมและสื่อทางการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการพัฒนาผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา ซึ่งเกิดจากการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบขั้นตอน โดยกำหนดหัวข้อที่ชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์ในการเรียนรู้ โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และออกแบบประเมินผลก่อนและหลังการเรียนรู้ของผู้เรียน พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกำหนดหัวข้อที่ชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์ในการเรียนรู้ โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และออกแบบประเมินผลก่อนการเรียนรู้ของผู้เรียน พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

#### ๔.๒ แนวคิดทฤษฎีของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

กิ่งแก้ว ศรีสาสิกุลรัตน์ (๒๕๖๒) กล่าวว่าในการนำชุดการสอนมาใช้นั้น อาศัยแนวคิดหลักการตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ มี ๕ ประการ คือ

๑) แนวคิดตามหลักจิตวิทยา เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยจัดให้ผู้เรียน มีอิสระในการเรียนรู้ตามความสามารถ และอัตราการเรียนรู้ของแต่ละคน

๒) แนวคิดที่จะเปลี่ยนการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางมาเป็นแบบให้ผู้เรียนศึกษา ด้วยตนเอง โดยใช้สื่อประสมที่ตรงตามเนื้อหา โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ

๓) แนวคิดที่จะจัดระบบการผลิต การใช้สื่อการสอนในรูปแบบของสื่อประสม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปลี่ยนจากการใช้สื่อช่วยครูมาเป็นใช้สื่อเพื่อช่วยนักเรียนในการเรียนรู้

๔) แนวคิดที่จะสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับสภาพแวดล้อม โดยนำสื่อการสอนมาใช้ร่วมกับกระบวนการกลุ่มในการประกอบ กิจกรรมการเรียนการสอน

๕) แนวคิดที่ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาจัดสภาพการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรม ด้วยตนเอง และมีผลย้อนกลับทันทีว่าตอบถูกหรือตอบผิด มีการเสริมแรงทำให้ผู้เรียน เกิดความภาคภูมิใจในและต้องการที่จะเรียนต่อไป ได้เรียนรู้ทีละน้อย ๆ ตามลำดับขั้นตามความสามารถ และความสนใจของแต่ละคน

ทศวรรษ รามณรงค์ (๒๕๖๑) ได้กล่าวถึงหลักการที่ใช้ในการสร้างชุดการสอน ซึ่งคุณชม ภูมิภาค ได้จำแนกแนวคิดตามหลักการของ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ไว้ดังนี้

๑) ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยามาใช้ ในการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญบุคคล มีความแตกต่างกันหลายด้าน กล่าวคือความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคมและความแตกต่างอื่น ๆ วิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือ การจัดการสอนรายบุคคล หรือการศึกษาตามสภาพ การศึกษาแบบเสรี และการศึกษาด้วยตนเอง ล้วนเป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาส ให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญาความสามารถ และความสนใจโดยครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือ ตามความเหมาะสม

๒) ทฤษฎีการเรียนรู้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้หมายถึงการเรียนการสอน ที่เปิดโอกาสให้นักเรียน ดังนี้

๒.๑) เข้าร่วมกิจกรรมในการเรียนด้วยตนเอง

๒.๒) การทราบผลการเรียนทันที

๒.๓) มีการเสริมแรงอันจะทำให้นักเรียนกระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำหรือหลีกเลี่ยง ไม่กระทำ

๒.๔) ได้เรียนรู้ไปทีละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจ

๒.๕) การนำเอาสื่อประสมมาใช้ หมายถึง การนำสื่อการสอนหลาย ๆ อย่าง มาสัมพันธ์กันอย่างมีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างมีระบบ สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้สร้างความสนใจในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่อการอธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่งอาจใช้

เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง การใช้สื่อประสมช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกับให้นักเรียนได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

๒.๖) การเอากระบวนการกลุ่มมาใช้เดิมนั้นความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนในห้องเรียนมีลักษณะเป็นทางเดียวกล่าวคือ ครูเป็นผู้นำนักเรียนเป็นผู้ตามนักเรียนไม่มีโอกาสฝึกการทำงานเป็นกลุ่มที่จะฝึกการเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่นเมื่อโตขึ้นจึงทำงานร่วมกันไม่ได้ แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตจะต้องนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ซึ่งนำมาไว้ในรูปของชุดการสอน

๒.๗) การนำวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้ในการผลิตชุดการเรียน ซึ่งแตกต่างไปจากการทำโครงการสอนในปัจจุบันตรงที่ว่าชุดการสอนมีการจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียนรายละเอียดต่าง ๆ ได้นำไปทดลองปรับปรุงจนมีคุณภาพเชื่อถือได้แล้วจึงนำมาใช้

ดังนั้นการสร้างชุดกิจกรรม ต้องอาศัยหลักจิตวิทยาพิจารณาความแตกต่างของผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความสามารถ ซึ่งมีครูเป็นผู้แนะนำการใช้สื่อประสมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และสามารถพบข้อค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพในรูปแบบกระบวนการกลุ่ม

#### ๔.๓ ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (๒๕๒๕, อ้างถึงใน มินตรา กระเป่าทอง, ๒๕๖๑) ได้แบ่งชุดการเรียนการสอนตามลักษณะการใช้เป็น ๓ ประเภท ได้แก่

๑) ชุดการเรียนการสอนสำหรับบรรยาย เรียกว่า ชุดการเรียนการสอนสำหรับครู เป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับกำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนให้ครูได้ใช้ประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้น้อยลงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนให้มากขึ้น ชุดการเรียนการสอนแบบนี้มีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับนักเรียนทั้งชั้น

๒) ชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมแบ่งกลุ่ม เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นหมู่คณะ อาจจัดกิจกรรมเป็นศูนย์การเรียน ชุดการเรียนการสอนแบบนี้ประกอบด้วยชุดการเรียนการสอนหรือชุดการเรียนครบตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น สื่อการเรียนอาจจัดอยู่ในรูปของการสอนรายบุคคล หรือผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันก็ได้ ผู้เรียนที่เรียนจากการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม อาจจะต้องขอความช่วยเหลือจากครุระยะเริ่มต้นและระยะหลัง ผู้เรียนสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ขณะทำกิจกรรม ถ้ามีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ เมื่อเรียนจบในแต่ละศูนย์แล้วผู้เรียนอาจสนใจการเรียนเสริมสามารถเรียนจากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้เพื่อไม่ให้เสียเวลาคอยผู้อื่น

๓) ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามขั้นความสามารถของแต่ละบุคคล เมื่อศึกษาครบแล้ว จะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้าและศึกษาชุดการเรียนการสอนชุดอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหาผู้เรียนจะปรึกษากันได้ระหว่างเรียนและผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะ

ผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทาง การเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนแบบนี้จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนเรียนรู้ของตนเองไปจนเต็มความสามารถ โดยไม่เสียเวลาคอยผู้อื่นชุดการเรียนการสอนแบบนี้บางครั้งเรียกว่า “บทเรียนโมดูล (Instructional module)”

ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ (๒๕๓๑) ได้แบ่งชุดการเรียนการสอนออกเป็น ๔ ประเภทสรุปได้ดังนี้

๑) ชุดการเรียนการสอนสำหรับครู ครูใช้เป็นคู่มือประกอบการสอน ซึ่งใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่หรือนักเรียนทั้งชั้น ชุดการเรียนการสอนนี้ประกอบด้วยคู่มือครูและสื่อการเรียนการสอน ชุดการเรียนการสอนประเภทนี้มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมได้บ้างขึ้นอยู่กับเทคนิคและวิธีการสอนของครู

๒) ชุดการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ หรือชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง

๓) ชุดการเรียนการสอนที่ใช้กับศูนย์การเรียนรู้ เป็นชุดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนแต่ละคนได้เลือกใช้อย่างอิสระ โดยเวียนศึกษาไปตามศูนย์ต่าง ๆ จนครบ

๔) ชุดการเรียนการสอนแบบผสม เป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดกิจกรรมไว้หลายอย่างเพื่อให้ครูเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม

งานวิจัยนี้เป็นชุดกิจกรรมแบบผสมผสาน ประกอบด้วยกิจกรรมในรูปแบบการเรียนการสอนสำหรับบรรยาย การทำกิจกรรมกลุ่ม และการทำกิจกรรมรายบุคคล ซึ่งการใช้ชุดกิจกรรมขึ้นอยู่กับผู้สอนที่มุ่งจะทำกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

#### ๔.๔ องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ประภาศิริ ปราโมทย์ (๒๕๖๑) ได้กล่าวถึงชุดการสอนมีองค์ประกอบที่แตกต่างกันตามลักษณะการใช้ ซึ่งอาจมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

๑) หัวข้อหรือชื่อกิจกรรม จะเป็นชื่อเดียวกับชื่อของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

๒) คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคำชี้แจงเพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่าชุดกิจกรรมชุดนี้ประกอบด้วยส่วนประกอบใดบ้าง เช่น ใบความรู้ใบกิจกรรม ใบเฉลยใบกิจกรรม ใบตรวจสอบความรู้ประจำชุดกิจกรรม ใบเฉลยใบตรวจสอบความรู้ประจำชุดกิจกรรม การประเมินผลในการจัดกิจกรรม

๓) จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดหลังจากปฏิบัติกิจกรรม

๔) กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูกำหนดให้นักเรียนได้ปฏิบัติทั้งแบบกลุ่มและรายบุคคล

๕) ใบความรู้เป็นสิ่งที่บอกเนื้อหาของบทเรียนที่นักเรียนจะต้องศึกษา

๖) ใบกิจกรรม ให้นักเรียนทำหลังจากได้ทำกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว



๗) ใบตรวจสอบความรู้และทักษะ ให้นักเรียนทำหลังจากได้ทำกิจกรรมและใบกิจกรรมเสร็จสิ้น เพื่อตรวจสอบความรู้ที่นักเรียนได้รับ โดยทำเป็นรายบุคคลไม่สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้

๘) แบบฝึกหัด ให้นักเรียนทำหลังจากได้ทำกิจกรรมเสร็จสิ้นทั้งหมดแล้ว เพื่อเป็นการทบทวน เนื้อหาบทเรียน

๙) ใบเฉลยใบงานและใบเฉลยแบบฝึกหัด เมื่อนักเรียนทำใบงานหรือแบบฝึกหัดเสร็จ จะสามารถตรวจสอบความถูกต้องจากใบเฉลยใบงาน

๑๐) การประเมินผล คือ แบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ประเมินนักเรียนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละชุดองค์ประกอบชุดกิจกรรม ประกอบด้วยหัวข้อ คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม และจุดประสงค์ในการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม รวมทั้งแบบประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อประเมินผู้เรียนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม

ผู้วิจัยจึงสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยอธิบายคำชี้แจงในชุดกิจกรรม กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องตามหลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร โดยออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติจากใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้จากใบเฉลยใบงาน แบบฝึกหัด และเพื่อประเมินนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมจึงออกแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

#### ๔.๕ การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ประภาศิริ ปราโมทย์ (๒๕๖๑) ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรม ควรดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

๑) วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักการแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

๒) วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยเรียงเนื้อหาจากง่ายไปสู่เนื้อหาที่ยากตามลำดับ

๓) กำหนดกรอบผลการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรม สื่อประกอบการสอน และการวัดผลประเมินผล

๔) สร้างชุดกิจกรรมที่ประกอบไปด้วย ชื่อกิจกรรม คำนำ สารบัญ คำแนะนำสำหรับครู คำแนะนำการใช้สำหรับนักเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ใบความรู้ใบกิจกรรม ใบตรวจสอบความรู้ ภาคผนวก ประกอบด้วย ใบเฉลยใบกิจกรรม ใบเฉลยใบตรวจสอบความรู้ และตารางสรุปคะแนน

๕) วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเลือกกิจกรรมที่หลากหลายและเหมาะสมกับชุดกิจกรรม และฝึกให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น

๖) จัดทำสื่อการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์ที่ต้องการสอน

๗) หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรม เพื่อให้แน่ใจว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอนสามารถนำไปใช้ได้จริง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (๒๕๔๗, อ้างถึงใน กชกร พัฒเสมา, ๒๕๕๘) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม ดังนี้

๑) กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดกิจกรรม อาจแบ่งย่อยหัวข้อเป็นหัวข้อย่อยขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาและลักษณะของการใช้ชุดกิจกรรม

๒) กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจมีการกำหนดเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หรือบูรณาการให้เหมาะสมตามวัย

๓) จัดหน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสมว่าจะมีการแบ่งเป็นกี่หน่วย มีหัวข้อย่อยอะไรบ้างใช้เวลานานเท่าไร ให้พิจารณาให้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้น

๔) กำหนดหัวข้อเรื่อง เพื่อสะดวกแก่นักเรียนที่จะได้รู้ว่าแต่ละหน่วยประกอบด้วยหัวข้อใดบ้าง

๕) กำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการ ต้องมีการกำหนดให้ชัดเจนว่านักเรียนเกิดความคิดรวบยอด หรือหลักการใดบ้าง

๖) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง จุดประสงค์ที่แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้หรือจุดประสงค์ทั่วไป รวมทั้งเกณฑ์การตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

๗) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องกำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อเป็นแนวทางการผลิตสื่อการเรียน กิจกรรมการเรียน และการออกแบบทดสอบ

๘) กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบประเมินให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อทราบความเป็นไปของนักเรียนว่ามีความก้าวหน้าทางการเรียนเป็นอย่างไร

๙) เลือกและผลิตสื่อการเรียนรู้ ควรมีสื่อการเรียนรู้ในแต่ละหัวเรื่องให้เรียบร้อย ควรจัดสื่อเหล่านั้นออกเป็นหมวดหมู่ในกล่องหรือแฟ้มที่เตรียมไว้ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพ เพื่อหาความตรง ความเที่ยงก่อนนำไปใช้

๑๐) สร้างข้อทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ควรสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนดให้เกิดการเรียนรู้กับผู้เรียน โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ

๑๑) การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เมื่อสร้างชุดกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องนำไปทดสอบโดยวิธีการต่าง ๆ

ในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับหลักการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรรวมทั้งเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ออกแบบโครงสร้างการจัดทำชุดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาและหน่วยการเรียนรู้ กำหนดรูปแบบและวิธีการ

วัดผลประเมินผล สร้างสื่อการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบชุดกิจกรรม

#### ๔.๖ เกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

##### ๔.๖.๑ ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (๒๕๕๖) ได้กล่าวเกี่ยวกับการผลิตสื่อหรือชุดการสอนก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าสื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาคุณภาพ เรียกว่าการทดสอบประสิทธิภาพ การหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันครอบคลุม ดังนี้

ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ ทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน หมายถึงการหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing” คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอนคือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน ๓ ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก มีวิธีการดังนี้

๑) การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

๒) การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วยทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ ๑ ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development - R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นและอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้เพื่อประกันคุณภาพของสถาบันการศึกษาทางไกลนานาชาติ

เกณฑ์ประสิทธิภาพหมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มแก่การลงทุนผลิออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน ๒ ประเภทคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

๑) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคลได้แก่งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

๒) ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2 = \text{ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ตัวอย่าง } ๘๐/๘๐$  หมายความว่าเมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ย ๘๐% และประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย ๘๐% การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิหยพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain) ในขอบข่ายวิหยพิสัย (เดิมเรียกว่าพุทธิพิสัย) เนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมาคือ ๙๐/๙๐ ๘๕/๘๕ ๘๐/๘๐ ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนาไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ ๘๐/๘๐ ๗๕/๗๕ แต่ไม่ต่ำกว่า ๗๕/๗๕ เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด

#### ๔.๖.๒ ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (๒๕๕๖) กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพหลังสร้างสื่อการสอนแล้ว ดังนี้

๑) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one Testing) โดยนำบทเรียนช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน ๓ คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำระดับละ ๑ คน เพื่อเป็นการศึกษาถึงข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขในด้านสำนวนภาษา กราฟิก ความเหมาะสมของระยะเวลาที่กำหนดในบทเรียนและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

๒) การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมของบทเรียนในด้านต่างๆ เช่น การใช้ภาษาในบทเรียน นักเรียนในกลุ่มเล็ก ความเข้าใจตรงกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้คลุมเครือหรือไม่ ระยะเวลาที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร เมื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแล้วได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ นำข้อมูลที่ได้ในชั้นตอนนี้ไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนต่อไป

๓) การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มใหญ่ (Field Testing) เพื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และผลการทดสอบหลังการเรียนด้วยบทเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (๒๕๕๖) กล่าวเกี่ยวกับความจำเป็นของการหาประสิทธิภาพสื่อการสอน มีความจำเป็นด้วยเหตุผล ๓ ประการ ดังนี้

๑) สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อการสอน การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของสื่อการสอนว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง

๒) สำหรับผู้ใช้สื่อการสอน ที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งสื่อการสอนต้องช่วยครูสอนบางครั้งต้องสอนแทนครู (อาทิในโรงเรียนครูคนเดียว) ดังนั้นก่อนนำแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่า สื่อการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้สื่อการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

๓) สำหรับผู้ผลิตสื่อการสอน การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

การหาประสิทธิภาพของการใช้ชุดกิจกรรม คือ การทดสอบคุณภาพชุดกิจกรรม เพื่อตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมที่เหมาะสม ในไปใช้ในการเรียนรู้สามารถดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

## ๕. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

### ๕.๑ ความหมายของวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

Caine, R., and Caine, G. (๑๙๘๘, อ้างถึงใน ศุภพล มงคลเจริญพันธ์, ๒๕๖๑) อธิบายว่าการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของโครงสร้างและหน้าที่

การทำงานของสมองหากสมองยังปฏิบัติตามกระบวนการทำงานปกติการเรียนรู้ก็ยังคงเกิดขึ้นต่อไป ทฤษฎีนี้เป็นสหวิทยาการเพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดซึ่งมาจากงานวิจัยทางประสาทวิทยา

Eric & Jensen (๒๐๐๐, อ้างถึงใน ศุภพล มงคลเจริญพันธ์, ๒๕๖๑) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่เกิดจากการเชื่อมโยงไปยังสมอง ไม่ว่าจะทางใดก็ตาม ถือเป็น การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยเป็นการรวมสหวิทยาการต่าง ๆ เช่น เคมี ชีววิทยา ระบบประสาทวิทยา จิตวิทยา สังคมวิทยา มาอธิบายกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ โดยเฉพาะความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้กับสมอง เพราะการเรียนรู้บนฐานสมองไม่ได้มุ่งเน้นการออกแบบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมอง หรือทำอย่างไรให้สมองเจริญเติบโต แต่หัวใจสำคัญของการเรียนรู้บนฐานสมองอยู่ที่ จะออกแบบการเรียนการสอนอย่างไรให้สมองสามารถเรียนรู้ได้ดีที่สุด

Jensen E. (๒๐๐๘ อ้างถึงใน ปริชมน กาลพัฒน์, ๒๕๕๔) กล่าวว่า การจัดการศึกษาโดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) มีคำที่เกี่ยวข้องอยู่ ๓ คำคือ ข้อตกลง (engagement), ยุทธวิธี (strategies), และหลักการ (principles) กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brainbased learning) หมายถึง เป็นการจัดการศึกษาบนข้อตกลงยุทธวิธีตามหลักการที่ได้มาจากความเข้าใจของสมอง การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของสมอง หากสมองยังปฏิบัติตามกระบวนการทำงานปกติ การเรียนรู้ก็ยังคงเกิดขึ้นต่อไป

ประภัสรา โคตะขุน (๒๕๕๘) อธิบายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง แนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักการของสมองกับการเรียนรู้ การเรียนรู้ต้องใช้ทุกส่วนทั้งการคิด ความรู้สึกและการลงมือปฏิบัติไปพร้อม ๆ กัน

ธวัชชัย ทิพย์รงค์ (๒๕๕๐) อธิบายเกี่ยวกับ Brain - based Learning คือ การใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับสมองเป็นเครื่องมือในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างศักยภาพสูงสุดในการเรียนรู้ของมนุษย์ โดยเชื่อว่าโอกาสทองของการเรียนรู้อยู่ระหว่างแรกเกิดถึง ๑๐ ปี

ปริชมน กาลพัฒน์ (๒๕๕๔) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้สมองทั้งสองซีก ซ้ายและขวาเกิดการเรียนรู้อย่างสมดุลและสอดคล้องกับสติปัญญาของผู้เรียน โดยใช้กระบวนการและวิธีการที่หลากหลายอย่างเหมาะสม

จึงกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน คือการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการทำงานของสมอง มาใช้ในการออกแบบพัฒนาการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนสามารถคิด พัฒนา เชื่อมโยง แก้ปัญหาทางการเรียนรู้ให้เกิดศักยภาพสูงสุด

## ๕.๒ องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

ประภัสรา โคตะขุน (๒๕๕๘) ได้กล่าวเกี่ยวกับการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ในศตวรรษที่ ๒๑ มีความสำคัญเป็นอย่างมาก Brain-based learning เป็นที่รู้จักในวงการการศึกษาไทย กระทรวงศึกษาธิการ มีนโยบายให้มีการจัดการศึกษาในแนวทางนี้เป็นแนวทางหลักที่ใช้ในโรงเรียน โดยปัจจัยที่สำคัญในการศึกษาที่มีความสำคัญคือสมอง เพราะสมองเป็นตัวที่จะรับรู้และสั่งการ ก่อให้เกิดกระบวนการทางความคิดและการกระทำ ถ้าปราศจากการสั่งการจากสมองแล้ว ไม่สามารถกระทำการสิ่งใด ๆ การพัฒนาสมองให้ถูกทาง สร้างเสริมความรู้ ประสบการณ์ให้เหมาะสมกับวัยเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสมอง จะเสริมสร้างศักยภาพของสมองมนุษย์มีอยู่มากมายมหาศาลและพลังของสมองนั้นไม่มีขอบเขตจำกัด หรือไม่มีที่สิ้นสุดนั่นเอง ดังนั้น การนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของสมองมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและเป็นการเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียน รวมถึงเป็นการพัฒนาการจัดการศึกษาให้ดีขึ้นด้วย

ประเสริฐ บุญเกิดและคณะ (๒๕๕๘) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามธรรมชาติที่สอดคล้องกับพัฒนาการด้านโครงสร้างและการทำงานของสมอง โดยสรุปมี ๓ ประเด็นหลัก

๑) โครงสร้างและการทำงานของสมอง: structure function development and maturity of brain

- พัฒนาการของสมองตามวัย องค์ความรู้ต้องสอดคล้องเหมาะสม ถูกต้อง ไม่เกินพลังการเรียนรู้ของสมองเด็ก

- สมองทำงานเต็มที่ เมื่อเด็กมีความสนใจ อยากรู้ อยากเรียน ขณะที่สมองลิมบิกเปิด สมองทุกส่วนถูกกระตุ้นให้ทำงานเพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่และเต็มศักยภาพ

๒) กระบวนการเรียนรู้: learning process

- เด็กริเริ่มลงมือเล่นหรือกระทำด้วยตนเอง: active learning

- เด็กเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงจากของจริงสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เช่น เข้าใจ “จำนวน” ของคน สัตว์ สิ่งของ อย่างชัดเจน ก่อนที่จะให้เรียนรู้ “สัญลักษณ์คณิตศาสตร์ที่เป็นตัวเลข”

- เด็กเรียนด้วยความเข้าใจมากกว่าความจำ

๓) ผลที่เกิดขึ้น: final outcome

- เด็กที่ได้องค์ความรู้ที่ถูกต้อง เหมาะสม กว้างขวาง ลึกซึ้งพร้อมกับความสุข ความสนุก ความสนใจ ความใฝ่รู้ ใฝ่พัฒนา รวมทั้งการสร้างและสั่งสมคุณธรรม

- ครู พ่อแม่ ผู้ปกครอง และเด็กมีความสุขร่วมกันกับการเรียนรู้ของเด็ก Brain-based learning ช่วยการพัฒนาสมองด้านโครงสร้างและการทำงานของสมอง เพื่อให้เด็กมีคุณภาพการเรียนรู้ตามหลัก BBL ซึ่งช่วงอายุ ๑๓ - ๒๕ ปี เล่นคือเรียน เรียนคือเล่น สมอง อาหารใจ คือ

- การเรียนรู้ที่ความสุข ตามหลัก BBL ภายใต้บริบทวัฒนธรรมไทย

- การท่องเที่ยว ชมธรรมชาติ ทัศนศึกษา
- การทำงานบ้าน งานพื้นฐานอาชีพ
- กิจกรรมงานกลุ่ม เน้นเรื่องพัฒนาวิสัยและความรับผิดชอบบำเพ็ญประโยชน์

#### จิตอาสา

- เกม การเล่นที่มีกติกา กีฬาเดี่ยว คู่ และกลุ่ม
- ศิลปะ สิ่งประดิษฐ์
- งานอดิเรกและเวลาที่เป็นอิสระของตนเอง
- การฝึกฝนศิลปะ ดนตรี หรือกีฬาที่ครูที่เชี่ยวชาญ

ในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติและการทำงานของสมองของคนในทุกช่วงวัย ได้แก่ วัยเด็ก วัยรุ่น วัยทำงาน ตลอดจนถึงวัยสูงอายุ ให้รู้ศักยภาพของตนเอง มีความสามารถในการเรียนรู้ การทำงาน สามารถแก้ปัญหาในด้านวิชาชีพ รวมถึงปัญหาในชีวิตจริงได้ พร้อมรับมือกับโลกที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

ธวัชชัย ทิพย์รงค์ (๒๕๕๐) กล่าวถึง Caine, R., และ Caine, G. (๑๙๙๐) นักวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมองเป็นหลัก ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ๑๒ ข้อ ดังต่อไปนี้

๑) สมองเป็นกระบวนการคู่ขนาน สมองเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญที่สุดในร่างกายของเรา เพราะการที่มนุษย์ สามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้นั้นต้องอาศัยสมองและระบบประสาทเป็นพื้นฐานของ การรับรู้ รับความรู้สึกรจากประสาทสัมผัส ได้แก่ ตาทำให้เห็น หูทำให้ได้ยิน จมูกทำให้ได้กลิ่น ลิ้นทำให้ได้รับรส และผิวหนังทำให้เกิดการสัมผัส

๒) สมองกับการเรียนรู้ สมองไม่ได้มีหน้าที่เฉพาะรับรู้แต่เพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นอวัยวะที่สำคัญต่อการพัฒนาของอวัยวะทั้งหมดของร่างกาย ซึ่งจะรวมถึงการคิด การเรียนรู้ การจำ และพฤติกรรมของมนุษย์ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนควรมีความรู้เรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทำงานและการพัฒนาของสมอง เพื่อจะได้วางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่กระตุ้นให้สมองคิดและทำงานแบบท้าทาย ยั่วยุมากที่สุด ผู้เรียนได้คิดและแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ในทุกด้าน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนา

กระบวนการคิดและเรียนรู้เต็มตามศักยภาพ เป็นรากฐานไปสู่การเป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุขในการดำรงชีวิตและเมื่อเติบโตขึ้นจะได้เป็นเยาวชนพลเมืองที่ดีของสังคมต่อไป

๓) การเรียนรู้มีมาแต่กำเนิด ในการเรียนรู้ของบุคคลเรานั้นจะเกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มมีชีวิต และเป็นที่ยืนยันโดยทั่วไปว่าการเรียนรู้ที่ดีที่สุดนั้นจะต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเองหรือเป็นการเรียนรู้โดยประสบการณ์ตรง การเรียนรู้กับการเรียนการสอน การที่จะทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาเรียนรู้เพื่อเป็นผู้ที่เก่ง ดี และมีความสุขได้นั้น ย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน แต่ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญยิ่ง ได้แก่ การจัดการเรียนการสอน เพราะหัวใจของการเรียนการสอนคือ การเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งถ้าหากมีการจัดการเรียนการสอนที่ดีย่อมก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด



๔) รูปแบบการเรียนรู้ของบุคคล ผู้เรียนในห้องเรียนหนึ่ง ๆ มักจะมีผู้นัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของตน ครูจึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนทุกรูปแบบอย่างเสมอภาคกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานและเกิดความสุขในการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ตนถนัด รวมทั้งยังมีโอกาสพัฒนาความสามารถด้านอื่น ๆ ที่ตนไม่ถนัดอีกด้วย

๕) ความสนใจมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ ความสามารถพิเศษของมนุษย์แบ่งออกเป็น ๘ ด้านด้วยกัน มนุษย์ย่อมมีความ แตกต่างระหว่างบุคคล แต่ละคนมักจะมี ความเก่งไม่เหมือนกัน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็น ผู้วางแผนในการพัฒนาตนเอง โดยเริ่มจากรู้จักตนเอง รู้จุดเด่น จุดด้อย ค้นหาวิธีการพัฒนาความเก่งให้แก่ตนเองที่จะนำไปสู่การปฏิบัติอย่างมีความสุขและเกิดการเรียนรู้อย่างมี ความหมาย

๖) สมอองมีหน้าที่สร้างกระบวนการเรียนรู้ สมอองของคนเราแบ่งออกเป็น ๒ ซีก คือ ซีกซ้ายกับซีกขวา สมอองทั้งสองด้านมีความสัมพันธ์กัน สมอองมีหน้าที่ ควบคุมการรับรู้ การคิด การเรียนรู้และการจำ ควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย และควบคุมความรู้สึกและพฤติกรรม จะเห็นได้ว่าสมอองไม่ได้มีหน้าที่เฉพาะรับรู้แต่เพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นอวัยวะที่สำคัญต่อการพัฒนาของอวัยวะทั้งหมดในร่างกาย ซึ่งรวมถึงความคิด การเรียนรู้ การจำ และพฤติกรรมของมนุษย์

๗) การเรียนรู้ในสิ่งที่สนใจสามารถรับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สมอองจะซึมซับข้อมูลที่บุคคลมีความสนใจในเรื่องนั้นอยู่แล้ว เชื่อมโยงกับข้อมูล ความรู้ใหม่ ประสานข้อมูลความรู้เข้าด้วยกัน ซึ่งหมายความว่า การเรียนรู้ของมนุษย์จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับการจัด ประสบการณ์ในการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง

๘) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งในแบบที่มีจุดมุ่งหมายและไม่ได้ตั้งใจ การเรียนรู้ของคนส่วนใหญ่มักเกิดการเรียนรู้ขึ้นได้จากสิ่งที่ไม่ได้ตั้งใจ สามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในสถานการณ์จริง เช่น ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เผชิญอยู่โดยไม่ได้คิดในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นมาก่อน โดยอาศัยประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

๙) การเรียนรู้ที่เกิดจากกระบวนการสร้างความเข้าใจ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากกระบวนการที่สร้างความเข้าใจ และให้ความหมายกับสิ่งที่รับรู้มา มีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง สอน แนะนำบนพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์และทักษะที่มีอยู่

๑๐) การเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ภาษาแรกของมนุษย์เราถูกเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างหลากหลายด้วยคำศัพท์และไวยากรณ์ ถูกเรียนรู้โดยกระบวนการเรียนรู้ภายในของบุคคลที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมและสิ่งแวดล้อมภายนอกเดิมของผู้เรียน

๑๑) การเรียนรู้คือการส่งเสริมให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้เซลล์สมองจะเกิดมีการเชื่อมต่อย่างสูงสุด เมื่อถูกกระตุ้นให้เผชิญกับสถานการณ์ที่ท้าทาย

ให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ โดยผ่านกระบวนการเล่นอย่างสนุกสนาน และมีความสุข ปราศจากความเครียด เพราะความเครียดเป็นสิ่งที่บั่นทอนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

๑๒) สมอของบุคคลมีความเท่าเทียมกัน มนุษย์ทุกคนมีระบบสมองที่เหมือนกัน ถึงแม้ว่าทุกคนจะมีศักยภาพแตกต่างกันในด้านความรู้ความถนัดที่มีอยู่เดิมตามสภาพแวดล้อมของแต่ละคน แต่เราสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพได้อย่างเท่าเทียมกัน

ผู้วิจัยพบว่าการเรียนรู้โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมองเป็นฐาน ต้องอาศัยการทำงานของสมองที่ทำงานแบบคู่ขนาน โดยอาศัยระบบประสาทและการรับรู้ ประสาทสัมผัสสัมพันธ์กับการเรียนรู้ การได้ลงมือปฏิบัติ การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น รวมทั้งการเผชิญกับสถานการณ์ที่ท้าทาย โดยครูผู้สอนต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการพัฒนาการคิดกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดกระบวนการสร้างความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้จากประสบการณ์และทักษะที่มีได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน รวมทั้งสามารถพัฒนาจุดเด่นและจุดด้อยของผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ โดยอาศัยกระบวนการเล่นอย่างสนุกสนาน และมีความสุข ปราศจากความเครียด

### ๕.๓ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ผ่านแนวทางการจัดการเรียนรู้สมองเป็นฐาน BBL

Matthew Lynch (๒๐๑๙) การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นผลมาจากความก้าวหน้าทางด้านประสาทวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ในปัจจุบัน โดยนักวิทยาศาสตร์ได้เริ่มค้นคว้าเกี่ยวกับสมองส่วนต่าง ๆ เป็นเทคนิคใหม่ ๆ ในการทำแผนภาพสมองแสดงให้เห็นถึงลักษณะที่ซับซ้อนภายในโครงสร้างการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและหน้าที่ทางการเคลื่อนไหว ซึ่งจะทำให้ผู้ฝึกหัดในสาขาอย่างเช่นจิตวิทยาและศึกษาศาสตร์ มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำงานของสมองมากขึ้น ดังนั้นผู้ให้การศึกษาที่เข้าใจวิธีการเรียนรู้ของสมองจะรับมือได้ดีที่สุดในการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน ผู้สอนที่มีประสิทธิภาพจะใช้การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในการเรียนการสอนของตน โดยที่ผู้สอนที่นำการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมาใช้จะต้องแนะนำผู้เรียนในด้านการพัฒนาทักษะอภิปัญญา ช่วยผู้เรียนในการฝึกที่อย่างมีอิสระ รวมทั้งตระหนักถึงความจำเป็นในด้านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเพื่อการเรียนรู้

การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานคืออภิปัญญา หมายถึงการรู้คิดในความคิดของตนเอง วิธีพัฒนาทักษะอภิปัญญาในชั้นเรียน คือ การสอนผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการทำงานของสมอง อธิบายการทำงานของเซลล์ประสาท ไยประสาทนำเข้า และแกนประสาทนำออก เมื่อผู้เรียนเข้าใจว่าการสร้างความเชื่อมโยงจะเพิ่มความสามารถของสมอง เด็กมักจะได้รับการกระตุ้นให้เรียนรู้มากขึ้น และจดจำได้ดียิ่งขึ้น

การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานช่วยพัฒนาความสามารถของสมองที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดชีวิต (Neuroplasticity) ซึ่งเป็นความสามารถของสมองที่จะเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขึ้น ผู้เรียนที่เข้าใจหน้าที่ตนเองในด้านพัฒนาการทางสมองอาจสะท้อนการเรียนรู้โดยถามคำถามอย่างเช่น “ใจความสำคัญของบทเรียนวันนี้คืออะไร” หรือ “บันทึกที่ฉันทำ

จะใช้ได้ไหม แล้วถ้าใช้ไม่ได้ ฉันต้องเพิ่มอะไรอีกบ้าง” ผู้เรียนที่มีทักษะอภิปัญญาโดดเด่นจะใช้เวลาในการคิดเกี่ยวกับวิธีที่ตนเรียนรู้ ไม่ใช่เพียงสิ่งที่ตนเรียนรู้ กระบวนการอภิปัญญาในการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานทำให้มีอิสระและสร้างความเป็นอิสระในการเรียนรู้มากกว่าการเรียนการสอนแบบเดิม

การพัฒนากลยุทธ์ในด้านต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

- ๑) วางแผนและบริหารจัดการเวลาที่มีอยู่
- ๒) ระบุเป้าหมายการเรียนรู้ที่ปฏิบัติได้จริงและสร้างมโนภาพเหล่านั้น
- ๓) ฝึกการทำงานร่วมกับผู้เรียนคนอื่น ๆ
- ๔) อธิบายเป้าหมายการเรียนรู้ได้โดยเล่าให้ผู้อื่นฟัง
- ๕) ถามคำถามที่สะท้อนการเรียนรู้
- ๖) ประเมินงานของตนเอง

ซึ่งเป็นกลยุทธ์การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมาใช้ร่วมด้วย ซึ่งเป็นการเรียนรู้ นอกเหนือจากเนื้อหาสาระยุคที่ใช้สมองทางด้านสังคมของเด็ก การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ไม่ได้เกิดขึ้นเพียงลำพัง

Matthew Lynch (๒๐๑๙) กล่าวว่า สมองทางด้านสังคมเป็นเครื่องมือที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ เมื่อเด็กเรียนรู้จากผู้อื่นได้ดี เด็กก็จะเรียนรู้จากกันและกันได้ดีเช่นจากการศึกษาวิจัยพบว่าการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งเป็นการโต้ตอบด้วยการแสดงออกทางสีหน้าและท่าทาง บริบททางสังคมนั้นช่วยสร้างความแตกต่าง ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้สมองได้เรียนรู้ ผู้สอนที่มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมาใช้ร่วมในชั้นเรียนเป็นประจำ จะช่วยให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจเพิ่มขึ้นและประสบความสำเร็จมากขึ้น กลยุทธ์ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำได้ง่าย ๆ ดังนี้ ทำงานเป็นคู่หรือเป็นกลุ่มเล็ก ๆ จัดห้องเรียนใหม่เป็นวงกลมหรือครึ่งวงกลม (ตัวยู) และอนุญาตให้ย้ายไปที่ต่าง ๆ ได้ภายในห้องเรียน เมื่อผู้ให้การศึกษาบูรณาการเรื่องการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในชั้นเรียนของตนอย่างมีจุดมุ่งหมาย ผู้เรียนจะได้รับประโยชน์โดยการเปลี่ยนเป็นผู้เรียนที่มีแรงจูงใจตลอดชีวิต

จตุมา พรหมศร (๒๕๕๕) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมองเป็นหลักได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการ จัดการเรียนการสอนที่มีความสัมพันธ์กับสมองไว้ ดังนี้

๑) สมองเป็นกระบวนการคู่ขนาน สมองเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญที่สุดในร่างกายของคนเรา เพราะการที่มนุษย์สามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้นั้น จะต้องอาศัยสมองและระบบประสาท เป็นพื้นฐานของการรับรู้ รับความรู้สึกจากประสาทสัมผัส ได้แก่ ตาทำให้เห็น หูทำให้ได้ยิน จมูกทำให้ได้กลิ่น ลิ้นทำให้ได้รส และผิวหนังทำให้เกิดการสัมผัส

๒) สมองกับการเรียนรู้ สมองไม่ได้มีหน้าที่เฉพาะรับรู้แต่เพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นอวัยวะที่สำคัญต่อการพัฒนาของอวัยวะทั้งหมดของร่างกาย ซึ่งจะรวมถึงการคิด การเรียนรู้ การจำ และพฤติกรรมของมนุษย์ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนควรมีความรู้เรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทำงานและการพัฒนาของสมอง เพื่อจะได้วางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่กระตุ้นให้สมองคิดและทำงานแบบท้าทาย ยั่วมากที่สุด ผู้เรียนได้คิดและแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ในทุกด้าน

ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดและเรียนรู้เต็มตามศักยภาพ เป็นรากฐานไปสู่การเป็นคนดี คนเก่งและมีความสุขในการดำรงชีวิต และเมื่อเติบโตขึ้นจะได้เป็นเยาวชนพลเมืองที่ดีของสังคมต่อไป

๓) การเรียนรู้มีมาแต่กำเนิด ในการเรียนรู้ของบุคคลเรานั้น จะเกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มมีชีวิต และเป็นที่ยืนยันโดยทั่วไปว่าการเรียนรู้ที่ดีที่สุดนั้น จะต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเองหรือเป็นการเรียนรู้โดยประสบการณ์ตรง

๔) รูปแบบการเรียนรู้ของบุคคล ผู้เรียนในห้องเรียนหนึ่งๆ มักจะมีผู้ถนัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของตน ครูจึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนทุกรูปแบบ อย่างเสมอภาคกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุข สนุกสนานและเกิดความสุขในการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ตนถนัด รวมทั้งยังมีโอกาสพัฒนาความสามารถด้านอื่น ๆ ที่ตนไม่ถนัดอีกด้วย

๕) ความสนใจมีความสำคัญต่อการเรียนรู้

- ความสามารถพิเศษของมนุษย์ แบ่งออกเป็น ๘ ด้าน ประกอบด้วย
- ความฉลาดด้านภาษา (Linguistic Intelligence)
- ความฉลาดด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligence)
- ความฉลาดด้านมิติสัมพันธ์ (Visual-Spatial Intelligence)
- ความฉลาดด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily Kinesthetic Intelligence)
- ความฉลาดด้านดนตรี (Musical Intelligence)
- ความฉลาดด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal Intelligence)
- ความฉลาดด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence)
- ความฉลาดด้านธรรมชาติวิทยา (Naturalist Intelligence)

มนุษย์ย่อมมีความแตกต่างระหว่างบุคคล แต่ทุกคนมักจะมี ความเก่งไม่เหมือนกัน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้วางแผนในการพัฒนาตนเอง โดยเริ่มจากรู้จักตนเอง รู้จุดเด่น จุดด้อย ค้นหาวิธีการพัฒนาความเก่งให้แก่ตนเองที่จะนำไปสู่การปฏิบัติอย่างมีความสุข และเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย

๖) สมองมีหน้าที่สร้างกระบวนการเรียนรู้ สมองของคนเราแบ่งออกเป็น ๒ ซีก คือ ซีกซ้ายกับซีกขวา สมองทั้งสองด้านมีความสัมพันธ์กัน สมองมีหน้าที่ ควบคุมการรับรู้ การคิด การเรียนรู้และการจำ ควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย และควบคุมความรู้สึกและพฤติกรรม

๗) การเรียนรู้ในสิ่งที่สนใจสามารถรับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสมองจะซึมซับข้อมูลที่บุคคลมีความสนใจในเรื่องนั้นอยู่ แล้วเชื่อมโยงกับข้อมูลความรู้ใหม่ ประสานข้อมูลความรู้เข้าด้วยกัน ซึ่งหมายความว่า การเรียนรู้ของมนุษย์จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมของผู้เรียน กับการจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง

๘) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งในแบบที่มีจุดมุ่งหมายและไม่ได้ตั้งใจ การเรียนรู้ของคนส่วนใหญ่ มักเกิดการเรียนรู้ขึ้นได้จากสิ่งที่ไม่ได้ตั้งใจ สามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในสถานการณ์จริง เช่น ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เผชิญอยู่ โดยไม่ได้คิดในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นมาก่อน โดยอาศัยประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

๙) การเรียนรู้ที่เกิดจากกระบวนการสร้างความเข้าใจการเรียนรู้ที่ดี เกิดจากกระบวนการที่สร้างความเข้าใจ และให้ความหมายกับสิ่งที่รับรู้มา มีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง สอน/แนะนำบนพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์และทักษะที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน

๑๐) การเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ภาษาแรกของมนุษย์เราถูกเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างหลากหลาย ด้วยคำศัพท์และไวยากรณ์ ถูกเรียนรู้โดยกระบวนการเรียนรู้ภายในของบุคคล ที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมและสิ่งแวดล้อมภายนอก การเรียนรู้ คือการส่งเสริมให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้ เซลล์สมองจะเกิดการเชื่อมต่ออย่างสูงสุด เมื่อถูกกระตุ้นให้เผชิญกับสถานการณ์ที่ทำให้เรียนอยากเรียนรู้ โดยผ่านกระบวนการเล่นอย่างสนุกสนาน และมีความสุข ปราศจากความเครียด เพราะความเครียดเป็นสิ่งที่บั่นทอนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ สมองของบุคคลมีความเท่าเทียมกัน มนุษย์ทุกคนมีระบบสมองที่เหมือนกัน ถึงแม้ว่าทุกคนจะมีศักยภาพแตกต่างกันในด้านความรู้ความถนัดที่มีอยู่เดิมตามสภาพแวดล้อมของแต่ละคน แต่เราสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพได้อย่างเท่าเทียมกัน

จตุมา พรหมศร (๒๕๕๕) ได้อธิบายเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามหลัก BBL ไว้ดังนี้

๑) จัดการให้ครบบองค์ประกอบ การจัดการเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงและถาวรนั้น จะต้องจัดให้ครบบองค์ประกอบทั้ง ๓ ส่วน ได้แก่ การรับรู้ การบูรณาการความรู้ และการประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการเชื่อมโยงความรู้สู่การปฏิบัติจริงในวิถีชีวิต

๒) ครูผู้สอนมีข้อมูลและรู้จักนักเรียนทุกคน ครูผู้สอนต้องมีข้อมูล และรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล คิดและจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความถนัด/ความสามารถหรือความเก่งให้เก่งมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการพัฒนาในด้านอื่น ๆ อีก เพื่อให้มีความเก่งหลายด้าน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความสามารถ หรือความเก่งสู่สาธารณชน โดยอาจจัดเวทีให้แสดงอย่างอิสระ

๓) การจัดการเรียนการสอนที่ดี ครูต้องมีความเข้าใจทักษะที่เกี่ยวข้องกับความสามารถพิเศษของสมองแต่ละซีก สมองซีกซ้ายสั่งการทำงานเกี่ยวกับคำ ภาษา ตรรกะ ตัวเลข/จำนวน ลำดับ ระบบ การคิดวิเคราะห์ และการแสดงออกเป็นต้น สมองซีกขวาจะสั่งการเกี่ยวกับ จังหวะ ดนตรี ศิลปะ จินตนาการ การสร้างภาพ การรับรู้ การเห็นภาพรวม ความจำ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

๔) ควรจัดเนื้อหาที่มีความหลากหลาย และครอบคลุมทุกมิติของชีวิตมนุษย์ กระบวนการเรียนรู้มีลักษณะหลากหลายร่วมกันในลักษณะ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง แหล่งการเรียนรู้หลากหลาย เช่น เรียนรู้จากสื่อธรรมชาติ จากคำบอกเล่าของผู้เฒ่าผู้แก่ จากแหล่งงานอาชีพของชุมชนจากการค้นคว้าทางเทคโนโลยี ฯลฯ

๕) มีกระบวนการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ในกระบวนการเรียนรู้นั้น ผู้เรียนรู้อาจเป็นเพียงการรับรู้ แต่ยังไม่เข้าใจ ความเข้าใจอาจเกิดขึ้น ภายหลังจากที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นถึงความหมายและความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันถึงสิ่งต่าง ๆ ที่ตนเองรับรู้จากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ในระดับที่สามารถอธิบายเชิงเหตุผลได้ ซึ่งบางครั้ง การสอนในชั้นเรียนเมื่อจบลงบางบทเรียนไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ เนื่องจากการสอนนั้นไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

๖) ศีกษาสีลารูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละประเภทบางครั้งการจำเป็นสิ่งสำคัญและมีประโยชน์ แต่ การสอนที่เน้นการจำ ไม่ก่อให้เกิดความเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ และบางครั้งเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาความเข้าใจ ถ้าครูไม่ได้ศึกษาสีลารูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละประเภท ว่ามีความชื่นชอบ ความถนัด วิธีการเรียนรู้ หลักการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และจัดกิจกรรมการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียนแต่ละประเภท จะส่งผลต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน

๗) ใช้กิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวันประกอบ ครูจำเป็นต้องใช้กิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวันประกอบด้วย การสาธิต การทำโครงการ ทักษะศึกษา การรับรู้ ประสบการณ์ด้วยการมองเห็นของจริง การเล่าเรื่อง ละคร และการมีปฏิสัมพันธ์ต่อคนหลาย ๆ ประเภท การเรียนแบบมุ่งประสบการณ์ทางภาษาสามารถเรียนรู้ได้ในกระบวนการ โดยผ่านเรื่องหรือ การเขียน

๘) สร้างสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมให้ปลอดภัย ครูควรสร้างสถานการณ์และ สิ่งแวดล้อมให้ปลอดภัย เพื่อการเรียนรู้ โดยผ่านการเล่นแบบทำท่าย การเสียด ความสนุกสนาน เป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ การถูกทำโทษอันเนื่องมาจากความผิดพลาดจะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ ครูจึงไม่ควรลงโทษผู้เรียนในการเข้าร่วมกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์แวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้

๙) ผู้เรียนมีความแตกต่างกันเกี่ยวกับความสามารถทางสติปัญญา ความสามารถ ความเก่งของมนุษย์ คือ ทฤษฎีพหุปัญญา ความเป็นคนเก่งคืออะไร มีคำตอบมากมายหลายรูปแบบ แต่สรุปรวมได้ว่า คนเก่งคือผู้มีความสามารถด้านใดด้านหนึ่งเฉพาะด้าน หรือหลาย ๆ ด้าน ที่แสดงออกถึงความสามารถได้อย่างเป็นที่ประจักษ์

จตุติมา พรหมศร (๒๕๕๕) ได้อธิบายเกี่ยวกับแนวทางการเขียนแผนการสอน โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้สมองเป็นฐาน BBL ไว้ดังนี้

แนวทางการเขียนแผนการสอนโดยกระบวนการจัดการเรียนรู้สมองเป็นฐาน BBL

๑) อ่านและศึกษาหลักสูตร ศึกษาหลักสูตรการเรียนรู้แบบ Brain-based Learning ระดับประถมศึกษา และหลักสูตรรายวิชาที่สอน

๒) ทำความเข้าใจหลักสูตร ในประเด็นต่อไปนี้

- สมองของเด็กวัยนี้ เรียนรู้ได้อย่างไร
- สมองของเด็กวัยนี้ เรียนรู้วิชานั้นๆ อย่างไร
- สารหลักของวิชานั้น ในแต่ละระดับคืออะไร
- ทำความเข้าใจ ถึงกุญแจแห่งความสำเร็จในการเรียนรู้วิชานั้น ๆ
- Road map การจัดการเรียนรู้ในรายวิชานั้นๆ
- ทำความเข้าใจลำดับชั้น ความก้าวหน้าของการเรียนรู้วิชานั้น ๆ

๓) กำหนดขอบเขต และเนื้อหาของการสอน โดยใช้สารหลักของวิชาเป็นตัวตั้ง ซึ่งในหลักการจะอยู่บนพื้นฐานของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

๔) อ่านหนังสือที่ใช้สอน เพื่อช่วยให้เข้าใจถึงความเชื่อมโยงของทั้งช่วงชั้น

๕) ศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสืออื่น ร่วมด้วย

๖) กำหนดแผนการเรียน โดยแจกแจงหัวข้อที่สอนและกำหนดจำนวนคาบที่จะสอนทั้งหมด/ปี เพื่อให้เห็นภาพรวมของการเรียนวิชานั้น ๆ ตลอดเทอม/ปี

๗) เริ่มเขียนแผนการสอน ตามรูปแบบที่กำหนด

การประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการทำงานของสมองนั้น เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญมาก เพราะการเรียนรู้กับสมองเป็นการบูรณาการอย่างองค์รวมที่ไม่สามารถแยกส่วนของจากการได้กระบวนการเรียนรู้ (Teaching & Learning)

๑) อุ้มนเครื่อง (Warm – up) เป็นกิจกรรมที่ทำให้สมองตื่นตัว เตรียมพร้อมที่จะเรียนรู้วิชาต่อไป หรือระหว่างชั่วโมง ถ้าเนื้อหาวิชานั้นค่อนข้างยาก สังเกตนักเรียนเริ่มหมดความสนใจหรืออ่อนล้า ควรให้ทำ Warm – up เพื่อกระตุ้นสมอง การ Warm – up ทำได้ ๓ วิธี คือ Brain Exercise การเคลื่อนไหวเป็นจังหวะ (Rhythm) มีเสียงเพลงและคำกลอนประกอบ และยืดเส้นยืดสาย (Stretching)

๒) ชี้นำเสนอความรู้ (Present) นักเรียนทุกคนมีความต่างกัน มีประสบการณ์ มีพื้นฐานเฉพาะตัว ดังนั้นการนำเสนอความรู้ (การสอน) จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ โดยนำเสนอความรู้ใหม่ ผ่านสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ เช่น สื่อของจริง บัตรภาพ บัตรคำ บัตรตัวเลข ชาร์ตบทกลอน บทเพลง กระดานเคลื่อนที่ เป็นต้น

๓) ชี้นลงมือเรียนรู้ ฝึกทำ ฝึกฝน (Learning – Practice) เปิดโอกาสให้นักเรียน ฝึกทำ โดยลงมือทดลองใช้ความรู้ ด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ฝึกทำโดยใช้สื่อจากมุมสื่อ BBLพานักเรียนไปดูของจริง สำรวจและบันทึกจากสิ่งที่พบเห็น ทำกิจกรรมใบงาน เช่น เล่นเกมบิงโก

ให้นักเรียนได้เคลื่อนไหว เช่น ลุกขึ้นเพื่อไปทำกิจกรรม ควรมีใบงานที่ให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ และคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเอง

๔) ชั้นสรุปความรู้ (Summary) การเรียนรู้จะดำเนินมาตั้งแต่ชั้นเริ่มเรียนรู้ ความรู้ใหม่ (present) ชั้นที่นักเรียนได้ทดลองนำความรู้ใหม่นั้นมาลงมือปฏิบัติ ฝึกลงทำด้วยตนเอง (learn- practice) ลงมือทำแบบฝึกหัดแล้วก็ตาม การนำประสบการณ์ทั้งหมดมาสรุปรวบยอด เป็นความรู้ที่ชัดเจนอีกครั้งหนึ่ง ก็มีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะเรามักสังเกตได้ว่า นักเรียน อาจทำการฝึกผิดพลาด ทำแบบฝึกหัดไม่ถูก สร้างความรู้จาก concept เป็นต้น ความผิดพลาดเหล่านี้ แม้จะเกิด ๑๐ - ๓๐% แต่ก็แสดงว่า มีสิ่งผิดพลาดเกิดขึ้นแล้ว การเขียนกาบาทหรือ comment นักเรียนว่า ยังมีสิ่งผิดพลาด ก็ไม่ได้ช่วยอะไรมากนัก ทางเดียวที่แก้ไขได้ก็คือ การให้ฝึกซ้ำในส่วนผิด และต้องทำการสรุปความรู้ร่วมกับนักเรียน

๕) สรุปโดยใช้ Graphic Organizers เข้าช่วยกระตุ้นให้เกิดทักษะการคิด มากขึ้น ครูจัดทำ Graphic Organizers หรือให้นักเรียนทำการสรุปความรู้ โดยใช้เครื่องมือชนิดนี้ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความรู้เป็นระบบมากขึ้น ใช้ความคิดมากขึ้น และสนุกสนานเพลิดเพลินกับการหาข้อสรุปนั้นๆ

พันธุ์ศักดิ์ ตั้งใจดี, พรรณี ตั้งใจดี, วลัยพร ยะอนันต์ และวัฒน์สิทธิ์ ชุนโอภาส (๒๕๕๘) งานพัฒนาสมองเพื่อการเรียนรู้สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ PRC BBL Mode ประกอบด้วย ๕ ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ ๑ : เตรียมความพร้อม (Warm Up) เพื่อเป็นการกระตุ้นสมอง ตามหลักการทำงานของสมอง เมื่อมีการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างมีความสุข สมองจะหลั่งสารเคมี ที่ชื่อว่า เซโรโทนิน (Serotonin) ซึ่งสารนี้มีความสำคัญมาก ช่วยให้มีจิตใจที่สงบและเกิดสมาธิ ซึ่งจะแตกต่างจาก เอนดอร์ฟิน (Endorphin) และ โดพามีน (Dopamine) ที่จะช่วยให้มีความสุข และสนุกสนาน ซึ่งขั้นตอนนี้ นับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญ โดยทางโรงเรียนได้กำหนดไว้ว่าทุกชั่วโมง ที่ครูเข้าสอน ครูจะต้อง Warm Up ก่อนเสมอ โดยใช้เวลาไม่เกิน ๕ นาที

ขั้นตอนที่ ๒ : เรียนรู้ (Learning Stage) ในขั้นตอนนี้จะคำนึงถึงหลักการทำงานของ สมองที่ว่า “เรียนรู้จากง่ายไปหายาก เรียนรู้จากของจริง และจากการสัมผัส” จากการศึกษา ทางประสาทวิทยาศาสตร์พบว่า “มือ” เป็นอวัยวะที่มีประสาทสัมผัสที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ “ปาก” นั่นก็หมายถึง ต้องให้เด็กพูด หรือสื่อสาร การสื่อสารจะช่วยให้เด็กสามารถ เชื่อมโยงเรื่องได้ ดังนั้น การออกแบบรูปแบบการสอน สื่อการสอน คุณครูต้องคำนึงถึงหลักการทำงานของ สมองอย่างมาก การเรียนการสอนจึงจะประสบความสำเร็จ ในขั้นตอนนี้ ๒ นี้ มีขั้นตอนย่อยที่ สำคัญหนึ่งคือ “การสรุปในแต่ละชั่วโมง” ทางโรงเรียนได้สนับสนุนให้มีการฝึกอบรม Graphic Organizer ให้แก่คุณครูทุกกลุ่มสาระ ตลอดจนหนังสือที่เกี่ยวข้องจากต่างประเทศ เพื่อให้คุณครู ใช้เป็นเครื่องมือในการสรุปที่ช่วยให้เด็กเกิดความสุขเกิดการเรียนรู้ และจดจำได้ง่ายขึ้น



ขั้นตอนที่ ๓ : ขั้นการฝึก ขั้นนี้จะสอดคล้องกับหลักการทำงานของสมองที่ว่า “สมองจะจดจำได้ดีนำไปสู่ความจำระยะยาว (Long-term Memory) ต้องผ่านกระบวนการฝึกซ้ำๆ” คำว่า “ซ้ำๆ” ในที่นี้ไม่ได้หมายถึง การทำโจทย์เดิมซ้ำๆ แต่หมายถึงการใช้หลักการ เช่น หลักการบวกก็นำไปใช้กับการบวกที่แตกต่างกันออกไปในโจทย์ คุณครูจึงจำเป็นต้องออกแบบใบงานที่แตกต่างออกไป เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนเรื่อย ๆ

ขั้นตอนที่ ๔ : ขั้นการสรุป ขั้นนี้เป็นการสรุปเมื่อจบบทเรียนหรือหน่วยซึ่งแตกต่างจากขั้นตอนที่ ๒ ซึ่งเป็นการสรุปในแต่ละชั่วโมง ในขั้นตอนนี้เป็นการเชื่อมโยงความรู้ทั้งหน่วย โดยใช้ Graphic Organizer ฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ภายในบทเรียน สอดคล้องกับหลักการทำงานของสมองที่ว่า “สมองเรียนรู้เป็นองค์รวม” ซึ่งขั้นตอนนี้มีความสำคัญต่อเด็กมาก และเป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างยาก ครูเองก็จำเป็นต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เช่นกัน

ขั้นตอนที่ ๕ : ขั้นการประยุกต์ใช้ทันทีทันใด การที่เด็กเรียนแล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้นั้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ถึงร้อยละ ๙๐ ดังนั้น เมื่อจบบทเรียน คุณครูต้องคิดต้องออกแบบ เชื่อมโยงความรู้ทั้งหน่วย นำข้อสอบมาให้เด็กทดลองทำ

ประเสริฐ บุญเกิด, สมควร ฉายศิลป์รุ่งเรือง, เสรี ยกเลื่อน และนันทพร งามอดิชาติ (๒๕๕๘) พบว่าการสร้าง Psychomotor ให้แก่พนักงาน ประกอบด้วย ๕ ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ ๑ การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน: สร้างความเป็นกันเอง อธิบายภาพรวมและความสำคัญของผลิตภัณฑ์บอกว่าเป็นส่วนใดของผลิตภัณฑ์สอบถามว่าเคยทำงานประเภทนี้มาแล้วหรือไม่จัดให้ผู้เรียนและผู้สอนอยู่ตำแหน่งที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ ๒ Cognitive: ความรู้ในเรื่องทฤษฎีตรวจสอบว่าพนักงานมีความรู้ที่ถูกต้อง เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการทำงาน ผู้สอนสังเกตการณ์การตอบสนองของผู้เรียน

ขั้นตอนที่ ๓ Psychomotor Learning: ความรู้ในเชิงปฏิบัติ สาธิตให้ดูโดยการอธิบายเป็นขั้นๆ เน้นจุดสำคัญต่างๆ ขั้นตอน สอนชัดเจน ครบถ้วน ไม่รีบร้อน สอนไม่มากเกินไปที่ผู้เรียนจะรับได้ผู้สอนสังเกตการณ์การตอบสนองของผู้เรียน

ขั้นตอนที่ ๔ Feedback: การให้คำแนะนำจากหัวหน้างานที่เหมาะสม ให้พนักงานลองปฏิบัติ ให้อธิบายจุดสำคัญขณะปฏิบัติให้ดูอีกครั้ง หากทำผิดบอกจุดที่ต้องแก้ไขและวิธีที่ถูกต้อง หากทำถูกยืนยันว่าวิธีถูกต้องแล้วบอกว่าถูกต้องหรือผิดทันทีที่ผู้เรียนทำให้ทำต่อไปจนแน่ใจว่าผู้เรียนเข้าใจและทำได้ผู้สอนสังเกตการณ์การตอบสนองของผู้เรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม

ขั้นตอนที่ ๕ การแจ้งผู้เรียนในการติดตามผล: กำหนดความรับผิดชอบ (มีเป้าหมายการทำงาน) ระบุบุคคลที่จะไปขอความช่วยเหลือ (พี่เลี้ยง) หากมีปัญหาในการทำงานให้ถามทันที หมั่นติดตามและให้คำแนะนำเพิ่ม

สรุป การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานหมายถึงวิธีการสอน การออกแบบบทเรียน และหลักสูตรการเรียนในสถานศึกษา โดยสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิธีการเรียนรู้ของสมอง

รวมไปถึงปัจจัยต่าง ๆ สามารถพัฒนากระบวนการรับรู้และการคิดของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อผู้เรียนมีอายุมากขึ้น เดบโตเป็นผู้ใหญ่ในทางสังคม มีอารมณ์ มีความรู้ และความคิด สามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข ซึ่งการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นที่ ๕ ขั้นตอน

ขั้นที่ ๑ การเตรียมความพร้อมทั้งทางด้านร่างกาย และจิตใจ

ขั้นที่ ๒ การเรียนรู้ศึษาทฤษฎี

ขั้นที่ ๓ ขั้นปฏิบัติโดยการใช้ความรู้จากทฤษฎีประกอบการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากการสร้างทักษะจากง่ายไปยาก และการฝึกฝนซ้ำๆ

ขั้นที่ ๔ ขั้นสรุปแนวความคิดรวบยอดเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง

ขั้นที่ ๕ การนำความคิดรวบยอดมาสร้างในรูปแบบ Graphic Organizers หรือประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา สร้างสรรค์เป็นผลงานจากองค์ความรู้เดิม

## ๖. แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

### ๖.๑ ความหมายของความพึงพอใจ

พิพฒน์ มีเถื่อน (๒๕๖๒) กล่าวเกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีความพึงพอใจ เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของงานที่บรรลุเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นผลจากการได้รับการตอบสนองต่อแรงจูงใจหรือความต้องการของแต่ละบุคคล

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (๒๕๔๑, อ้างถึงใน น้ำลिन เทียนแก้ว, ๒๕๖๐) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่าความรู้สึกทางบวก ความรู้สึกทางลบ และความสุขที่มีความสัมพันธ์กันอย่างสลับซับซ้อนโดยความพึงพอใจจะเกิดขึ้น เมื่อความรู้สึกทางบวกมากกว่าทางลบ

น้ำลिन เทียนแก้ว (๒๕๖๐) ได้กล่าวว่าความพึงพอใจ (Satisfaction) หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือต่อองค์ประกอบและสิ่งจูงใจในด้านต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจ ส่งผลให้มีทัศนคติที่ดีเมื่อได้รับการตอบสนองตามความต้องการของตนเอง

ยุพิน พิทยาวัฒน์ชัยและ จีระศักดิ์ ทัพผา (๒๕๖๓) ความพึงพอใจ หมายถึง สิ่งที่เกิดจากแรงจูงใจซึ่งเป็นพฤติกรรมภายในที่ผลักดันให้เกิดความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ยินดี ไม่ยินดี เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการและความคาดหวัง ที่เกิดจากการประเมินค่าอันเป็นการเรียนรู้ประสบการณ์จากการกระทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดการตอบสนองความต้องการตามเป้าหมายของแต่ละบุคคล

สรุปได้ว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนิยมชมชอบ ซึ่งเกิดจากความรู้สึกจากแรงผลักดันภายใน เมื่อได้รับการจัดกิจกรรม หรือประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้

### ๖.๒ การวัดความพึงพอใจ

โยธิน แสงวงดี (๒๕๕๑, อ้างถึงใน สุพรรณดา ภาราม, ๒๕๕๗) กล่าวว่า มาตรวัดความพึงพอใจสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

๑) การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่างๆ

๒) การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยและวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

๓) การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทางวิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

บุญชม ศรีสะอาด (๒๕๔๖, อ้างถึงใน จิราภรณ์ พรหมสีบ, ๒๕๕๙) มาตรฐานประมาณค่า เป็นเครื่องมือที่ครูผู้สอนใช้ประเมินผู้เรียน และผู้เรียนใช้ประเมิน หรือพิจารณาตนเอง หรือสิ่งอื่น ใช้ทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรม ทักษะต่าง ๆ และใช้วัดพฤติกรรม เช่น เจตคติความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ฯลฯ มาตรฐานประมาณค่าจะช่วยให้ทราบว่า ผู้เรียนมีสิ่งนั้น เรื่องนั้นเพียงใด การสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ มีขั้นตอนดังนี้

- ๑) รวบรวมข้อความที่ต้องการให้แสดงความคิดเห็น
- ๒) กำหนดประเด็นและสร้างคำถามโดยใช้ภาษาที่ชัดเจนไม่มีความหมายกำกวม
- ๓) ตรวจสอบข้อความในคำถามให้สอดคล้องกับแนวทางการตอบ
- ๔) นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองขั้นต้นเพื่อดูความชัดเจนของข้อความ
- ๕) กำหนดน้ำหนักคะแนนตัวเลือกในแต่ละข้อ

จึงกล่าวได้ว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนิยมชมชอบต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรม การเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ วัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) โดยมีขั้นตอนดังนี้ ให้มีลักษณะเป็นมาตรฐานประมาณค่า ๕ ระดับ องค์กรประกอบ ๓ ด้าน คือ ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

## ๗. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Caine, R., and Caine, G. (๑๙๙๐) ศึกษาผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด ๗ การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานโดยทั่วไปแล้วถือเป็นเทคนิคการเรียนการสอนที่มาจากผลวิจัยทางด้านประสาทวิทยา และวิทยาการการรับรู้ ซึ่งช่วยให้เรียนรู้ได้อย่างสูงสุดแต่ยังคงมีความท้าทาย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โดยใช้การวัดผลทั้งแบบก่อนและหลังเรียนเป็นตัวแปรควบคุมกลุ่ม กลุ่มทดลองจะได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมจะได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังเผยให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานต้องใช้เวลามากกว่าเมื่อเทียบกับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มทดลองพัฒนาดีขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

Pinkerton, K. David (๑๙๙๔) การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) กับโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา สายวิทยาศาสตร์ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์และวิชาเคมี ได้ตั้งสมมติฐานว่า หากมีการจัดสถานที่เรียนให้มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้แบบ Brain-based Learning หรือการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับพัฒนาการของสมองแต่ละช่วงวัย จะช่วยให้นักเรียนมีศักยภาพในการเรียนรู้ดีขึ้นหรือไม่ โดย Pinkerton ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ใช้เทคนิคการสอนแบบต่าง ๆ คือ วิธีสอนแบบมุ่งเน้นเนื้อหาหรือการสอนตามหัวข้อเรื่อง (thematic teaching) วิธีการใช้ภาษาและการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือนักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ผู้อื่นพูดและจัดเก็บข้อมูลในสมอง (enriched language use) ความซับซ้อนตามธรรมชาติ คือ ความสามารถในการรู้จักและเข้าใจธรรมชาติอย่างลึกซึ้ง (naturally complex) การออกแบบการเรียนรู้ระยะยาวเพื่อสร้างองค์ความรู้โดยให้นักเรียนฝึกคิดและทำด้วยตนเอง (long-term design and construction projects) รวมถึงการใช้เครื่องมือวัดผลที่มีความหลากหลาย (assessment) จากการศึกษาของ Pinkerton โดยการใช้เทคนิคการสอนดังกล่าวพบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงในด้านการเรียนรู้ที่สำคัญ ๓ ด้าน คือ ๑) นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้ทำกิจกรรมที่ต้องใช้สติปัญญาในการแก้ไขปัญหา ๒) นักเรียนตระหนักได้ว่าผลการเรียนหรือเกรดเฉลี่ยของนักเรียนเกิดจากความเข้าใจเนื้อหาและสามารถถ่ายทอดความรู้ของตนเองออกมาได้ ๓) การตระหนักรู้ในตนเองหรือการรู้เท่าทันตนเองช่วยให้ดำรงชีวิตอยู่อย่างมีคุณค่าและมีความสุข ผลการศึกษาของ Pinkerton ได้รับการสนับสนุนจากนักวิจัย Jones, Carter และ Rua (๑๙๙๙) ด้วยว่านักเรียนจะสามารถเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ได้ดีมากยิ่งขึ้นเมื่อนักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองเป็นสำคัญ ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองมากกว่าที่จะเป็นผู้บอกเล่าให้นักเรียนจดจำ

Serap Tufekçia, Melek Demirelb (๒๐๐๙) ได้ศึกษาผลลัพธ์จากการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การจดจำ ทักษะคิด และกระบวนการเรียนรู้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดการเรียนการสอนตามการเรียนรู้ ซึ่งออกแบบตามการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การจดจำ ทักษะคิด และกระบวนการเรียนรู้ในการวิจัยได้นำแบบการทดลองที่มีการวัดทดสอบก่อนและหลังของกลุ่มควบคุมมาใช้ รวมทั้งทำการสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ ผลการวิจัย

พบว่าสภาพแวดล้อมที่มีการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานให้ผลลัพธ์เชิงบวกต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น การจดจำ การเรียนรู้ตลอดจนทัศนคติที่มีต่อหลักสูตรของนักศึกษามหาวิทยาลัย

Duman, Bilal (๒๐๑๐) ได้ศึกษาผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีการจัดรูปแบบการเรียนรู้ที่ต่างกัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีการจัดรูปแบบการเรียนรู้ที่ต่างกัน กลุ่มประชากรมาจากนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาศึกษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัย Mugla งานวิจัยนี้ได้นำแบบทดสอบก่อน-หลังมาใช้ โดยเก็บข้อมูลมาจากผลคะแนนสอบและการตอบแบบสอบถาม (the Kolb's Experiential Learning Style questionnaire) ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองที่เข้าร่วมรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานดีขึ้นกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมแต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษากลุ่มทดลองและนักศึกษาที่รับการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น ๆ

Mary George Varghese & Shefali Pandya (๒๐๑๖) การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิผลจากการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา รวมถึงพฤติกรรมและความเครียดในการเรียน ผู้สอนทั่วโลกจึงพบกับความท้าทายหลายอย่างในการจัดการเรียนการสอน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์โดยทั่วไปเพื่อศึกษาวิธีการสอนแบบใหม่ให้กับกลุ่มนักวิชาการ อย่างเช่น การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับวิธีจัดการกับความท้าทายทางการศึกษาทั่วโลกโดยใช้แนวทางแบบใหม่ รวมทั้งการหาวิธีที่จะเปลี่ยนชั้นเรียนให้มีสภาพแวดล้อมต่อการเรียนรู้ที่ การศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นประสิทธิผลจากการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมถึงพฤติกรรมและความเครียดในการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยกึ่งทดลองและนำแบบแผนแบบแพททอเรียลมาใช้ โดยดำเนินการแบบกึ่งทดลองที่มีการวัดทดสอบก่อนและหลัง การวิจัยชี้ว่าการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นแนวทางกระบวนการรับรู้และการคิดของระบบประสาทที่มีการเก็บรักษาข้อมูลไว้ถาวรพร้อมสร้างข้อมูลใหม่ไปเรื่อย ๆ อีกทั้งยังเป็นการสร้างความสุขในการเรียนรู้อย่างแท้จริง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมการเรียนรู้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงแนะนำให้ใช้แนวทางดังกล่าวนี้อย่างเข้มข้นเพื่อให้การดำเนินการเรียนการสอนในชั้นเรียนมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสนับสนุนให้นักวิชาการและผู้ให้การศึกษาทั่วโลกทำความคุ้นเคยกับแนวทางนี้เพื่อให้กลุ่มผู้เรียนพัฒนามากยิ่งขึ้น

จิรารัตน์ บุญสงค์ (๒๕๕๘) ศึกษาเกี่ยวผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ที่มีคะแนนเฉลี่ยสะสม

วิชาสังคมศึกษาสูง ปานกลาง และต่ำ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๒ โรงเรียนกอบกุลวิทยาคม อำเภอสะเตา จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นโรงเรียนในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๖ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๕๙ รวมนักเรียนทั้งสิ้น ๓๓ คน โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน จำนวน ๘ แผน ๑๖ ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษามีค่าความเที่ยง ๐.๗๐ และ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์มีค่าความเที่ยง ๐.๖๑ ใช้แบบแผนการทดลองแบบทดสอบก่อนและหลังแบบกลุ่มเดียว (One Group Pre-test Post-test) สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการทดสอบค่าที (t-test) และ One - way MANOVA ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ ๐.๐๑ มีความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๑ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ที่มีคะแนนเฉลี่ยสะสมวิชาสังคมศึกษาระดับสูง ปานกลาง และต่ำ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๒๕

ทัดดาว สนมเมือง และหล้า ภาณุตานนท์ (๒๕๕๙) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง (Brain-based Learning) เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ๑) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง (Brain-based Learning) เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ๒) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ ๗๐ ของนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ ๗๐ ขึ้นไป ๓) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง (Brain-based Learning) เรื่อง เศษส่วน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑/๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๕๘ โรงเรียนชุมแพศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต ๒๕ จำนวน ๕๐ คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยพบว่า ๑) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง (Brain-based Learning) เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ประกอบด้วย ๕ ขั้นดังนี้ ขั้นอุ่นเครื่อง (Warm-up stage) ขั้นเรียนรู้ (Learning stage) ขั้นฝึก (Practice Stage) ขั้นสรุป (Conclusion Stage) และขั้นนำไปใช้ (Application Stage) ๒) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง (Brain-based Learning) เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ มีคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเท่ากับ ๒๕.๕๐ คิดเป็นร้อยละ ๘๕.๐๐ และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน ๔๖ คน คิดเป็นร้อยละ ๙๒.๐๐

ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ๓) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง (Brain-based Learning) เรื่อง เศษส่วน อยู่ในระดับมาก

ธิดา มหายศนันท์ (๒๕๕๙) การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ โดยมีวัตถุประสงค์ ๑) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ตามเกณฑ์ ๘๐/๘๐ ๒) เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ๓) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑/๖ โรงเรียนเทศบาลท่าอิฐ สังกัดกองการศึกษา เทศบาลเมืองอุตรดิตถ์ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๕๙ จำนวน ๓๔ คน ได้มาโดยใช้วิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ๑) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๘ ชุด ๒) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนและแบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรม ๓) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวกลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E1/E2 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ และการทดสอบค่าที่แบบ Dependent group t-test ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ มีประสิทธิภาพ ๘๔.๘๕/๘๒.๙๕ เป็นไปตามเกณฑ์ ๘๐/๘๐ การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ อยู่ในระดับมาก

พุทธวรรณ ชูเชิด และสุลีมาศ อังศุเกียรติถาวร (๒๕๖๐) ศึกษาผลการสอนโดยใช้หลักการพัฒนาสมองเป็นฐานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาการพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวชของนักศึกษาพยาบาลการวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อรายวิชาการพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวชของนักศึกษาพยาบาลที่ใช้หลักการพัฒนาสมองเป็นฐานในการเรียนกับการเรียนแบบปกติที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ ๓ มหาวิทยาลัยเอกชนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา ๒๕๕๗ จำนวน ๖๐ คน ที่ได้มาจากการจับคู่คุณสมบัติโดยใช้ค่าผลการเรียนเฉลี่ยเป็นเกณฑ์แล้วนำมาสุ่มอย่างง่าย แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ ๓๐ คน ใช้เวลาในการวิจัย ๕ สัปดาห์เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้หลักการพัฒนาสมองเป็นฐาน และแบบวัดเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบสถิติที่ไม่เป็นอิสระจากกันและสถิติที่ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่กลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติวิชาการพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวชของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองหลังการเรียนรู้โดยใช้หลักการพัฒนาสมองเป็นฐาน ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ ค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อรายวิชาการพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวชระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้หลักการพัฒนาสมองเป็นฐานไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ และค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อรายวิชาการพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวชของกลุ่มทดลองหลังการเรียนรู้โดยใช้หลักการพัฒนาสมองเป็นฐานสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ ผลการศึกษาเป็นหลักฐานว่าการเรียนรู้ที่ใช้หลักการพัฒนาสมองเป็นฐานเพิ่มเจตคติต่อการเรียน ผู้วิจัยเสนอแนะว่าควรนำการเรียนรู้ที่ใช้หลักการพัฒนาสมองเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมเจตคติและศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบอื่นเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

วรารณณ์ เพ็ชชะ และ สุทธิพร บุญส่ง (๒๕๖๓) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนสุวรรณพรประสิทธิ์ และเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนสุวรรณพรประสิทธิ์กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๒๓ คน โรงเรียนสุวรรณพรประสิทธิ์ ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๓ แผน จำนวน ๖ ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์



เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี ๔ ตัวเลือก จำนวน ๓๐ ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (Dependent Samples t-test) ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ และทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕

ศุภพล มงคลเจริญพันธ์ (๒๕๖๑) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน วิทยาลัยอาชีวศึกษาศรีสุทนต์พิทยการ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ๑) พัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์โดยใช้สมองเป็นฐาน ๒) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้รูปแบบสมองเป็นฐาน และ ๓) สำรวจความพึงพอใจของนักศึกษา และ ๔) หาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เรื่อง การสร้างบรรจุภัณฑ์ วิชากลยุทธ์การตลาด ดำเนินการวิจัยด้วยการทดสอบผู้เรียนก่อนและหลังทำการสอนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นครบทุกหน่วย ใช้เวลาทั้งหมด ๑๐ คาบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๒ สาขาการตลาด จำนวน ๙๒ คนวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยหาค่าประสิทธิภาพระหว่างเรียน (E1) และหลังเรียน (E2) สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation : S.D.) และการทดสอบค่า t (t-test dependent) ผลการวิจัย พบว่า ๑) ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนหลังผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ๒) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ ๓) ผู้เรียนมีความพึงพอใจการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ๔) รูปแบบการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานมีประสิทธิภาพ (E1/E2) ๘๑.๘๒/๘๔.๒๖

ชนแก้ว จันทรัตน์, นิตยา สุวรรณศรี และระพีพันธ์ โพธิ์ศรี (๒๕๖๓) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ BBL (Brain Based Learning) ร่วมกับผังมโนทัศน์ (Mind map) เพื่อพัฒนาความสามารถในการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนมัธยมสมบูรณ เชียงฮ่อน แขวงไชยบุรี สปป. ลาว ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ๑) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของแบบฝึกการอ่านแบบ BBL ร่วมกับผังมโนทัศน์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนมัธยมศึกษาสมบูรณ เชียงฮ่อน สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ตามเกณฑ์ ๗๐/๗๐ ๒) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ BBL ร่วมกับผังมโนทัศน์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ และ ๓) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ BBL ร่วมกับผังมโนทัศน์เพื่อพัฒนาความสามารถ

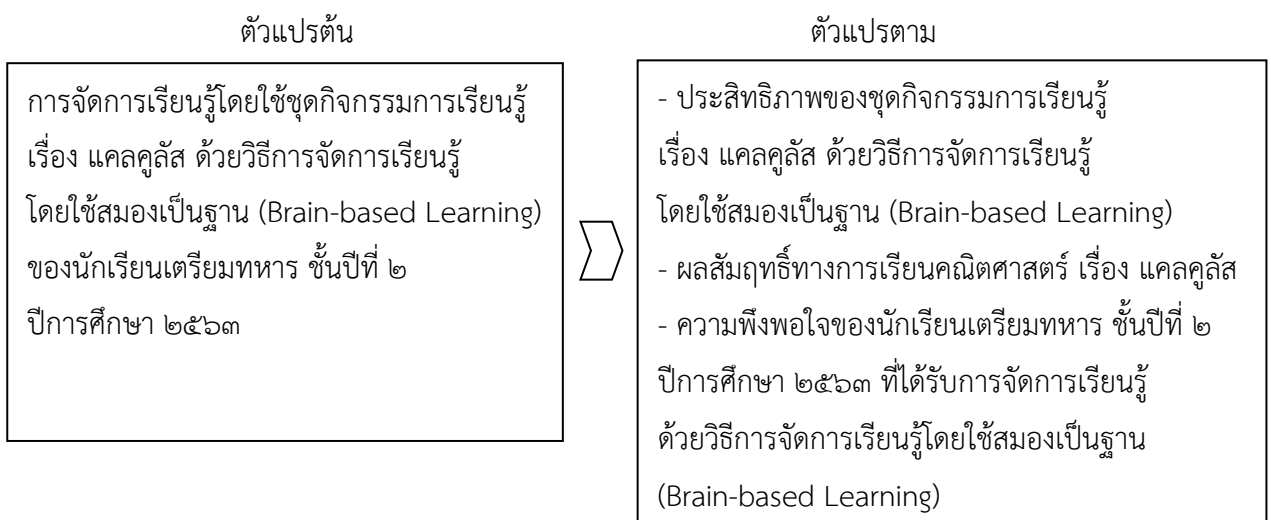
ในการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนมัธยมศึกษาสมบูรณ์เชียงฮ่อน แขวงไชยบุรี สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒ จำนวน ๒๙ คน กลุ่มตัวอย่างได้มาด้วยวิธีเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ๑) บทเรียน จำนวน ๔ หน่วย และ ๒) แบบฝึกทักษะ จำนวน ๘ แผน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย ๑) แบบทดสอบหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม ๒) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง หน่วยการเรียนรู้ โดยการสร้างแผนผังมโนทัศน์และ ๓) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินการวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ๑) แบบฝึกทักษะการอ่านโดยใช้รูปแบบ BBL ร่วมกับผังมโนทัศน์เพื่อพัฒนาความสามารถในการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยบทเรียน จำนวน ๔ หน่วย ๆ ละ ๔ ชั่วโมง คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ : The times หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ : Describing people หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ : Clothing และ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๔ : The past และประกอบด้วยแบบฝึกจำนวน ๘ แบบฝึก ได้แก่ แบบฝึกที่ ๑ Somphorn's daily routine แบบฝึกที่ ๒ Kids and their daily แบบฝึกที่ 3 Describing people แบบฝึกที่ ๔ My fabulous sister แบบฝึกที่ ๕ Thong phet แบบฝึกที่ ๖ Fashions แบบฝึกที่ ๗ What did they do last weekend และแบบฝึกที่ ๘ Oudom and Sengchanh had nice weekend โดยผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าแบบฝึกดังกล่าวมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และแบบฝึกดังกล่าวมีประสิทธิภาพเท่ากับ ๗๐.๗๙/๗๐.๖๙ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ๒) นักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกการอ่านรูปแบบ BBL ร่วมกับผังมโนทัศน์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ ๗๐.๖๙ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ ๗๐ และ ๓) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนมัธยมศึกษาสมบูรณ์เชียงฮ่อน แขวงไชยบุรี สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ BBL ร่วมกับผังมโนทัศน์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ อยู่ในระดับมาก

สุภารัตน์ กัทลีรัตน์ (๒๕๖๔) ได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์และศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) ร่วมกับแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.๑) จำนวน ๕๐๐ คน ในภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.๑) จำนวน ๓๕ คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที่ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ร้อยละ ด้วยกระบวนการการเรียนรู้ แบบ BBLร่วมกับแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ของนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพที่สร้างขึ้นทั้ง ๖ แผน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ร้อยละ ด้วยกระบวนการการเรียนรู้แบบ BBL ร่วมกับแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ ๗๕ โดยมีด้านความรู้จากคะแนนเต็ม ๑๗๐ คะแนน คิดเป็นร้อยละ ๘๘.๒๑ ด้านทักษะ กระบวนการ มีคะแนนเฉลี่ย ๔๕.๓๑ จากคะแนนเต็ม ๕๐ คะแนน คิดเป็นร้อยละ ๙๐.๖๒ และ ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์มีค่าเฉลี่ย ๒๕.๗๗ จากคะแนนเต็ม ๓๐ คะแนน คิดเป็นร้อยละ ๘๕.๙ และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

**กรอบแนวคิดในการวิจัย**

ผู้วิจัยศึกษา พบว่าการจัดการเรียนการสอน การออกแบบบทเรียน และหลักสูตรการเรียน ในสถานศึกษา ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิธีการ เรียนรู้ของสมองและสามารถพัฒนากระบวนการรับรู้และการคิดของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน ซึ่ง Caine, R.และ Caine, G. (๑๙๙๐) พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น และจिरารัตน์ บุญสงค์ (๒๕๕๘) พบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ จากการเรียนรู้ นอกจากนี้การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) ซึ่งเป็นในรูปแบบชุดกิจกรรมแบบผสมผสาน เมื่อทำกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด ดังกรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ ๒.๑ กรอบแนวคิดในการวิจัย

## บทที่ ๓

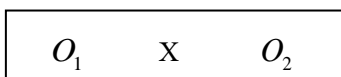
### วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ๑) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ๒) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ๓) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

๑. การออกแบบวิจัย
๒. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
๓. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
๔. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
๕. การเก็บรวบรวมข้อมูล
๖. สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

### การออกแบบวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยใช้แผนแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียว (One Group Pretest - Posttest Design) โดยมีการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน ดังแผนภาพต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, ๒๕๓๘)



เมื่อ  $O_1$  แทน การทดสอบก่อนเรียนโดยแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Pretest)

X แทน	การดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ (Treatment)
O <sub>2</sub> แทน	การทดสอบหลังเรียน โดยแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Posttest)

## ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร ได้แก่ นักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก จำนวน ๒๔ ตอนเรียน รวมจำนวนทั้งสิ้น ๗๙๐ นาย

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก จำนวน ๑ ตอนเรียน รวม ๓๓ นาย ได้มาโดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยใช้ตอนเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เนื่องจากการจัดนักเรียนเข้าตอนเรียนจัดแบบความสามารถ ดังนั้นในแต่ละตอนเรียนนักเรียนจะมีความสามารถใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงสุ่มแบบกลุ่มตอนเรียน เพื่อเป็นตัวแทน ๒๔ ตอนเรียน

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

๑. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส สำหรับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) จำนวน ๑๗ แผนการจัดการเรียนรู้
๒. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส แบ่งเป็น ๒ ชุด คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน) และชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน)
๓. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส จำนวน ๓๐ ข้อ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ๔ ตัวเลือก แบ่งเป็นเรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน จำนวน ๑๐ ข้อ และเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน จำนวน ๒๐ ข้อ
๔. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วน ๕ ระดับ จำนวน ๑๕ ข้อ

## การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### ๑. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส สำหรับนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒

#### ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

##### ๑.๑ ขั้นการวิเคราะห์

๑.๑.๑ ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐) สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ของเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส

๑.๑.๒ ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

๑.๑.๓ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

๑.๑.๔ วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระและกิจกรรมของการจัดการเรียนรู้ตามวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) เพื่อกำหนดเป็นโครงสร้างการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอน

##### ๑.๒ ขั้นการออกแบบ

๑.๒.๑ ออกแบบโครงสร้างการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับแต่ละหน่วยการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

๑.๒.๒ กำหนดรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการวัดผลประเมินผล สื่อการเรียนรู้ตามหลักการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

๑.๒.๓ กำหนดรายละเอียดการจัดทำจัดการเรียนรู้ตามวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) จำนวน ๑๗ แผนการจัดการเรียนรู้ คาบละ ๕๐ นาที โดยมีรายละเอียดตารางที่ ๓.๑ ดังนี้

**ตารางที่ ๓.๑** ตารางแสดงรายละเอียดของเนื้อหาส่วนที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวนคาบเรียน
๑ - ๓	นิยามลิมิตของฟังก์ชันและทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิต	๖
๔ - ๕	ทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิต	๔
๖	ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน	๒
๗ - ๘	การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้บทนิยาม	๔
๙	การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับสูง	๒
๑๐	การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอิมพลิสิต	๒

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวนคาบเรียน
๑๑	การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ	๒
๑๒	อัตราการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชัน	๒
๑๓	อัตราการเปลี่ยนแปลง (การเคลื่อนที่)	๓
๑๔	อัตราการเปลี่ยนแปลง (ความชันบนเส้นโค้ง)	๓
๑๕	การหาค่าสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์	๓
๑๖	การหาค่าสูงสุดต่ำสุดสัมบูรณ์	๒
๑๗	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด	๓
	<b>รวม</b>	<b>๓๘</b>

### ๑.๓ ชั้นการพัฒนา

๑.๓.๑ สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีส่วนประกอบดังนี้

๑.๓.๑.๑ หัวเรื่อง (ลำดับที่ของแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อรายวิชา รหัสวิชา ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ชื่อเรื่องที่จะสอน เวลาที่ใช้เรียนในคาบ ชื่อผู้สอน)

๑.๓.๑.๒ ผลการเรียนรู้

๑.๓.๑.๓ จุดประสงค์การเรียนรู้

๑.๓.๑.๔ สารสำคัญ

๑.๓.๑.๕ ผลงานที่แสดงผลการเรียนรู้ (ภาระงาน, ผลงานของแผนการจัดการเรียนรู้)

๑.๓.๑.๖ การวัดประเมินผลและเกณฑ์การประเมิน

๑.๓.๑.๗ กิจกรรมการเรียนรู้

๑.๓.๑.๘ สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๑.๓.๑.๙ การวัดผลประเมินผล

๑.๓.๑.๑๐ บันทึกสรุปผลการเรียนรู้

๑.๓.๑.๑๑ ความคิดเห็นของผู้บริหาร

๑.๓.๒ นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน ๓ ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

๑) น.อ.ดร. โชติ จันทร์วัง

ตำแหน่ง อจ.กคศ.สกศ.รร.ตท.สปท.

วิทยฐานะครูชำนาญการ โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

๒) ดร.นวรินทร์ ตาก้อนทอง

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๓) นายฟ้าคำรณ กมล

ตำแหน่ง ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย

เป็นผู้ตรวจสอบความสอดคล้องเนื้อหาและความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
เป็นมาตรฐานวัดแบบลิเคิร์ตจำนวน ๑๐ ข้อ เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย ๔.๕๐ - ๕.๐๐ หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย ๓.๕๐ - ๔.๔๙ หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย ๒.๕๐ - ๓.๔๙ หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย ๑.๕๐ - ๒.๔๙ หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย ๑.๐๐ - ๑.๔๙ หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินการตรวจสอบความสอดคล้องเนื้อหาและความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๓ ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ มีความตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้  
และเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๔.๔๓ ซึ่งหมายถึง แผนการจัดการ  
เรียนรู้ที่สร้างมีความเหมาะสมในระดับมาก

#### ๑.๔ ชั้นปรับปรุงแก้ไข

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับคำแนะนำและข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ  
มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้เรียบร้อยก่อนที่จะนำไปทดลองใช้กับนักเรียนเตรียมทหาร  
ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

#### ๑.๕ ชั้นการประเมินผล

นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ที่ทดลองใช้ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้  
กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓  
จำนวน ๓๓ นาย



## **๒. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส**

การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

### **๒.๑ ขั้นการวิเคราะห์**

๒.๑.๑ ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับหลักการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

๒.๑.๒ ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทศักราช ๒๕๕๔ (ปรับปรุง พุทศักราช ๒๕๖๐)

๒.๑.๓ วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

### **๒.๒ ขั้นการออกแบบ**

๒.๒.๑ ออกแบบโครงสร้างการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับหน่วยการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

๒.๒.๒ กำหนดรูปแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิธีการวัดผลประเมินผลสื่อการเรียนรู้ตามหลักการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

### **๒.๓ ขั้นการพัฒนา**

๒.๓.๑ สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้

๒.๓.๒ นำแบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๓ ท่านตรวจสอบ โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

๑) น.อ.ดร. โชติ จันทร์วัง

ตำแหน่ง อจ.กคศ.สภ.ร.ร.ตท.สปท.

วิทยฐานะครูชำนาญการ โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

๒) ดร.นวรินทร์ ตาก้อนทอง

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๓) นายฟ้าคำรณ กมล

ตำแหน่ง ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย

เป็นผู้ตรวจสอบความสอดคล้องเนื้อหาและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยออกแบบแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ๕ ระดับ จำนวน ๒๐ ข้อ โดยกำหนดค่าความเหมาะสม ๕ ระดับ ดังนี้

ระดับ ๕	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ระดับ ๔	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ระดับ ๓	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ระดับ ๒	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ระดับ ๑	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วนำค่าที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนไปแทนค่าในสูตร และนำค่าเฉลี่ยที่ผู้เชี่ยวชาญยอมรับจะต้องอยู่ในระดับมากขึ้นไป คือค่าเฉลี่ยตั้งแต่ ๓.๕๐ - ๕.๐๐ โดยกำหนดเกณฑ์การตัดสินประเมินค่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

ค่าเฉลี่ย ๔.๕๐ - ๕.๐๐	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย ๓.๕๐ - ๔.๔๙	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย ๒.๕๐ - ๓.๔๙	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย ๑.๕๐ - ๒.๔๙	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย ๑.๐๐ - ๑.๔๙	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๓ ท่าน พบว่า ชุดกิจกรรมที่ ๑ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันมีความเหมาะสมในระดับมากขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ๔.๗๗ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ ๐.๒๐ ส่วนชุดกิจกรรมที่ ๒ เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชันมีความเหมาะสมในระดับมากขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ๔.๗๘ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ ๐.๒๐

#### ๒.๔ ขั้นตอนการทดลองใช้

นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๓๓ นาย ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกัน กับนักเรียนที่ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

#### ๒.๕ ขั้นตอนการประเมินผล

นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ที่ทดลองใช้ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๓๓ นาย

### ๓. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

#### ๓.๑ ขั้นการวิเคราะห์

๓.๑.๑ ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีและวิธีสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส

๓.๑.๒ ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐)

๓.๑.๓ ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### ๓.๒ ขั้นการออกแบบ

๓.๒.๑ ศึกษาคู่มือการวัดผลประเมินผลและรูปแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งเป็นแบบทดสอบ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ๔ ตัวเลือก จำนวน ๑๐ ข้อ เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ๔ ตัวเลือก จำนวน ๒๐ ข้อ รวมทั้งหมด ๓๐ ข้อ โดยกำหนดระดับความยาก (p) ระหว่าง ๐.๒๐ – ๐.๘๐ ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ ๐.๒๐ ขึ้นไป

๓.๒.๒ ออกแบบและสร้างตารางแผนผังการสร้างข้อสอบ (Test blueprint) เพื่อกำหนดระดับพฤติกรรม

#### ๓.๓ ขั้นการพัฒนา

๓.๓.๑ สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และตารางแผนผังการสร้างข้อสอบ

๓.๓.๒ สร้างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส สำหรับผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- +๑ หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ๐ หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ๑ หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

๓.๓.๓ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๓ ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแล้วนำมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้สูตรการหาดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item - Objective Congruence) นำผลรวมคะแนนการพิจารณาแบบทดสอบของผู้เชี่ยวชาญมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์โดยใช้เกณฑ์ ๐.๕๐ ขึ้นไปถือว่าข้อสอบนั้นใช้ได้

ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง ๐.๕๐ - ๑.๐๐ ซึ่งผ่านเกณฑ์ทุกข้อ

### ๓.๔ ขั้นการทดลองใช้

๓.๔.๑ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒ จำนวน ๓๓ นาย ที่ผ่านการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส แล้ว หลังจากนั้น นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบไปวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยมีเกณฑ์การยอมรับคุณภาพค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง ๐.๒๐ - ๐.๘๐ และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ ๐.๒๐ ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบปรนัยทั้ง ๓๐ ข้อ มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ ๐.๒๖ - ๐.๘๒ และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ ๐.๒ - ๐.๗๓๓ สำหรับข้อสอบข้อที่ ๓ ได้ค่าความยากง่าย ๐.๘๒ ผู้วิจัยได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาข้อสอบแล้ว ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ ผู้วิจัยปรับตัวเลือก โดยสร้างตัวเลือกที่เป็นลวงที่ดี เพื่อจำแนกนักเรียนเก่ง อ่อนได้

๓.๔.๒ นำผลการสอบเฉพาะข้อที่เลือกไว้มาคำนวณหาความเที่ยงทั้งฉบับ โดยคำนวณความเที่ยงใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) โดยแบบทดสอบมีค่าความเที่ยง เท่ากับ ๐.๘๐๓ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

### ๓.๕ ขั้นการประเมินผล

นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ที่ทดลองใช้ ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ที่กำลัง ศึกษาภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๓๓ นาย

## ๔. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) โดยมีขั้นตอนดังนี้

### ๔.๑ ขั้นการวิเคราะห์

๔.๑.๑ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความหมายของความพึงพอใจ การวัด ความพึงพอใจและการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

๔.๑.๒ กำหนดจุดประสงค์ของแบบสอบถามความพึงพอใจ คือ เพื่อวัด ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

### ๔.๒ ขั้นการออกแบบ

๔.๒.๑ กำหนดรูปแบบของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) โดยออกแบบให้มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า ๕ ระดับ ได้กำหนดค่าระดับความพึงพอใจดังนี้

ระดับ ๕	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ระดับ ๔	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ระดับ ๓	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ระดับ ๒	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ระดับ ๑	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การแบ่งช่วงคะแนนค่าเฉลี่ยพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ได้กำหนดเกณฑ์ประเมินไว้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย ๔.๕๑ - ๕.๐๐	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย ๓.๕๑ - ๔.๕๐	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย ๒.๕๑ - ๓.๕๐	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย ๑.๕๑ - ๒.๕๐	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย ๑.๐๐ - ๑.๕๐	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

๔.๒.๒ สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหารที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยการสร้างข้อคำถามให้ครอบคลุมกับองค์ประกอบที่กำหนดไว้ เป็นมาตรวัดเจตคติแบบลิเคิร์ตจำนวน ๑๕ ข้อ และมีระดับความคิดเห็น ๕ ระดับ คือ มากที่สุด มาก ค่อนข้างมาก ปานกลาง ค่อนข้างน้อย น้อย น้อยที่สุด โดยผู้วิจัยยึดองค์ประกอบ ซึ่งประกอบด้วย

- องค์ประกอบที่ ๑ ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้
- องค์ประกอบที่ ๒ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- องค์ประกอบที่ ๓ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

### ๔.๓ ขั้นการพัฒนา

๔.๓.๑ สร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

๔.๓.๒ นำแบบประเมินความพึงพอใจไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง ๓ ท่าน โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

- ๑) น.อ.ดร. โชติ จันทร์วัง  
ตำแหน่ง อจ.กคศ.สกศ.รร.ตท.สปท.  
วิทยฐานะครูชำนาญการ โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการ  
ป้องกันประเทศ
- ๒) ดร.นวรินทร์ ตาก้อนทอง  
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๓) นายฟ้าคำรณ กมล

ตำแหน่ง ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย

พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและสำนวนที่ใช้ของแต่ละข้อคำถาม แก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำแล้วนำมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยใช้สูตร IOC (Index of Item - Objective Congruence) โดยกำหนดการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

- +๑ หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นวัดความพึงพอใจได้
- ๐ หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นวัดความพึงพอใจได้
- ๑ หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นวัดความพึงพอใจไม่ได้

จากการพิจารณาตรวจสอบความวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง ๓ ท่าน พบว่า ค่า IOC มีค่าตั้งแต่ ๐.๕๐ ขึ้นไป ซึ่งถือว่าข้อคำถามนั้นเหมาะสมกับการวิจัย และพบว่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ๐.๖๗ - ๑.๐๐

#### ๔.๔ ขั้นตอนการทดลองใช้

๔.๔.๑ นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๓๓ นาย ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับนักเรียนที่ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

๔.๔.๒ นำคะแนนจากการตอบแบบสอบถาม ไปวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) ระหว่างรายข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับ (Item-Total Correlation) มีเกณฑ์การยอมรับคุณภาพค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ ๐.๒๐ ขึ้นไป พบว่าค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบถามมีค่าตั้งแต่ ๐.๗๕๒ - ๐.๙๑๐ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

๔.๔.๓ นำคะแนนจากการตอบแบบสอบถาม มาวิเคราะห์ความเที่ยง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของค่าความเที่ยงคือ มากกว่า ๐.๗๐ ถือว่ามีความเที่ยงสูง พบว่าแบบสอบมีค่าความเที่ยง เท่ากับ ๐.๙๗๓ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

#### ๔.๕ ขั้นตอนประเมินผล

นำแบบสอบถามที่ทดลองใช้ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๓๓ นาย

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

๑. ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ซึ่งแบ่งเป็นแบบทดสอบ เรื่องลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน และเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ๔ ตัวเลือก จำนวน ๓๐ ข้อ แล้วทำการตรวจและบันทึกผลคะแนนเพื่อนำผลไปวิเคราะห์ต่อไป

๒. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) จำนวน ๑๗ แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลารวมทั้งหมด ๓๘ คาบ พร้อมทั้งนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๒ ชุด

๓. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วทำการตรวจและบันทึกผลคะแนนเพื่อนำผลไปวิเคราะห์ต่อไป

๔. ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

๕. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อสรุปผลการวิเคราะห์ต่อไป

## การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

๑. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ๗๕/๗๕ จากการนำคะแนนของนักเรียนที่ร่วมกิจกรรมและทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรม กับ คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน หาค่าเฉลี่ยร้อยละ เพื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยการวิเคราะห์ค่าที่ (One -Sample t - test)

๒. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โดยการทดสอบค่าที่ (Paired – samples t – test)

๓. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จากการทดสอบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย

๑. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

๑.๑ การหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ( $\bar{X}$ )

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง  
 $\sum x$  แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง  
 $n$  แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

๑.๒ การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ( $s$ )

$$s = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ  $s$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง  
 $\sum x$  แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง  
 $\sum x^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $n$  แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

๒. สถิติเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

๒.๑ การหาค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC : Index of Item Objective Congruence)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง  
 $\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนให้  
 $N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ



๒.๒ ความยากง่ายของข้อสอบ คือ สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบข้อสอบถูกจากคนทั้งหมด  
ในข้อนั้น

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่ายของคำถามข้อนั้น
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น
	N	แทน	จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

๒.๓ การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) จากคะแนนการทดสอบหลังการสอน

$$r = \frac{H - L}{N}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	H	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มสูงตอบถูก
	L	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มต่ำตอบถูก
	N	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

๒.๔ การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนโดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  ซึ่งประยุกต์มาจากแนวคิด  
ในการหาประสิทธิภาพชุดการสอนของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (๒๕๕๖) ที่กำหนดว่า  
 $E_1$  เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ  $E_2$  เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยมีวิธีการคำนวณ  
ตามสูตรดังนี้

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

เมื่อ	$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบทุกชิ้นรวมกัน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

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

เมื่อ	$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

### ๓. สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

๓.๑ สถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร Paired Samples t - test

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t - Distribution
	d	แทน	ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum d$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

๓.๒ สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพชุดกิจกรรมกับเกณฑ์ โดยใช้สูตร One - Sample t - test

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{โดยมี } df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	การแจกแจงแบบที
	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร หรือ เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น
	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

๓.๓ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient) ตามวิธีการของครอนบัค

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	สัมประสิทธิ์แอลฟา
	k	แทน	จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ
	$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

## บทที่ ๔

### ผลของการวิจัย

การวิจัยพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามหัวข้อดังต่อไปนี้

**ตอนที่ ๑** ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

**ตอนที่ ๒** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

**ตอนที่ ๓** ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

ตอนที่ ๑ ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

ตอนที่ ๑.๑ ผลประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) โดยประเมินจากการที่ผู้เรียนทั้งหมดได้ทำใบกิจกรรม ทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบย่อย ในชุดกิจกรรมที่ ๑ เรื่องลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน แสดงดังตาราง ๔.๑

นักเรียน คนที่	คะแนนกระบวนการ (E <sub>1</sub> )					คะแนนหลังเรียน (E <sub>2</sub> )			
	ใบกิจกรรมที่ ๑ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๒ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๓ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๔ (๑๐ คะแนน)	คะแนนรวม (๔๐ คะแนน)	แบบทดสอบย่อยครั้งที่ ๑ (๑๐ คะแนน)	แบบทดสอบย่อยครั้งที่ ๒ (๑๐ คะแนน)	แบบทดสอบย่อยครั้งที่ ๓ (๑๐ คะแนน)	คะแนนรวม (๓๐ คะแนน)
๑	๗	๘	๙	๗	๓๑	๙	๙	๑๐	๒๘
๒	๗	๘	๙	๗	๓๑	๗	๘	๙	๒๓
๓	๘	๘	๙	๘	๓๑	๘	๘	๘	๒๔
๔	๘	๘	๙	๗	๒๙	๖	๗	๗	๒๐
๕	๖	๘	๖	๘	๒๘	๘	๘	๘	๒๕
๖	๗	๘	๘	๘	๓๒	๗	๘	๗	๒๓
๗	๘	๗	๖	๗	๒๘	๘	๘	๗	๒๕
๘	๘	๗	๗	๗	๓๐	๘	๘	๘	๒๕
๙	๑๐	๑๐	๗	๖	๓๓	๗	๗	๘	๒๓
๑๐	๑๐	๑๐	๗	๗	๓๔	๘	๘	๘	๒๗
๑๑	๘	๗	๖	๑๐	๓๑	๘	๘	๘	๒๕
๑๒	๘	๑๐	๙	๖	๒๙	๘	๑๐	๘	๒๖
๑๓	๖	๘	๖	๑๐	๓๐	๖	๖	๘	๒๑
๑๔	๖	๖	๘	๘	๒๘	๘	๘	๘	๒๖
๑๕	๗	๗	๗	๘	๒๙	๗	๗	๖	๒๐

นักเรียน คนที่	คะแนนกระบวนการ (E <sub>1</sub> )					คะแนนหลังเรียน (E <sub>2</sub> )			
	ใบกิจกรรมที่ ๑ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๒ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๓ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๔ (๑๐ คะแนน)	คะแนนรวม (๔๐ คะแนน)	แบบทดสอบย่อยครั้งที่ ๑ (๑๐ คะแนน)	แบบทดสอบย่อยครั้งที่ ๒ (๑๐ คะแนน)	แบบทดสอบย่อยครั้งที่ ๓ (๑๐ คะแนน)	คะแนนรวม (๓๐ คะแนน)
๑๖	๗	๗	๘	๘	๓๐	๗	๗	๗	๒๑
๑๗	๘	๘	๗	๑๐	๓๕	๘	๘	๘	๒๖
๑๘	๘	๗	๘	๑๐	๓๕	๗	๗	๗	๒๑
๑๙	๘	๖	๗	๘	๓๐	๘	๑๐	๑๐	๒๘
๒๐	๘	๘	๘	๘	๓๕	๘	๘	๘	๒๖
๒๑	๘	๗	๖	๖	๒๘	๗	๘	๑๐	๒๖
๒๒	๘	๘	๘	๘	๓๕	๗	๑๐	๑๐	๒๗
๒๓	๗	๖	๗	๖	๒๖	๘	๑๐	๑๐	๒๘
๒๔	๗	๖	๘	๗	๒๘	๘	๘	๑๐	๒๖
๒๕	๑๐	๘	๘	๘	๓๕	๑๐	๑๐	๑๐	๓๐
๒๖	๑๐	๘	๖	๘	๓๒	๑๐	๑๐	๑๐	๓๐
๒๗	๘	๘	๖	๘	๓๐	๗	๘	๘	๒๕
๒๘	๘	๘	๗	๖	๒๙	๘	๗	๖	๒๑
๒๙	๗	๘	๘	๗	๓๐	๘	๖	๖	๒๐
๓๐	๑๐	๘	๗	๘	๓๓	๘	๘	๗	๒๕
๓๑	๗	๘	๖	๘	๓๐	๖	๖	๖	๑๘
๓๒	๑๐	๖	๗	๖	๒๙	๘	๑๐	๑๐	๒๘
๓๓	๘	๘	๘	๗	๓๑	๘	๘	๘	๒๕
รวม					๑๐๒๐	รวม			๘๑๐
ค่าเฉลี่ย					๓๐.๖๓	ค่าเฉลี่ย			๒๗.๐๐
ร้อยละ					๗๗.๕๐	ร้อยละ			๘๑.๖๖
E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub> (๔๐ คะแนน/ ๓๐ คะแนน)	๗๗.๕๐/๘๑.๖๖								

ตอนที่ ๑.๒ ผลประสิทธิภาพของกระบวนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) โดยประเมินจากการที่ผู้เรียนทั้งหมดได้ทำใบกิจกรรม ทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบย่อย ในชุดกิจกรรมที่ ๒ เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน แสดงดังตาราง ๔.๒

นักเรียน คนที่	คะแนนระหว่างเรียน												รวม (๑๒๐ คะแนน)	หลังเรียน			
	ใบกิจกรรมที่ ๑ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๒ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๓ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๔ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๕ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๖ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๗ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๘ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๙ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๑๐ (๑๐ คะแนน)	แบบฝึกหัด (๑๐ คะแนน)	ใบงาน (๑๐ คะแนน)		สอบย่อย ๑ (๑๐ คะแนน)	สอบย่อย ๒ (๒๐ คะแนน)	สอบย่อย ๓ (๑๐ คะแนน)	รวม (๔๐ คะแนน)
๑	๒	๓	๓	๒	๓	๑๐	๓	๑๐	๕	๕	๕	๕	๕๑	๑๐	๑๓	๓	๓๗
๒	๒	๕	๒	๓	๓	๓	๑๐	๑๐	๓	๕	๒	๓	๕๔	๑๐	๑๓	๓	๓๖
๓	๓	๓	๓	๓	๓	๑๐	๓	๑๐	๓	๕	๕	๒	๕๕	๓	๑๒	๓	๒๙
๔	๒	๒	๒	๒	๓	๓	๑๐	๑๐	๒	๒	๕	๓	๕๔	๑๐	๑๕	๒	๓๒
๕	๓	๓	๓	๓	๓	๓	๓	๑๐	๓	๒	๒	๒	๕๖	๑๐	๑๖	๓	๓๕
๖	๕	๒	๒	๓	๓	๓	๓	๓	๓	๓	๒	๒	๕๔	๓	๑๒	๒	๒๗
๗	๕	๕	๓	๓	๓	๑๐	๓	๑๐	๕	๕	๓	๓	๕๑	๓	๓	๓	๒๗







นักเรียน คนที่	คะแนนระหว่างเรียน												รวม (๑๒๐ คะแนน)	หลังเรียน			
	ใบกิจกรรมที่ ๑ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๒ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๓ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๔ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๕ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๖ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๗ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๘ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๙ (๑๐ คะแนน)	ใบกิจกรรมที่ ๑๐ (๑๐ คะแนน)	แบบฝึกหัด (๑๐ คะแนน)	ใบงาน (๑๐ คะแนน)		สอบย่อย ๑ (๑๐ คะแนน)	สอบย่อย ๒ (๒๐ คะแนน)	สอบย่อย ๓ (๑๐ คะแนน)	รวม (๔๐ คะแนน)
๓๐	๗	๗	๘	๑๐	๘	๘	๘	๘	๘	๗	๗	๗	๘๖	๘	๑๒	๘	๒๘
๓๑	๘	๗	๑๐	๘	๘	๑๐	๑๐	๑๐	๗	๗	๗	๗	๑๐๐	๘	๑๖	๗	๓๑
๓๒	๗	๘	๘	๑๐	๘	๑๐	๑๐	๑๐	๗	๗	๗	๗	๘๘	๘	๑๖	๘	๓๒
๓๓	๗	๘	๘	๘	๘	๑๐	๑๐	๑๐	๗	๗	๗	๗	๘๘	๑๐	๒๐	๑๐	๔๐
รวม													๓๐๘๔	รวม			๑๐๘๗
ค่าเฉลี่ย													๘๒.๒๔	ค่าเฉลี่ย			๓๓
ร้อยละ													๗๖.๘๗	ร้อยละ			๘๒.๓๕
E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub> (๑๒๐ คะแนน/๔๐ คะแนน)													๗๖.๘๗/๘๒.๓๕				

ตอนที่ ๑.๓ ผลประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) โดยประเมินจากการที่ผู้เรียนทั้งหมด ได้ทำใบกิจกรรม ทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อย ในชุดกิจกรรมที่ ๑ และชุดกิจกรรมที่ ๒ แสดงดังตาราง ๔.๓

นักเรียน คนที่	คะแนนกระบวนการ (E <sub>1</sub> )				คะแนนหลังเรียน (E <sub>2</sub> )			
	ชุดที่ ๑ (๔๐ คะแนน)	ชุดที่ ๒ (๑๒๐ คะแนน)	รวม (๑๖๐ คะแนน)	ร้อยละ	ชุดที่ ๑ (๓๐ คะแนน)	ชุดที่ ๒ (๔๐ คะแนน)	รวม (๗๐ คะแนน)	ร้อยละ
๑	๓๑	๙๑	๑๒๒	๗๖.๒๕	๒๘	๓๗	๖๕	๙๒.๘๕๗
๒	๓๑	๙๔	๑๒๕	๗๘.๑๒๕	๒๓	๓๘	๖๑	๘๗.๑๔๓
๓	๓๑	๙๕	๑๒๖	๗๘.๗๕	๒๔	๒๙	๕๓	๗๕.๗๑๔
๔	๒๙	๙๔	๑๒๓	๗๖.๘๗๕	๒๐	๓๒	๕๒	๗๔.๒๘๖
๕	๒๙	๙๖	๑๒๕	๗๘.๑๒๕	๒๕	๓๕	๖๐	๘๕.๗๑๔
๖	๓๒	๙๔	๑๒๖	๗๘.๗๕	๒๓	๒๗	๕๐	๗๑.๔๒๙
๗	๒๙	๙๑	๑๒๐	๗๕	๒๕	๒๗	๕๒	๗๔.๒๘๖
๘	๓๐	๙๘	๑๒๘	๘๐	๒๕	๓๓	๕๘	๘๒.๘๕๗
๙	๓๓	๑๐๐	๑๓๓	๘๓.๑๒๕	๒๓	๔๐	๖๓	๙๐
๑๐	๓๔	๙๔	๑๒๘	๘๐	๒๗	๒๓	๕๐	๗๑.๔๒๙
๑๑	๓๑	๘๑	๑๑๒	๗๐	๒๕	๒๗	๕๒	๗๔.๒๘๖
๑๒	๒๙	๘๕	๑๑๔	๗๑.๒๕	๒๖	๓๖	๖๒	๘๘.๕๗๑
๑๓	๓๐	๘๒	๑๑๒	๗๐	๒๑	๔๐	๖๑	๘๗.๑๔๓
๑๔	๒๙	๘๕	๑๑๔	๗๑.๒๕	๒๖	๒๒	๔๘	๖๘.๕๗๑
๑๕	๒๙	๘๖	๑๑๕	๗๑.๘๗๕	๒๐	๒๖	๔๖	๖๕.๗๑๔
๑๖	๓๐	๙๖	๑๒๖	๗๘.๗๕	๒๑	๓๔	๕๕	๗๘.๕๗๑
๑๗	๓๕	๘๔	๑๑๙	๗๔.๓๗๕	๒๖	๓๒	๕๘	๘๒.๘๕๗
๑๘	๓๕	๘๙	๑๒๔	๗๗.๕	๒๑	๔๐	๖๑	๘๗.๑๔๓
๑๙	๓๐	๘๙	๑๑๙	๗๔.๓๗๕	๒๙	๔๐	๖๙	๙๘.๕๗๑
๒๐	๓๕	๙๐	๑๒๕	๗๘.๑๒๕	๒๖	๓๕	๖๑	๘๗.๑๔๓
๒๑	๒๘	๙๘	๑๒๖	๗๘.๗๕	๒๖	๒๔	๕๐	๗๑.๔๒๙
๒๒	๓๔	๘๙	๑๒๓	๗๖.๘๗๕	๒๗	๔๐	๖๗	๙๕.๗๑๔
๒๓	๒๖	๘๖	๑๑๒	๗๐	๒๙	๒๐	๔๙	๗๐
๒๔	๒๙	๑๐๑	๑๓๐	๘๑.๒๕	๒๗	๓๗	๖๔	๙๑.๔๒๙
๒๕	๓๔	๘๘	๑๒๒	๗๖.๒๕	๓๐	๓๖	๖๖	๙๔.๒๘๖
๒๖	๓๓	๑๐๑	๑๓๔	๘๓.๗๕	๓๐	๔๐	๗๐	๑๐๐
๒๗	๓๒	๘๘	๑๒๐	๗๕	๒๕	๔๐	๖๕	๙๒.๘๕๗
๒๘	๒๙	๙๕	๑๒๔	๗๗.๕	๑๘	๓๒	๕๐	๗๑.๔๒๙
๒๙	๓๐	๙๑	๑๒๑	๗๕.๖๒๕	๑๗	๓๔	๕๑	๗๒.๘๕๗
๓๐	๓๓	๙๖	๑๒๙	๘๐.๖๒๕	๒๕	๒๘	๕๓	๗๕.๗๑๔
๓๑	๓๐	๑๐๐	๑๓๐	๘๑.๒๕	๑๘	๓๑	๔๙	๗๐
๓๒	๒๙	๙๙	๑๒๘	๘๐	๒๙	๓๒	๖๑	๘๗.๑๔๓
๓๓	๓๑	๙๘	๑๒๙	๘๐.๖๒๕	๒๕	๔๐	๖๕	๙๒.๘๕๗
รวม			๔๐๖๔		รวม		๑๘๙๗	
ค่าเฉลี่ย			๑๒๓.๑๕		ค่าเฉลี่ย		๕๗.๔๘	
ร้อยละ			๗๖.๙๗		ร้อยละ		๘๒.๑๒	
E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub> (๑๖๐ คะแนน/๗๐ คะแนน)			๗๖.๙๗/๘๒.๑๒					

ตารางที่ ๔.๔ แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ ๗๕

(n = ๓๓)

ประสิทธิภาพ	เกณฑ์ค่าเฉลี่ยร้อยละ(Test Value) = ๗๕					
	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	S	t	Sig.
กระบวนการ (E <sub>1</sub> )	๑๖๐	๑๒๓.๑๕	๗๖.๙๗	๓.๗๖๓๖	๓.๐๐๙*	๐.๐๐๕
ผลลัพธ์ (E <sub>2</sub> )	๗๐	๕๗.๔๘	๘๒.๑๒	๙.๙๔๙๔	๔.๑๑๒*	๐.๐๐๐

\*\*p < ๐.๐๕

จากตารางที่ ๔.๔ พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E<sub>1</sub>) ร้อยละ ๗๖.๙๗ และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E<sub>2</sub>) ร้อยละ ๘๒.๑๒ ซึ่งประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโดยรวมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๕ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕

ตอนที่ ๒ ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

ตาราง ๔.๕ แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

(n = ๓๓)					
การทดสอบ	$\bar{X}$	S	df	t	Sig.
ก่อนเรียน	๓.๖๑	๒.๕๔๙	๓๒	๒๑.๗๓๙	๐.๐๐๐
หลังเรียน	๒๑.๖๑	๕.๐๙๙			

\*\*p < ๐.๐๕

จากตารางที่ ๔.๕ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ โดยมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนเป็น ๓.๖๑ และ ๒๑.๖๑ ตามลำดับ

ตอนที่ ๓ ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

ตาราง ๔.๖ ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

ข้อ	รายการ	ระดับเหมาะสม		
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
<b>ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้</b>				
๑.	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	๔.๒๓	๐.๖๗๙	มาก
๒.	นักเรียนได้รับความสนุกสนานจากการเรียนรู้	๔.๐๗	๑.๑๔๓	มาก
๓.	นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข	๔.๐๐	๑.๐๘๓	มาก
๔.	นักเรียนอยากตอบปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้	๓.๙๐	๑.๑๕๕	มาก
๕.	นักเรียนได้ทำงานกลุ่มร่วมกับเพื่อนมากขึ้น	๓.๙๐	๑.๑๘๕	มาก
<b>รวม</b>		<b>๔.๐๒</b>	<b>๑.๐๕๘</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>				
๖.	นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาดีขึ้น	๔.๐๓	๑.๒๐๒	มาก
๗.	นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและร่วมอภิปรายเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาในการเรียนรู้	๔.๐๐	๑.๐๙๘	มาก
๘.	นักเรียนได้วิธีการแก้ปัญหาคำถามที่ดีที่สุด	๔.๐๓	๑.๒๕๘	มาก
๙.	นักเรียนมีส่วนร่วมในการหาคำตอบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง	๔.๐๗	๑.๐๖๒	มาก
๑๐.	นักเรียนรู้สึกผ่อนคลายในกิจกรรมการเรียนรู้	๓.๘๖	๑.๒๖๙	มาก
<b>รวม</b>		<b>๔.๐๐</b>	<b>๑.๑๖๗</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้</b>				
๑๑.	นักเรียนทำงานอย่างเป็นระบบและรอบคอบจากการเรียนรู้	๔.๐๓	๑.๔๙๔	มาก
๑๒.	นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน	๔.๐๐	๑.๕๐๒	มาก
๑๓.	นักเรียนได้รับการส่งเสริมและพัฒนาทักษะด้านการคำนวณจากกิจกรรมการเรียนรู้	๓.๙๗	๑.๕๕๕	มาก
๑๔.	นักเรียนได้ช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันจากการเรียนรู้	๔.๐๗	๑.๔๓๗	มาก
๑๕.	นักเรียนได้รับประสบการณ์ใหม่จากกิจกรรมการเรียนรู้	๓.๘๖	๑.๕๓๐	มาก
<b>รวม</b>		<b>๓.๙๙</b>	<b>๑.๔๘๕</b>	<b>มาก</b>
<b>รวม</b>		<b>๔.๐๐</b>	<b>๐.๕๐</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ ๔.๖ พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain based Learning) พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับพอใจมาก (ค่าเฉลี่ย = ๔.๐๐, S.D. = ๐.๕) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = ๔.๐๒, S.D. = ๑.๐๕๘) รองลงมา เป็นด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๐๐, S.D. = ๑.๑๖๗) และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย = ๓.๙๙, S.D. = ๑.๔๘๕) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = ๔.๒๓, S.D. = ๐.๖๗๙) รองลงมาคือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการหาคำตอบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ค่าเฉลี่ย = ๔.๐๗, S.D. = ๑.๐๖๒) นักเรียนได้รับความสนุกสนานจากการเรียน (ค่าเฉลี่ย = ๔.๐๗, S.D. = ๑.๑๔๓) และนักเรียนได้ช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันจากการเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๐๗, S.D. = ๑.๔๓๗) ซึ่งทั้งสามข้อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน

## บทที่ ๕

### สรุปผล อภิปราย ข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ๑) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ๒) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ และ ๓) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

ประชากร ได้แก่ นักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก จำนวน ๒๔ ตอนเรียน รวมจำนวนทั้งสิ้น ๗๕๐ นาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก จำนวน ๒ ตอนเรียน รวม ๓๓ นาย ได้มาโดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พ.ศ.๒๕๕๔ (ปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๐) สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ของเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ แนวคิดทฤษฎีและกิจกรรมของการจัดการเรียนรู้ตามวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) และดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามวิธีการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑๗ แผน ควบคู่กับสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับหน่วยการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) จำนวน ๒ ชุด คือ ชุดกิจกรรมที่ ๑ เรื่องลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน และชุดกิจกรรมที่ ๒ เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ผู้วิจัยออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการเตรียมความพร้อมก่อนเรียน โดยกระตุ้นการทำงานของสมอง ผ่านกิจกรรมเพื่อสร้างความพร้อมในการเรียนรู้สู่กระบวนการเรียนรู้ศึกษาทฤษฎี โดยอาศัยการเรียนรู้จากง่ายไปยาก ผ่านการปฏิบัติ คือการทดลอง

ค้นคว้า ฝึกฝนทำซ้ำ จนสามารถเชื่อมโยง สรุปแนวคิดรวบยอด และสามารถนำประสบการณ์เรียนรู้ไปสู่กระบวนการประยุกต์และแก้โจทย์ปัญหาได้ ผ่านการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน ๓๐ ข้อ โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากได้ทดลองใช้ชุดกิจกรรม ทั้ง ๒ ชุด โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของข้อมูล กลุ่มตัวอย่าง การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน จากการทดสอบค่าที (Paired-Samples t- test) การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้และวิเคราะห์ความพึงพอใจ ของนักเรียนกับการจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานร่วมกับการใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง แคลคูลัส โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

### **สรุปผลการวิจัย**

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ สรุปผลการวิจัย ดังนี้

๑. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ พบว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม จากการนำคะแนนของนักเรียนที่ร่วมกิจกรรมและทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรม และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน มีประสิทธิภาพ ๗๖.๘๗/๘๒.๑๒ ซึ่งสอดคล้องเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ๗๕/๗๕

๒. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โดยการทดสอบค่าที (paired - sample t-test) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๓.๖๑ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๒๑.๖๑ ซึ่งผลสัมฤทธิ์เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕

๓. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จากการทดสอบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ในภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก



## อภิปรายผลการวิจัย

๑. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยดำเนินการตามขั้นกระบวนการสร้างชุดกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน รวมทั้งอธิบายวิธีการเรียนรู้ของสมองเพื่อนำไปสู่การใช้สื่อการเรียนการสอนหรือนวัตกรรมการศึกษาที่เหมาะสมกับผู้เรียนให้มากที่สุด ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสามารถสร้างภาพในความคิด สร้างมโนทัศน์ของทั้งสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม และนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นจริงอย่างมีเหตุและมีผล และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง ๓ ท่าน ร่วมพิจารณาความเหมาะสมและปรับปรุงตามคำแนะนำ พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องมือจากการนำคะแนนของนักเรียนที่ร่วมกิจกรรมและทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมและ คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพกระบวนการ ( $E_1$ ) ๗๖.๙๗ และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ๘๒.๑๒ ซึ่งประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโดยรวมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๕ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ๗๕/๗๕ ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของธิดา มหายศนันท์ (๒๕๕๙) ที่ศึกษาการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-Based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ตามเกณฑ์ ๘๐/๘๐ และผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-Based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ มีประสิทธิภาพ ๘๔.๘๕/๘๒.๙๓ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ๘๐/๘๐ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ ดวงกมล ศรีทับทิม, พิเชิด ฤทธิจรรยา และเรียม ศรีทอง (๒๕๕๕) พบว่าผลการใช้ชุดกิจกรรมตามหลักการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ชุดกิจกรรมตามหลักการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ ๘๕.๑๑/๘๓.๕๖ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ๘๐/๘๐

๒. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ ๒ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ โดยเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียน (Paired – Samples T-Test) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ ๓.๖๑ และหลังเรียนเท่ากับ ๒๑.๖๑ ซึ่งผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งอาจเกิดจากชุดกิจกรรมมีความหลากหลาย กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย

นำไปสู่ทักษะการแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ อย่างมีเหตุมีผล ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจในการพิจารณาจากรูปธรรมเชื่อมโยงสู่นามธรรม มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับเพื่อนและผู้สอน อีกทั้งยังได้วิธีการแก้ปัญหาและมีส่วนร่วมในการหาคำตอบและแก้ปัญหาด้วยตนเองค้นพบแนวทางที่ดีที่สุดสามารถทำงานอย่างเป็นระบบและรอบคอบ มีทักษะด้านการคำนวณจากกิจกรรมการเรียนรู้ได้ฝึกการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนจากการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันจากการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Serap Tufekçia, Melek Demirelb (๒๐๐๙) ได้ศึกษาผลลัพธ์จากการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การจดจำ ทักษะคิดและกระบวนการเรียนรู้ การวัดผลการทดสอบก่อนและหลังของกลุ่มควบคุมมาใช้ รวมทั้งทำการสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่าสภาพแวดล้อมที่มีการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานให้ผลลัพธ์เชิงบวกต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น และ Duman, Bilal (๒๐๑๐) ได้ศึกษาผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีการจัดรูปแบบการเรียนรู้ที่ต่างกันพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองที่เข้าร่วมรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานดีขึ้นกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม และสอดคล้องกับ วราภรณ์ เพ็ชชะ และ สุทธิพร บุญส่ง (๒๕๖๓) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้การจัดการ เรียนรู้แบบสมองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ นอกจากนี้ วัทนา กฤตติกานนท์ (๒๕๖๒) พบว่าการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ โดยการจัดการเรียนรู้แบบการใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค STAD ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ ๗๐ ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕

๓. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จากการทดสอบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ในภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก เนื่องจากนักเรียนมีความกระตือรือร้น สนุกสนานในการเรียนรู้และเข้าใจขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาดีขึ้น มีความสุขในการเรียนรู้ และกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง

มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pinkerton, K. David (๑๙๙๔) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงในด้านการเรียนรู้ที่สำคัญ ๓ ด้าน คือ ๑) นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้ทำกิจกรรมที่ต้องใช้สติปัญญาในการแก้ไขปัญหา ๒) นักเรียนตระหนักได้ว่า ผลการเรียนรู้หรือเกรดเฉลี่ยของนักเรียนเกิดจากความเข้าใจเนื้อหา และสามารถถ่ายทอดความรู้ของตนเองออกมาได้ ๓) การตระหนักรู้ในตนเองหรือการรู้เท่าทันตนเอง ช่วยให้ดำรงชีวิตอยู่อย่างมีคุณค่าและมีความสุข และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ญัฐพล เฟื่องฟูง (๒๕๖๐) ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน อยู่ในระดับมากและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ ๐.๐๑ อีกทั้ง ธิดา มหายศนันท์ (๒๕๕๙) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-Based Learning) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา การบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ อยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ ศุภพล มงคลเจริญพันธ์ (๒๕๖๑) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน วิทยาลัยอาชีวศึกษาดุสิตพัฒนชุกการ พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ดังนั้นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จึงเป็นสื่อการเรียนการสอนหรือนวัตกรรมการศึกษาที่เหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งช่วยให้เกิดความสามารถสร้างภาพในความคิด สร้างมโนทัศน์ของทั้งสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง มีความสุขในการเรียนรู้ และแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

### **ปัญหาและอุปสรรค**

ในการวิจัยครั้งนี้ จัดทำขึ้นในห้วงที่มีการแพร่ระบาดของโรคระบาดไวรัสโคโรนา หรือ COVID-19 ทำให้เกิดปัญหาในการจัดเรียนการสอน โดยผู้วิจัยต้องจัดชั้นเรียนให้มีความพร้อมและเหมาะสม อีกทั้งต้องวางแผนและปรับกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้อยู่ภายใต้มาตรการป้องกันการระบาดของโรค ซึ่งผู้เรียนให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และปรับตัวเข้ากับจัดการเรียนรู้ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา อีกทั้งผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและรับผิดชอบต่อการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องโดยยึดมาตรการการเว้นระยะห่าง ใส่หน้ากากอนามัยอย่างเคร่งครัด

## **ข้อเสนอแนะ**

### **ข้อเสนอแนะที่ได้จากผลการวิจัย**

๑. จากผลการศึกษา พบว่าผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยส่งต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น จึงควรพัฒนาสร้างชุดกิจกรรมในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ

๒. ควรปรับกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ให้สอดคล้องกับการทำงานของสมองด้านพุทธิปัญญา ให้ครอบคลุมกับเนื้อหามากยิ่งขึ้น

### **ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

๑. ควรศึกษาและพัฒนาการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่อง อินทิเกรต เพื่อให้ครอบคลุมกับเนื้อหาแคลคูลัส

๒. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบชุดกิจกรรมที่มีวิธีการสอนแบบผสมผสาน

๓. ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับชั้นอื่นๆ เพื่อเสริมสร้างทักษะและประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานให้นักเรียนให้มากยิ่งขึ้น

๔. ในการใช้ชุดกิจกรรมควรออกแบบให้มีความยืดหยุ่นในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบเรียนผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยอยู่ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ เป็นการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่บวกเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เนื่องจากในสภาวะการณ์ของโลกมีการเปลี่ยนแปลง เช่น สภาวะของการเกิดโรคระบาด

## บรรณานุกรม

- กชกร พัฒเสมา. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารระคน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี. ๒๕๕๘.
- กิ่งแก้ว ศรีสาสิกุลรัตน์. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอน. [www.gotoknow.org/posts/209290](http://www.gotoknow.org/posts/209290) (เว็บไซต์). ๒๐ มิถุนายน ๒๕๕๕
- ชั้นแก้ว จันทรัตน์, นิตยา สุวรรณศรี และระพีพันธ์ โพธิ์ศรี. “การจัดการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) ร่วมกับผังมโนทัศน์ (Mind map) เพื่อพัฒนาความสามารถในการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนมัธยมสมบูรณ์เชียงฮ่อน แขวงไชยบุรี สปป.ลาว” วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์): ปีที่ ๑๐ ฉบับที่ ๓ กันยายน-ธันวาคม ๒๕๖๓
- จักรกฤษณ์ สิริริน. ๒ ทศวรรษ ศตวรรษที่ ๒๑ ผ่าตัดการศึกษาไทย ด้วยแนวคิดใหม่ EECHDC. [www.salika.co/๒๐๑๙/๐๘/๓๐/๒๐-years-๒๑st-century-eed-hdc-thaieducation/](http://www.salika.co/๒๐๑๙/๐๘/๓๐/๒๐-years-๒๑st-century-eed-hdc-thaieducation/) (เว็บไซต์). ๓ มกราคม ๒๕๖๓
- จิราภรณ์ พรหมสืบ. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สารละลายกรดและเบส. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. ๒๕๕๙.
- จิรารัตน์ บุญสงค์. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒. วิทยานิพนธ์ ศิลปะศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ๒๕๕๘.
- จตุมา พรหมศร (๒๕๕๕) การจัดการเรียนการสอน แบบ BBL (Brain Based Learning) <https://www.gotoknow.org/posts/427696> (เว็บไซต์). ๙ เมษายน ๒๕๖๒
- ชนกกานต์ สหัสทัศน์, บรรจง จงรัก และวรรณพล พิมพ์พะสาลี. “การศึกษาปัญหาในการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิต 1 The study of problems in learning the Calculus and Geometry 1”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ปีที่ ๙ ฉบับที่ ๒, เมษายน -มิถุนายน ๒๕๕๘.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน”, วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๑, มกราคม - มิถุนายน ๒๕๕๖.

ณัฐพล เพ็ญพงษ์. การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. ๒๕๖๐.

ดวงกมล ศรีทับทิม, พิชิต ฤทธิจรูญ และเรียม ศรีทอง. (๒๕๕๕) “ผลการใช้ชุดกิจกรรมตามหลักการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนท่าอิฐศึกษาจังหวัดนนทบุรี” การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ ๒. [https://www.stou.ac.th/thai/grad\\_stdy/masters/%E0%B8%9D%E0%B8%AA%E0](https://www.stou.ac.th/thai/grad_stdy/masters/%E0%B8%9D%E0%B8%AA%E0)

ทัตดาว สนเมือง และ หล้า ภวภูตานนท์. “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง (Brain-based Learning) เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์: ปีที่ ๔ ฉบับที่ ๓, กันยายน - ธันวาคม ๒๕๕๙.

ทัศนวรรณ รามณรงค์. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้. [www.gotoknow.org/posts/๕๖๑๒๑๔](http://www.gotoknow.org/posts/๕๖๑๒๑๔) (เว็บไซต์). ๒๕ มกราคม ๒๕๖๑

ธวัชชัย ทิพย์รงค์. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. [www.apps.qlf.or.th/member/blog/detail.aspx?id=๔๒](http://www.apps.qlf.or.th/member/blog/detail.aspx?id=๔๒) (เว็บไซต์). ๙ เมษายน ๒๕๕๐

ธิดา มหายศนันท์. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL (Brain-based Learning) เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๒. [www.trueplookpanya.com/blog/content/๖๔๖๐๐/-blo-](http://www.trueplookpanya.com/blog/content/๖๔๖๐๐/-blo-) (เว็บไซต์). ๒๕ มกราคม ๒๕๖๒

น้ำลิน เทียมแก้ว. รายงานการวิจัยการศึกษาความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการของสำนักวิทยบริการ. มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ๒๕๖๐.

ประภัสรา โคตะขุน. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain based Learning : BBL). [www.sites.google.com/site/prapasara/๒-๑๒](http://www.sites.google.com/site/prapasara/๒-๑๒) (เว็บไซต์). ๙ เมษายน ๒๕๕๘

ประภาศิริ ปราโมทย์. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือคู่กับเกมส์ เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. ๒๕๖๑.

ประเสริฐ บุญเกิด, เลขา ปิยะอัจฉริยะ, นิจสุดา อภินันทาภรณ์ และอภิชาติ ประเสริฐ. “BBL กับการพัฒนาอนาคตของชาติ”, สรุปเนื้อหางานสัมมนาเชิงปฏิบัติการ ๑๐ ปี การเรียนรู้ตามหลักการพัฒนาการสมอง (Brain – based Learning: BBL), ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน), ๒๕๕๘.

ปรีชมน กาลพัฒน์. “การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน : Brain-based Learning”, ข่าวสารวิชาการ  
หน่วยทะเบียนและพัฒนาวิชาการ งานบริการการศึกษาและพัฒนาคุณภาพนักศึกษา  
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, กันยายน ๒๕๕๔.

พันธุ์ศักดิ์ ตั้งใจดี, พรรณี ตั้งใจดี, วลัยพร ยะอนันต์ และวัฒน์สิทธิ์ ชุนโอภาส. “แนวทางการจัดการ  
เรียนรู้ตามหลักการพัฒนาสมอง”, สรุปเนื้อหางานสัมมนาเชิงปฏิบัติการ ๑๐ ปี  
การเรียนรู้ตามหลักการพัฒนาการสมอง (Brain – based Learning: BBL),  
ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน),  
๒๕๕๘.

พิพัฒน์ มีเถื่อน. ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของพนักงานบริษัท ฮันนี่ เวลส์ อิเล็กทรอนิกส์  
แมริเรียลส์ (ประเทศไทย) จำกัด. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ,  
มหาวิทยาลัยเกริก. ๒๕๖๒.

พิมพ์พร ทะลี. การเรียนแนวใหม่สำหรับศตวรรษที่ ๒๑. <https://sites.google.com/site/pimporn-tasee0024> (เว็บไซต์). ๓ มกราคม ๒๕๖๓.

พุทธวรรณ ชูเชิด และ สุลีมาศ อังศุเกียรติถาวร. “ผลการสอนโดยใช้หลักการพัฒนาสมองเป็นฐานต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาการพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวช  
ของนักศึกษาพยาบาล”, วารสารพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม, ๒๕๖๐.

ภาณุวัฒน์ เปรมปรี. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศน้ำจืด สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โรงเรียนประเทียวิทยาทาน จังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์การศึกษา  
มหาบัณฑิต สาขามัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ๒๕๕๖.

มินตรา กระเป่าทอง. การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔. วิทยานิพนธ์  
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.  
๒๕๖๑.

ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ต้นบรรจง. สื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ :  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๓๑.

ยุพิน พิทยาวัฒน์ชัย, จีระศักดิ์ ทัพผา. “แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจและการสร้างแบบสอบถาม  
ความพึงพอใจในงาน”, วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย  
(สสอท.). ปีที่ ๒๖ ฉบับที่ ๑, เดือน มกราคม-มิถุนายน ๒๕๖๓.

โรงเรียนเตรียมทหาร. หลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช ๒๕๕๔ (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช  
๒๕๖๐), โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กระทรวงกลาโหม, ๒๕๕๔.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, ๒๕๓๘.

วทันยา กฤตติกานนท์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค STAD. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์จังหวัดปทุมธานี ๒๕๖๒.

วราภรณ์ เพ็ชชะ และสุทธิพร บุญส่ง. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓”, วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ. ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๑๒, ธันวาคม ๒๕๖๓.

ศิริชัย กาญจนวาสี. การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๕๙.

ศุภพล มงคลเจริญพันธ์. “การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน วิทยาลัยอาชีวศึกษาดุสิตพัฒนชยการ”, วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต. ปีที่ ๑๓ ฉบับที่ ๒, กันยายน – ธันวาคม ๒๕๖๑.

สมชาย วรกิจเกษมสกุล. (๒๕๕๔) ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. <https://pubhtml5.com/qrep/rwey>. (เว็บไซต์). ๓ มกราคม ๒๕๖๓.

สุมิตร คชรรัตน์, การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่๖. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. ๒๕๖๑.

สุพัฒน์ดา ภาราม. ความพึงพอใจของประชาชนจากการชำระภาษีบำรุงท้องที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลเทพมงคล อำเภอบางซ่าย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาด้านการจัดการ, มหาวิทยาลัยศรีปทุม. ๒๕๕๗.

สุภารัตน์ กัทลีรัตน์. ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ BBL (Brain Based Learning) ร่วมกับแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ในการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยอาชีวศึกษาพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. ๒๕๖๔.

สุวธิดา ล้วนสา. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ, มหาวิทยาลัยศิลปากร. ๒๕๕๘.



- อีวัจ เดลานี. การศึกษาสำหรับศตวรรษที่ ๒๑ การพัฒนาทักษะคือหัวใจสำคัญของการศึกษา.  
[www.unicef.org/thailand/th/stories/การศึกษาสำหรับศตวรรษที่ ๒๑. \(เว็บไซต์\).](http://www.unicef.org/thailand/th/stories/การศึกษาสำหรับศตวรรษที่_๒๑_(เว็บไซต์))  
 ๓ มกราคม ๒๕๖๒
- Caine, R., and Caine, G. (๑๙๙๐). **Understanding a Brain-Based Approach to Learning and Teaching**. Educational Leadership. Vol. ๔๘, No. ๒
- Duman, Bilal. “The Effects of Brain-based Learning on the Academic Achievement of Students with Different Learning Styles”, **Educational Sciences: Theory and Practice**, Autumn, ๒๐๑๐.
- Ghazala Noureen, Riffatun Nisa Awan and Hijab Fatima. “Effect of Brain-based Learning on Academic Achievement of VII Graders”, **Journal of Elementary Education**, Volume ๒๗ No. ๒, ๒๐๑๗.
- Mary George Varghese & Shefali Pandya. "A STUDY ON THE EFFECTIVENESS OF BRAIN-BASED-LEARNING OF STUDENTS OF SECONDARY LEVEL ON THEIR ACADEMIC ACHIEVEMENT IN BIOLOGY, STUDY HABITS AND STRESS", International Journal of Humanities and Social Sciences. Volume ๕ Issue ๒, Feb - Mar ๒๐๑๖.
- Matthew Lynch. **HOW BRAIN-BASED LEARNING MAKES A DIFFERENCE**. [www.theedadvocate.org/how-brain-based-learning-makes-a-difference/](http://www.theedadvocate.org/how-brain-based-learning-makes-a-difference/).(website). ๑๐ December ๒๐๑๙.
- Pinkerton, K. David. “Using Brain-based Learning Techniques in High School Science”, **Teaching and Change**. Volume ๒ Issue ๑, ๑๙๙๔.
- Serap Tufekçia, and Melek Demirelb. “The effect of Brain-based Learning on achievement, retention, attitude and learning process”, **Procedia Social and Behavioral Sciences**. Volume ๑ Issue ๑, ๒๐๐๙.

ภาคผนวก

ผนวก ก  
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

๑) น.อ.ดร. โชติ จันทรวัง

ตำแหน่ง อจ.กคศ.สกศ.รร.ตท.สปท.

วิทยฐานะครูชำนาญการ โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

๒) ดร. นวรินทร์ ตาก้อนทอง

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๓) นาย ฟ้าคำรณ กมล

ตำแหน่ง ครู

วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย

ผนวก ข  
หนังสือตอบรับผู้ทรงคุณวุฒิ



สำเนาฉบับ  
บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กคศ.สกศ.ร.ร.ตท. (โทร. ๕๓๒๐)  
ที่ ๑๑๙/๖๒ วันที่ ๑๕ พ.ค.๖๒  
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจผลงานทางวิชาการ

เรียน ผอ.สกศ.ร.ร.ตท.

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจผลงานทางวิชาการ จำนวน ๕ ฉบับ

ด้วย น.ต.หญิง องค์กร ออ ทิมหาญ ตำแหน่ง รรก.อจ.กคศ.สกศ.ร.ร.ตท. ได้ทำผลงานทางวิชาการ เพื่อขอมีและเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูชำนาญการพิเศษ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain – based Learning) เพื่อสร้างจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒” ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าผู้มีรายชื่อดังต่อไปนี้

๑. น.อ.ทินรัตน์ กาญจนกฤษณ์ ตำแหน่ง Life Coach and Facilitator นักวิชาการอิสระ อดีตหัวหน้าสายวิชาคณิตศาสตร์ กคศ.สกศ.ร.ร.ตท.

๒. น.ท.ดร.โชติ จันทร์วัง ตำแหน่ง อจ.กคศ.สกศ.ร.ร.ตท.

๓. ดร.นวรินทร์ ตาก้อนทอง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๔. นางสาว พานิชัก บ่อแก้ว ตำแหน่ง ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนปทุมราชวงศา สพม.๒๔

๕. นายฟ้าคำรณ กมล ตำแหน่ง ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย

เป็นผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญที่จะให้ข้อเสนอแนะ และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและนวัตกรรมในการจัดทำผลงานทางวิชาการได้เป็นอย่างดี จึงขอแต่งตั้งบุคคลดังกล่าวเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและนวัตกรรม สำหรับการทำผลงานทางวิชาการของ น.ต.หญิง องค์กร ออ จึงเรียนมาเพื่อพิจารณา

พ.อ.หญิง

(พรทิพย์ คล้ายคลึง)

ผอ.กคศ.สกศ.ร.ร.ตท.

น.ต.หญิง .....ร่าง ..... ๑๕ พ.ค.๖๒  
ส.อ.หญิง ..... พิมพ/ทาน ..... ๑๕ พ.ค.๖๒  
พ.อ.หญิง ..... ตรวจ ..... พ.ค.๖๒



ที่ อว ๘๗๒๗.๑(๑)/๕๕

 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
 สุขุมวิท ๒๓ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ ๑๐๑๑๐

โรงเรียนเตรียมทหาร
เลขที่รับ ๕๖๖๖
วันที่ ๒๖ ธ.ค. / ๖๖
เวลา ๖.๓๐

๒๑ มิถุนายน ๒๕๖๒

เรื่อง การขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผลงานทางวิชาการ  
 เรียน ผู้บัญชาการโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ  
 อ้างถึง หนังสือที่ กท ๐๓๑๗.๖/๔๐๐ ลงวันที่ ๒๘ พฤษภาคม ๒๕๖๒

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ ได้ขอความอนุเคราะห์  
 ขอเชิญ อาจารย์ ดร.นวรินทร์ ตาก้อนทอง อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย  
 ศรีนครินทรวิโรฒ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผลงานทางวิชาการ ให้แก่นาวาอากาศตรีหญิง องค์ลออ ทิมหาญ  
 ตำแหน่ง อาจารย์กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร ความทราบแล้วนั้น

สำนักทดสอบฯ พิจารณาแล้ว ยินดีให้ อาจารย์ ดร.นวรินทร์ ตาก้อนทอง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ  
 ผลงานทางวิชาการดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชุดา กิจจรธรรม)

ผู้อำนวยการสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

โทรศัพท์ ๐ ๒๖๔๔ ๕๐๐๐ ต่อ ๑๕๓๖๓, ๑๑๓๗๒

โทรสาร ๐ ๒๖๖๒ ๑๗๔๕

โรงเรียนเตรียมทหาร
เลขรับ ๕๕๓๕
วันที่ ๘ ก.ค. / ๖๒
เวลา ๖:๐๐



ที่ ศธ ๐๔๑๓๘.๐๑๗/๐๖๘๓

โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย  
ถนนวันลูกเสือ อำเภอเมืองศรีสะเกษ  
จังหวัดศรีสะเกษ ๓๓๐๐๐

๑๐ มิถุนายน ๒๕๖๒

เรื่อง ตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจผลงานทางวิชาการ  
เรียน ผู้บัญชาการโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ  
อ้างถึง หนังสือที่ ที่ กท ๐๓๑๗.๖/๙๐๒ ลงวันที่ ๒๘ พฤษภาคม ๒๕๖๒

ตามหนังสือที่อ้างถึง ท่านได้ขอความอนุเคราะห์ให้นายฟ้าคำรณ กมล ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 เป็นผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญที่จะให้ข้อเสนอแนะและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและนวัตกรรมในการจัดทำผลงานทางวิชาการให้มีคุณภาพถูกต้องตามหลักวิชาการและนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์นั้น นายฟ้าคำรณ กมล มีความยินดีเป็นอย่างยิ่งที่จะให้บุคลากรรับเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจผลงานทางวิชาการของนาวาอากาศตรีหญิง องค์กร อึ้ง ทิมหาญ ตำแหน่ง อาจารย์กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ ในการทำผลงานทางวิชาการ เพื่อขอมีและเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูชำนาญการพิเศษ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain - based Learning) เพื่อสร้างเจตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒” โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายพงษ์อนันต์ ธรรมศิริ)

ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย

ฝ่ายธุรการ

โทร. ๐-๔๕๖๑-๒๖๑๑ ต่อ ๑๑๐

โทรสาร. ๐-๔๕๖๑-๓๐๘๘

E-Mail: info@skw.ac.th



ผนวก ค  
ผลการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

## ผลการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

๑. ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส โดยผู้เชี่ยวชาญ
๒. ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความพึงพอใจต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)
๓. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒
๔. ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัส กับจุดประสงค์การเรียนรู้
๕. ค่าความยากง่าย ( $p$ ) และ อำนาจจำแนก ( $r$ ) ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัส
๖. ค่าความเที่ยง ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัส
๗. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัส ก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

๑. ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส โดยผู้เชี่ยวชาญ

๑.๑ ชุดกิจกรรมที่ ๑ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่างๆ ที่กำหนดหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลักเกณฑ์การประเมินผลมีระดับความเหมาะสมดังนี้

- ๕ คะแนน หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด  
 ๔ คะแนน หมายถึง เหมาะสมมาก  
 ๓ คะแนน หมายถึง เหมาะสมปานกลาง  
 ๒ คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อย  
 ๑ คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	๑	๒	๓			
<b>๑. คำชี้แจงชุดกิจกรรม</b>						
๑.๑ ชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบครบถ้วนชัดเจน	๕	๔	๕	๔.๖๗	๐.๕๘	เหมาะสมมากที่สุด
๑.๒ ชุดกิจกรรมมีเนื้อหาครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้	๕	๕	๔	๔.๖๗	๐.๕๘	เหมาะสมมากที่สุด
๑.๓ ชุดกิจกรรมมีข้อปฏิบัติเข้าใจง่ายชัดเจน	๕	๔	๕	๔.๖๗	๐.๕๘	เหมาะสมมากที่สุด
<b>๒. ด้านคู่มือครู</b>						
๒.๑ บทบาทของครูผู้สอน สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ และอยากเรียนรู้	๔	๕	๔	๔.๓๓	๐.๕๘	เหมาะสมมาก
๒.๒ ครูผู้สอนสามารถชี้แนะแนวทางให้นักเรียนสามารถอภิปราย สรุปผลได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้	๕	๔	๔	๔.๓๓	๐.๕๘	เหมาะสมมาก
๒.๓ ครูผู้สอนสามารถเตรียมชุดกิจกรรมได้อย่างละเอียดครบถ้วน	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความเหมาะสม
	๑	๒	๓			
<b>๓. ด้านนักเรียน</b>						
๓.๑ นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำแนะนำได้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๓.๒ กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติมีความชัดเจนและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๓.๓ การวัดและประเมินผลวัดได้ครอบคลุมสอดคล้องกับจุดประสงค์	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
<b>๔. ด้านแผนการจัดการเรียนรู้</b>						
๔.๑ สาระสำคัญ ระบุแนวคิดของสาระการเรียนรู้และเนื้อหาที่สอนอย่างชัดเจน	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๔.๒ ความสอดคล้องกับเนื้อหา	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๔.๓ เนื้อหาถูกต้องและสอดคล้องกับหลักสูตรหรือสาระการเรียนรู้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๔.๔ ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๔.๕ การส่งเสริมกระบวนการคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)	๔	๕	๔	๔.๓๓	๐.๕๘	เหมาะสมมากที่สุด
<b>๕. ด้านสื่อการเรียนรู้</b>						
๕.๑ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๕.๒ ความสอดคล้องกับเนื้อหา/สาระการเรียนรู้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๕.๓ ความสนใจของนักเรียนและนักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้ชุดกิจกรรม	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
<b>๖. การวัดและประเมินผล</b>						
๖.๑ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๖.๒ ความสอดคล้องกับขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ในกิจกรรม	๕	๔	๔	๔.๓๓	๐.๕๘	เหมาะสมมาก
๖.๓ การครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ ความชัดเจน	๔	๔	๔	๔.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยรวม				๔.๗๗	๐.๒๐	เหมาะสมมากที่สุด

## ๑.๒ ชุดกิจกรรมที่ ๒ เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่างๆ ที่กำหนดหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลักเกณฑ์การประเมินผลมีระดับความเหมาะสมดังนี้

- ๕ คะแนน หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด  
 ๔ คะแนน หมายถึง เหมาะสมมาก  
 ๓ คะแนน หมายถึง เหมาะสมปานกลาง  
 ๒ คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อย  
 ๑ คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	๑	๒	๓			
<b>๑. คำชี้แจงชุดกิจกรรม</b>						
๑.๑ ชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบครบถ้วนชัดเจน	๕	๔	๕	๔.๖๗	๐.๕๘	เหมาะสมมากที่สุด
๑.๒ ชุดกิจกรรมมีเนื้อหาครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้	๕	๔	๔	๔.๓๓	๐.๕๘	เหมาะสมมาก
๑.๓ ชุดกิจกรรมมีข้อปฏิบัติเข้าใจง่ายชัดเจน	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
<b>๒. ด้านคู่มือครู</b>						
๒.๑ บทบาทของครูผู้สอน สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ และอยากเรียนรู้	๔	๕	๔	๔.๓๓	๐.๕๘	เหมาะสมมาก
๒.๒ ครูผู้สอนสามารถชี้แนะแนวทางให้นักเรียนสามารถอภิปราย สรุปผลได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้	๕	๔	๔	๔.๓๓	๐.๕๘	เหมาะสมมาก
๒.๓ ครูผู้สอนสามารถเตรียมชุดกิจกรรมได้อย่างละเอียดครบถ้วน	๕	๔	๔	๔.๓๓	๐.๕๘	เหมาะสมมาก
<b>๓. ด้านนักเรียน</b>						
๓.๑ นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำแนะนำได้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๓.๒ กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติมีความชัดเจนและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๓.๓ การวัดและประเมินผลวัดได้ครอบคลุมสอดคล้องกับจุดประสงค์	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความเหมาะสม
	๑	๒	๓			
<b>๔. ด้านแผนการจัดการเรียนรู้</b>						
๔.๑ สาระสำคัญ ระบุแนวคิดของสาระการเรียนรู้และเนื้อหาที่สอนอย่างชัดเจน	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๔.๒ ความสอดคล้องกับเนื้อหา	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๔.๓ เนื้อหาถูกต้องและสอดคล้องกับหลักสูตรหรือสาระการเรียนรู้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๔.๔ ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๔.๕ การส่งเสริมกระบวนการคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)	๔	๕	๔	๔.๓๓	๐.๕๘	เหมาะสมมาก
<b>๕. ด้านสื่อการเรียนรู้</b>						
๕.๑ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๕.๒ ความสอดคล้องกับเนื้อหา/สาระการเรียนรู้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๕.๓ ความสนใจของนักเรียนและนักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้ชุดกิจกรรม	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
<b>๖. การวัดและประเมินผล</b>						
๖.๑ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๖.๒ ความสอดคล้องกับขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ในกิจกรรม	๕	๕	๕	๕.๐๐	๐.๐๐	เหมาะสมมากที่สุด
๖.๓ การครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ ความชัดเจน	๔	๕	๔	๔.๓๓	๐.๕๘	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยรวม				๔.๗๘	๐.๒๐	เหมาะสมมากที่สุด

๒. ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความพึงพอใจต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

คำชี้แจง โปรดอ่านและพิจารณาข้อคำถามโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความความคิดเห็น ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียง ๑ ข้อ

- + ๑ หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นวัดความพึงพอใจได้
- ๐ หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นวัดความพึงพอใจได้
- ๑ หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นวัดความพึงพอใจไม่ได้

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC	สรุปค่า
	๑	๒	๓			
<b>ด้านที่ ๑ นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL)</b>						
<b>โดยพิจารณาจากบรรยากาศการจัดการเรียนรู้</b>						
๑. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	สอดคล้อง
๒. นักเรียนได้รับความสนุกสนานจากการเรียนรู้	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	สอดคล้อง
๓. นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข	๑	๑	๐	๒	๐.๖๗	สอดคล้อง
๔. นักเรียนได้รับโอกาสในการซักถาม – ตอบปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	สอดคล้อง
๕. นักเรียนได้ทำงานกลุ่มร่วมกับเพื่อนมากขึ้น	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	สอดคล้อง
<b>ด้านที่ ๒ นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL)</b>						
<b>โดยพิจารณาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
๑. นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาดีขึ้น	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	สอดคล้อง
๒. นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและร่วมอภิปรายเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาในการเรียนรู้	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	สอดคล้อง
๓. นักเรียนได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด	๑	๐	๑	๒	๐.๖๗	สอดคล้อง
๔. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการหาคำตอบและแนวทางในการแก้ปัญหโดยใช้สมองเป็นฐาน	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	สอดคล้อง
๕. นักเรียนรู้สึกผ่อนคลายด้วยการบริหารสมองในกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน	๑	๐	๑	๒	๐.๖๗	สอดคล้อง

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC	สรุปค่า
	๑	๒	๓			
ด้านที่ ๓ นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL)						
โดยพิจารณาจากประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้						
๑. นักเรียนทำงานอย่างเป็นระบบและรอบคอบมากยิ่งขึ้น	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	สอดคล้อง
๒. นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	สอดคล้อง
๓. นักเรียนได้รับการส่งเสริมและพัฒนาทักษะด้านการอ่าน	๑	๐	๑	๒	๐.๖๗	สอดคล้อง
๔. นักเรียนได้ช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	สอดคล้อง
๕. นักเรียนได้รับประสบการณ์และความรู้ใหม่ จากการเรียนรู้	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	สอดคล้อง
<b>ค่าเฉลี่ย</b>					๐.๙๑	สอดคล้อง



๓. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ ๒

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- คะแนน ๑ หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมในระดับต้องปรับปรุง  
 คะแนน ๒ หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมในระดับพอใช้  
 คะแนน ๓ หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมในระดับปานกลาง  
 คะแนน ๔ หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมในระดับดี  
 คะแนน ๕ หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมในระดับดีมาก

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑ - ๑๐									
	๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐
๑. เขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนถูกต้อง	๔.๖๗	๔.๓๓	๕.๐๐	๕.๐๐	๔.๐๐	๔.๖๗	๔.๖๗	๔.๖๗	๕.๐๐	๕.๐๐
๒. สาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	๕.๐๐	๕.๐๐	๕.๐๐	๔.๓๓	๔.๖๗	๔.๐๐	๕.๐๐	๔.๓๓	๔.๖๗	๔.๓๓
๓. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	๕.๐๐	๕.๐๐	๕.๐๐	๔.๖๗	๕.๐๐	๔.๖๗	๔.๓๓	๔.๖๗	๔.๖๗	๔.๐๐
๔. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาความรู้ทักษะ กระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	๕.๐๐	๕.๐๐	๕.๐๐	๔.๖๗	๔.๖๗	๔.๓๓	๕.๐๐	๔.๐๐	๔.๓๓	๔.๖๗
๕. เนื้อหาเข้าใจพอเหมาะและมีความเหมาะสมกับเวลา	๔.๖๗	๔.๖๗	๓.๖๗	๔.๐๐	๓.๖๗	๔.๐๐	๔.๖๗	๓.๖๗	๔.๖๗	๕.๐๐
๖. เนื้อหาที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	๕.๐๐	๔.๖๗	๕.๐๐	๔.๓๓	๕.๐๐	๔.๖๗	๕.๐๐	๔.๓๓	๕.๐๐	๓.๖๗
๗. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	๔.๖๗	๔.๖๗	๔.๓๓	๔.๓๓	๓.๖๗	๓.๖๗	๔.๖๗	๔.๖๗	๔.๐๐	๔.๓๓
๘. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ และระดับของนักเรียน	๔.๖๗	๔.๖๗	๔.๐๐	๔.๓๓	๔.๐๐	๔.๓๓	๓.๖๗	๔.๓๓	๔.๖๗	๔.๖๗
๙. การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	๔.๐๐	๓.๖๗	๔.๖๗	๔.๐๐	๓.๖๗	๔.๖๗	๔.๓๓	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๖๗
๑๐. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๖๗	๔.๐๐	๔.๓๓	๔.๐๐	๔.๓๓	๔.๖๗	๔.๐๐	๓.๖๗

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑ - ๑๐								S.D.	ระดับ
	๑๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๕	๑๖	๑๗	ค่าเฉลี่ย		
๑. เขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนถูกต้อง	๔.๓๓	๔.๓๓	๔.๖๗	๔.๖๗	๔.๓๓	๕.๐๐	๔.๓๓	๔.๖๓	๐.๓๑	ดีมาก
๒. สาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	๔.๖๗	๕.๐๐	๕.๐๐	๕.๐๐	๔.๓๓	๔.๐๐	๔.๓๓	๔.๖๓	๐.๓๗	ดีมาก
๓. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	๕.๐๐	๕.๐๐	๔.๖๗	๔.๓๓	๕.๐๐	๔.๖๗	๕.๐๐	๔.๑๖	๐.๗๙	ดีมาก
๔. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาความรู้ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	๕.๐๐	๕.๐๐	๔.๖๗	๔.๓๓	๕.๐๐	๔.๖๗	๕.๐๐	๔.๗๓	๐.๓๒	ดีมาก
๕. เนื้อหาว่าง่ายพอเหมาะและมีความเหมาะสมกับเวลา	๔.๖๗	๔.๓๓	๓.๖๗	๔.๐๐	๓.๖๗	๔.๖๗	๓.๖๗	๔.๒๐	๐.๔๙	ดีมาก
๖. เนื้อหามีความน่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	๔.๖๗	๕.๐๐	๔.๖๗	๕.๐๐	๕.๐๐	๓.๖๗	๔.๐๐	๔.๖๓	๐.๔๗	ดีมาก
๗. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	๓.๖๗	๔.๖๗	๓.๐๐	๔.๓๓	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๖๗	๔.๒๐	๐.๔๙	ดีมาก
๘. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ และระดับของนักเรียน	๔.๖๗	๔.๐๐	๔.๓๓	๔.๐๐	๕.๐๐	๔.๓๓	๔.๖๗	๔.๓๕	๐.๓๔	ดีมาก
๙. การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	๔.๐๐	๔.๖๗	๔.๓๓	๔.๓๓	๓.๖๗	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๑๖	๐.๓๖	ดีมาก
๑๐. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้	๓.๖๗	๔.๓๓	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๖๗	๔.๐๐	๓.๖๗	๔.๐๐	๐.๒๙	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย								๔.๔๗	๐.๕๒	ดีมาก

๔. ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความสอดคล้อง  
ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัส กับจุดประสงค์การเรียนรู้

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าสาระการเรียนรู้ในแต่ละข้อต่อไปนี้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์  
การเรียนรู้หรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย  $\checkmark$  ลงในช่องเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน + ๑ เมื่อผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

คะแนน ๐ เมื่อผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิไม่แน่ใจว่า ข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

คะแนน - ๑ เมื่อผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน	ข้อสอบ ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC	สรุปค่าที่ได้
		๑	๒	๓			
๑. สามารถหาลิมิตของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้	๑	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๒	๐	๑	๑	๒	๐.๖๗	ใช้ได้
	๓	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๔	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๕	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๖	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๗	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
๒. บอกได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชัน ต่อเนื่องหรือไม่	๘	๐	๑	๑	๒	๐.๖๗	ใช้ได้
	๙	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๑๐	๑	๑	๐	๒	๐.๖๗	ใช้ได้
๓. สามารถหาอนุพันธ์ที่กำหนดให้ได้	๑๑	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๑๒	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๑๓	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๑๔	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๑๕	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๑๖	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๑๗	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๑๘	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๑๙	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๒๐	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน	ข้อสอบ ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC	สรุปค่าที่ได้
		๑	๒	๓			
๔. สามารถแก้โจทย์ปัญหาการประยุกต์อนุพันธ์ ของฟังก์ชัน	๒๑	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๒๒	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๒๓	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๒๔	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๒๕	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๒๖	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๒๗	๐	๑	๑	๒	๐.๖๗	ใช้ได้
	๒๘	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๒๙	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้
	๓๐	๑	๑	๑	๓	๑.๐๐	ใช้ได้

๕. ค่าความยากง่าย (p) และ อำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่อง แคลคูลัส

ข้อที่	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)
๑	๐.๗๐	๐.๓๓๓
๒	๐.๖๑	๐.๒๖๗
๓	๐.๘๒	๐.๓๓๓
๔	๐.๗๖	๐.๕๓๓
๕	๐.๕๑	๐.๒๐๐
๖	๐.๖๔	๐.๒๐๐
๗	๐.๕๒	๐.๔๖๗
๘	๐.๗๓	๐.๖๐๐
๙	๐.๖๗	๐.๓๓๓
๑๐	๐.๗๒	๐.๒๐๐
๑๑	๐.๖๔	๐.๔๐๐
๑๒	๐.๗๒	๐.๒๖๗
๑๓	๐.๖๗	๐.๗๓๓
๑๔	๐.๗๖	๐.๓๓๓
๑๕	๐.๖๗	๐.๔๐๐
๑๖	๐.๖๘	๐.๓๓๓
๑๗	๐.๗๓	๐.๔๖๗
๑๘	๐.๖๕	๐.๒๐๐
๑๙	๐.๓๗	๐.๔๖๗
๒๐	๐.๕๒	๐.๔๖๗
๒๑	๐.๖๙	๐.๔๖๗
๒๒	๐.๔๒	๐.๕๓๓
๒๓	๐.๗๖	๐.๖๖๗
๒๔	๐.๗๖	๐.๕๓๓
๒๕	๐.๗๖	๐.๒๖๗
๒๖	๐.๖๙	๐.๒๖๗
๒๗	๐.๗๐	๐.๕๓๓
๒๘	๐.๗๖	๐.๒๐๐
๒๙	๐.๒๖	๐.๔๖๗
๓๐	๐.๖๑	๐.๒๖๗

๖. ค่าความเที่ยง ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัส

## Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
0.803	0.803	30

๗. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัส ก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง แคลคูลัส ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน Pretest	คะแนนหลังเรียน posttest
๑	๗	๒๓
๒	๓	๒๑
๓	๕	๒๑
๔	๖	๑๘
๕	๑๐	๒๕
๖	๓	๑๗
๗	๐	๑๓
๘	๒	๒๓
๙	๐	๒๕
๑๐	๐	๑๘
๑๑	๕	๒๑
๑๒	๐	๒๕
๑๓	๒	๒๓
๑๔	๕	๑๓
๑๕	๓	๑๕
๑๖	๒	๒๑
๑๗	๔	๒๒
๑๘	๕	๒๑
๑๙	๗	๒๖
๒๐	๔	๒๖
๒๑	๓	๒๓
๒๒	๘	๒๙
๒๓	๔	๒๔
๒๔	๕	๒๘
๒๕	๓	๒๙
๒๖	๑	๒๙
๒๗	๓	๒๔
๒๘	๑	๑๔
๒๙	๒	๑๘
๓๐	๐	๘
๓๑	๓	๑๙
๓๒	๖	๒๖
๓๓	๗	๒๕

ผนวก ง  
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



## เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์

### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์
  - 1.1 ลิขิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน
  - 1.2 อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในข้อสอบและทดเลขในพื้นที่ด้านขวาที่กำหนดให้
4. เวลาที่ใช้ในการแบบทดสอบ 50 นาที





โจทย์	เฉลย
15. กำหนด $g(x) = 2x^{-1} + x^2$ แล้ว $g''(1)$ มีค่าเท่าใด ก. 0      ข. 12      ค. 6      ง. 4	ตอบ ข้อ ค.
16. กำหนด $g(x) = x$ แล้ว $g'(x)$ มีค่าเท่าใด ก. 0      ข. 1      ค. X      ง. -1	ตอบ ข้อ ข.
17. กำหนด $y = 3\sqrt{x^3} + \frac{5}{\sqrt{2x^5}}$ แล้ว $\frac{dy}{dx}$ ตรงกับข้อใด ก. $9\sqrt{x} - 25$ ข. $9\sqrt{x} + 25$ ค. $\frac{9\sqrt{x}}{2} - \frac{25}{2\sqrt{2x^9}}$ ง. $\frac{9\sqrt{x}}{2} + \frac{25}{2\sqrt{x^9}}$	ตอบ ข้อ ค.
18. กำหนด $y = \sqrt[3]{(6x^2 - 4x + 9)}$ แล้ว $\frac{dy}{dx}$ ตรงกับข้อใด ก. $(6x^2 - 4x + 9)$ ข. $\frac{2}{3}(6x^2 - 4x + 9)$ ค. $\frac{2}{3}(6x^2 - 4x + 9)^{\frac{1}{3}}(12x - 4)$ ง. $\frac{2(12x-4)}{3\sqrt[3]{(6x^2-4x+9)}}$	ตอบ ข้อ ง.
19. กำหนด $y = \frac{3-2x}{3+2x}$ แล้ว $\frac{dy}{dx}$ ตรงกับข้อใด ก. 12      ข. $12(3 - 2x)^2$ ค. $-12(3 + 2x)^2$ ง. $\frac{-12}{(3+2x)^2}$	ตอบ ข้อ ง.
20. กำหนด $g(x) = (x^2 + 4)(x^3 + 1)$ แล้ว $g'(x)$ มีค่าเท่าใด ก. $5x^4 + 12x^2 + 2x$ ข. $5x^2 + 2x + 2$ ค. $x^4 + 2x^2 + 2x$ ง. $x^2 + 12x + 2$	ตอบ ข้อ ก.
21. ไม้ท่อนหนึ่งยาว 1 เมตร วางตั้งพิงกำแพงไว้ ถ้าค่อย ๆ เลื่อนปลายล่างของไม้ตามพื้นราบด้วยอัตราเร็ว 2 เซนติเมตรต่อนาที ดังนั้นในเวลา 30 นาที ต่อมาปลายบนจะเลื่อนลงมาด้วยอัตราเร็วกี่เซนติเมตรต่อนาที ก. 1.2      ข. -1.2      ค. 1.5      ง. -1.5	ตอบ ข้อ ค.

โจทย์	เฉลย
22. กรวยอันหนึ่ง ซึ่งมีส่วนสูงยาวเท่ากับรัศมีของฐาน ดังนั้น อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาตรกรวยเมื่อเทียบกับรัศมี ขณะรัศมีเท่ากับ 7 เซนติเมตร เป็นกี่ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเซนติเมตร (กำหนดให้ $\pi = \frac{22}{7}$ ) ก. 154      ข. 124      ค. 15.4      ง. 12.4	ตอบ ข้อ ก.
23. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ได้ระยะทาง $s = 3t^3 + 2t^2 - 5t + 7$ เมตร เมื่อเวลาผ่านไป $t$ วินาที จงหาความเร่งของวัตถุขณะเวลาผ่านไป 18 วินาที ก. 284      ข. 328      ค. 412      ง. 580	ตอบ ข้อ ข.
24. ความชันของเส้นโค้ง $y = \sqrt[3]{3x^2 - 4}$ ที่มีเส้นตรงสัมผัสเส้นโค้งที่จุด $(-2, 2)$ มีค่าเท่าไร ก. -1      ข. -4      ค. $\frac{1}{6}$ ง. $-\frac{2}{4}$	ตอบ ข้อ ก.
25. ถ้ากราฟ $y = -(x - 3)^2$ ตัดกันที่ $2x - y - 6 = 0$ แล้วสมการเส้นสัมผัสของจุดตัดบนกราฟทั้งสองคือข้อใด ก. $4x - y - 20 = 0, y = 4$ ข. $4x - y - 8 = 0, y = 0$ ค. $4x - y + 3 = 0, x = 4$ ง. $8x + y - 27 = 0, x = 0$	ตอบ ข้อ ข.
26. จงหาจุดบนเส้นโค้ง $y = 2x^3 - 3x^2 - 36x$ ทั้งหมดที่ทำให้เส้นสัมผัสเส้นโค้งที่จุดเหล่านี้ขนานกับแกน $x$ คือข้อใด ก. $(1, -37), (0, 0)$ ข. $(-3, -1), (-2, -44)$ ค. $(3, -81), (-2, 44)$ ง. $(2, -68), (-1, -37)$	ตอบ ข้อ ค.
27. ค่าวิกฤติของฟังก์ชัน $f(x) = 2x^3 - 3x^2 - 36x + 42$ มีค่าเท่าใด ก. $x = 2, x = 5$ ข. $x = -2, x = 3$ ค. $x = -2, x = -5$ ง. $x = 3, x = -5$	ตอบ ข้อ ข.
28. ข้อใดเป็นค่าสูงสุดสัมพัทธ์ของฟังก์ชัน $f(x) = 2x^3 + 3x^2 - 12x - 7$ ก. 13      ข. 14 ค. 18      ง. 21	ตอบ ข้อ ค.

โจทย์	เฉลย
<p>29. ถ้าตั้งราคาสินค้าขึ้นละ 40 บาท ใน 1 สัปดาห์ เขาจะขายสินค้าได้ 1,000 ชิ้น ถ้าราคาลดลงขึ้นละ 2 บาท จะขายเพิ่มได้อีก 100 ชิ้น เขาควรจะต้องตั้งราคาสินค้าเท่าใด จึงจะได้เงินจากการขายมากที่สุด</p> <p>ก. 24,000                      ข. 36,000</p> <p>ค. 42,000                      ง. 45,000</p>	ตอบ ข้อ ง.
<p>30. จำนวนจริงสองจำนวนซึ่งมีผลบวกเป็น 100 และผลคูณของสองจำนวนนี้มีค่ามากที่สุด จำนวนที่มากที่สุดในสองจำนวนนี้คือข้อใด</p> <p>ก. 50                      ข. 60                      ค. 90                      ง. 80</p>	ตอบ ข้อ ก.

ผนวก จ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้



ส่วนการศึกษา  
โรงเรียนเตรียมทหาร

## แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค33204 ชั้นปีที่ 2  
หน่วยที่ 2 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน เวลา 10 คาบ  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับสูง  
เวลา 2 คาบ ผู้สอน น.ท.หญิง องค์กร ออ ทิมหาญ

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

- 1.1 สามารถหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้
- 1.2 ให้เหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง หรือการสร้างแผนภาพความคิดในเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้ถูกต้อง
- 1.3 สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม
- 1.4 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีความสุขในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

### 2. เป้าหมายการเรียนรู้

ด้านความคิด Knowledge	ด้านกระบวนการ Process	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม Attitude
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายนิยามของอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้</li> <li>2. อธิบายวิธีการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้นิยามได้</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา</li> <li>2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์</li> <li>2. มีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม</li> <li>3. มีทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ</li> </ol>

### 3. สาระสำคัญ

#### อนุพันธ์อันดับสูงของฟังก์ชัน

ถ้าให้  $f(x) = 2x^3 + x^2 - 3x + 5$

จะได้  $f'(x) = 6x^2 + 2x - 3$

เรียก  $f'(x)$  ว่า อนุพันธ์อันดับที่หนึ่งของ  $f(x)$

ถ้านำ  $f'(x)$  มาหาอนุพันธ์อีกครั้งหนึ่ง จะเรียกผลที่เกิดขึ้นใหม่ว่า อนุพันธ์อันดับที่สองของ  $f(x)$

นั่นคือ  $f''(x) = 12x + 2$

ในทำนองเดียวกัน ถ้านำ  $f''(x)$  มาหาอนุพันธ์ต่อไปเรื่อย ๆ เราจะได้อนุพันธ์อันดับสาม อันดับที่สูงต่อไปเรื่อย ๆ สัญลักษณ์แทนอนุพันธ์อันดับต่าง ๆ นิยมเขียน ดังนี้





5.

## การประเมินผล

สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความคิด</b> 1. อธิบายเกี่ยวกับการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับสูง 2. ใบกิจกรรม timeline การหาอนุพันธ์ 3. การทำแบบฝึกหัดท้ายบท	- ใบกิจกรรม timeline การหาอนุพันธ์อันดับสูง	- การทำกิจกรรมในชั้นเรียน	<b>เกณฑ์คะแนน</b> - ข้อละ 2 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ให้ความร่วมมือในการตอบคำถามและตอบไม่ถูก 1 คะแนน - ให้ความร่วมมือในการตอบคำถามและตอบถูก 2 คะแนน
<b>ด้านกระบวนการ</b> 1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา 2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล	- แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับสูง  - แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ	- ตรวจสอบแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้บทนิยาม  - ประเมินทักษะกระบวนการจากแบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ	<b>เกณฑ์คะแนน</b> - ข้อละ 1 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 80 : ไม่ผ่าน - ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป : ผ่าน <b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนน ขึ้นไป : ผ่าน
<b>ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม</b> 1. ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ 2. มีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม 3. มีทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ	- แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม	- ประเมินพฤติกรรมขณะทำงานตามรายการแบบประเมินพฤติกรรมขณะทำงานร่วมกับกลุ่ม	<b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนนขึ้นไป : ผ่าน

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### 6.1 ขั้นเตรียมความพร้อม

ครูทบทวนเกี่ยวกับสูตรการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน โดยสุ่มถามนักเรียนตอบการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตามสูตรที่ครูกำหนด โดยใช้บัตรคำ แสดงโจทย์ พร้อมบอกคำตอบที่สัมพันธ์กับโจทย์ที่กำหนด

$$1. \frac{dc}{dx} = 0$$

$$2. \frac{dx}{dx} = 1$$

$$3. \frac{d}{dx} u^n = nu^{n-1} \frac{du}{dx}$$

$$4. \frac{d}{dx} cu = c \frac{d}{dx} u$$

$$5. \frac{d}{dx} (u \pm v) = \frac{du}{dx} \pm \frac{dv}{dx}$$

$$6. \frac{d}{dx} u \cdot v = u \frac{dv}{dx} + v \frac{du}{dx}$$

$$7. \frac{d}{dx} \left( \frac{u}{v} \right) = \frac{v \frac{du}{dx} - u \frac{dv}{dx}}{v^2}$$

$$8. \frac{d}{dx} \ln u = \frac{1}{u} \frac{du}{dx}$$

$$9. \frac{d}{dx} e^u = e^u \frac{du}{dx}$$

### 6.2 ขั้นการเรียนรู้ศึกษาทฤษฎี

1) ครูให้นักเรียนพิจารณาการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับสูงโดย ให้นักเรียนพิจารณาใบกิจกรรม ว่ามีสัญลักษณ์อะไรบ้าง แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์เกี่ยวกับการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับ พร้อมทั้งอภิปรายเสนอความคิดเห็นหน้าชั้นเรียน

2) การหาอนุพันธ์อันดับสูง  $f$  เป็นฟังก์ชันที่หาอนุพันธ์ได้ โดย  $f'$  เป็นอนุพันธ์ของ  $f$  แล้วอนุพันธ์ของ  $f'$  อีกทีหนึ่งเขียนแทนด้วย  $f''$  และเรียกว่า อนุพันธ์อันดับสอง ของ  $f$  ในทำนองเดียวกัน อนุพันธ์ของ  $f''$  เขียนแทนด้วย  $f'''$  และเรียกว่า อนุพันธ์อันดับสาม ของ  $f$  เมื่อทำเช่นนี้ซ้ำไปเรื่อย ๆ เราก็จะได้นิยามของ อนุพันธ์อันดับที่  $n$  ว่าเป็นอนุพันธ์ของอนุพันธ์อันดับที่  $n - 1$  อนุพันธ์อันดับตั้งแต่สองขึ้นไปนี้โดยรวมเรียกว่า อนุพันธ์อันดับสูง

### 6.3 ขั้นปฏิบัติ

ครูให้นักเรียนทดลองหาคำตอบจากใบกิจกรรม และร่วมอภิปรายผลของการหาคำตอบว่านักเรียนใช้หลักอย่างไรในการหาคำตอบ

Higher - Order Derivative		Name
kg/orngar thuanan		Class
		Number
f(x) = x <sup>3</sup> + 3x <sup>2</sup> - 4x + 5    or    f'''(x)		
f(x)	<input type="text"/>	
f'(x)	<input type="text"/>	
f''(x)	<input type="text"/>	
f'''(x)	<input type="text"/>	

### 6.4 ขั้นสรุปแนวคิดรวบยอด

ครูและนักเรียนช่วยกันตรวจสอบคำตอบจากการทำใบกิจกรรม Timeline การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับสูง และพิจารณาแนวความคิดของนักเรียนที่ตอบคำถามได้แตกต่างกัน และครูสรุปให้นักเรียนอีกครั้งเกี่ยวกับการหาอนุพันธ์อันดับสูง ให้  $f$  เป็นฟังก์ชันที่สามารถหาอนุพันธ์ได้ และ  $f'(x)$  เป็นอนุพันธ์ของฟังก์ชัน  $f$  ที่  $x$  ซึ่งสามารถหาอนุพันธ์ได้ จะเรียกอนุพันธ์ของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน  $f$  ที่  $x$  หรืออนุพันธ์ของฟังก์ชัน  $f'$  ที่  $x$  ว่า อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ  $f$  ที่  $x$  และเขียนแทนด้วย  $f''(x)$

นอกจากนี้ยังมีสัญลักษณ์อื่นที่ใช้แทนอนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ  $f$  ที่  $x$  อีก เช่น  $\frac{d^2y}{dx^2}$ ,  $\frac{d^2f(x)}{dx^2}$  และ  $y''$  เป็นต้น

การเขียนสัญลักษณ์การหาอนุพันธ์อันดับสูง ถ้านำ  $f''(x)$  มาหาอนุพันธ์ต่อไปเรื่อย ๆ เราจะได้อนุพันธ์อันดับสาม อันดับที่สูงต่อไปเรื่อย ๆ สัญลักษณ์แทนอนุพันธ์อันดับต่าง ๆ นิยมเขียน ดังนี้

$f'(x) = y' = \frac{dy}{dx}$	แทนอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง
$f''(x) = y'' = \frac{d^2y}{dx^2}$	แทนอนุพันธ์อันดับที่สอง
$f'''(x) = y''' = \frac{d^3y}{dx^3}$	แทนอนุพันธ์อันดับที่สาม
$f^{(n)}(x) = y^{(n)} = \frac{d^ny}{dx^n}$	แทนอนุพันธ์อันดับที่ $n$

### 6.5 ขั้นประยุกต์

1) ครูให้นักเรียนหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับสูง จากใบกิจกรรม Time line การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับสูง และเฉลยคำตอบหน้าชั้นเรียน

**Higher - Order Derivative**

Name
Class
Number

$y = x^4 - 3x^3 - 2x + 5$  จงหา  $f'''(x)$

$y$

$\frac{dy}{dx}$

$\frac{d^2y}{dx^2}$

$\frac{d^3y}{dx^3}$

2) ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และครูให้นักเรียนจับคู่กันตรวจสอบว่าแบบฝึกหัดที่เพื่อนทำถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลหน้าชั้นเรียน การหาอนุพันธ์คือการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชัน ซึ่งอาจเป็นค่าคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงก็ได้ ถ้าหาอนุพันธ์ซ้ำอีกครั้งจากอัตราที่ว่ามี เราจะได้อัตราของอัตรา ซึ่งคือตัวเลขที่บอกว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (อัตราเพิ่มขึ้น หรืออัตราลดลง) พร้อมทั้งอธิบายการเขียนสัญลักษณ์การหาอนุพันธ์อันดับสูง ถ้านำ  $f''(x)$  มาหาอนุพันธ์ต่อไปเรื่อย ๆ เราจะได้อนุพันธ์อันดับสาม อันดับที่สูงต่อไปเรื่อย ๆ สัญลักษณ์แทนอนุพันธ์อันดับต่าง ๆ นิยมเขียน ดังนี้

$$f'(x) = y' = \frac{dy}{dx} \quad \text{แทนอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง}$$

$$f''(x) = y'' = \frac{d^2 y}{dx^2} \quad \text{แทนอนุพันธ์อันดับที่สอง}$$

$$f'''(x) = y''' = \frac{d^3 y}{dx^3} \quad \text{แทนอนุพันธ์อันดับที่สาม}$$

$$f^{(n)}(x) = y^{(n)} = \frac{d^n y}{dx^n} \quad \text{แทนอนุพันธ์อันดับที่ } n$$

## 7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

### 7.1 สื่อการเรียนรู้

- ใบกิจกรรม Timeline การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับสูง
- หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ค 33204 เรื่อง แคลคูลัส

### 7.2 แหล่งการเรียนรู้

- ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด

## 8. สรุปผลการเรียนรู้

### 8.1 ด้านความมีความคิด

- .....

- .....

### 8.2 ด้านกระบวนการ

- .....

- .....

### 8.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

- .....

- .....

### 8.4 ปัญหาด้านการสอน

- .....

- .....

### 8.5 แนวทางการแก้ปัญหา และการพัฒนา

- .....

- .....

9.

ความคิดเห็นของผู้บริหาร

.....  
.....

ลงชื่อ .....  
(.....)  
ตำแหน่ง.....



ส่วนการศึกษา  
โรงเรียนเตรียมทหาร

## แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค33204 ชั้นปีที่ 2  
หน่วยที่ 2 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน จำนวน 10 คาบ  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ  
เวลา 2 คาบ ผู้สอน น.ท.หญิง องค์กร ออ ทิมหาญ

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

- 1.1 สามารถหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้
- 1.2 ให้เหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง หรือการสร้างแผนภาพความคิดในเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้ถูกต้อง
- 1.3 สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม
- 1.4 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีความสุขในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

### 2. เป้าหมายการเรียนรู้

ด้านความคิด Knowledge	ด้านกระบวนการ Process	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม Attitude
1. อธิบายนิยามของอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้	1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา	1. ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
2. อธิบายวิธีการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้นิยามได้	2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล	2. มีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม
		3. มีทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ

### 3.สาระสำคัญ

การหาอนุพันธ์ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

สูตรการหาอนุพันธ์ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

1.  $\frac{d}{dx} \sin u = \cos u \frac{d}{dx} u$
2.  $\frac{d}{dx} \cos u = -\sin u \frac{d}{dx} u$
3.  $\frac{d}{dx} \tan u = \sec^2 u \frac{d}{dx} u$
4.  $\frac{d}{dx} \cot u = -\operatorname{cosec}^2 u \frac{d}{dx} u$
5.  $\frac{d}{dx} \sec u = \sec u \cdot \tan u \frac{d}{dx} u$
6.  $\frac{d}{dx} \operatorname{cosec} u = -\operatorname{cosec} u \cdot \cot u \frac{d}{dx} u$

## ฝึกการหาอนุพันธ์ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

- 1)  $\frac{d}{d\theta} \sin 2\theta = \cos 2\theta \frac{d2\theta}{d\theta} = 2\cos 2\theta$
- 2)  $\frac{d}{dx} \cos^2 x = 2\cos x \frac{d\cos x}{dx} = -2\sin x \cos x$
- 3)  $\frac{d}{d\theta} \tan(\pi + 2\theta) = \sec^2(\pi + 2\theta) \frac{d(\pi + 2\theta)}{d\theta} = 2\sec^2(\pi + 2\theta)$
- 4)  $\frac{d}{dx} \operatorname{cosec} \sqrt{x} = -\operatorname{cosec} \sqrt{x} \cot \sqrt{x} \frac{dx^{\frac{1}{2}}}{dx} = \frac{-\frac{1}{2} \operatorname{cosec} \sqrt{x} \cot \sqrt{x}}{\sqrt{x}}$

## 4. ผลงานที่แสดงผลการเรียนรู้ (ภาระงาน, ผลงานของแผนการจัดการเรียนรู้)

- แบบฝึกหัด 2.1

## 5. การประเมินผล

สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความคิด</b> 1. อธิบายนิยามของอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้ 2. อธิบายวิธีการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้นิยามได้	- แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ  - แบบบันทึกผลการอภิปราย  - แบบบันทึกความรู้	- ตรวจสอบแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ  - ประเมินผลการอภิปรายจากแบบบันทึกผลการอภิปราย  - ประเมินผลความรู้จากแบบบันทึกความรู้	<b>เกณฑ์คะแนน</b> - ข้อละ 1 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 80 : ไม่ผ่าน - ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป : ผ่าน <b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพละ 1 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้ 3 คะแนนขึ้นไป : ผ่าน <b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพละ 1 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้ 3 คะแนนขึ้นไป : ผ่าน
<b>ด้านกระบวนการ</b> 1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา 2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล	- แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ	- ตรวจสอบแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ	<b>เกณฑ์คะแนน</b> - ข้อละ 1 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 80 : ไม่ผ่าน



สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
	- แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ	- ประเมินทักษะกระบวนการจากแบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ	- ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป : ผ่าน <b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนน ขึ้นไป : ผ่าน
<b>ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม</b> 1. ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ 2. มีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม 3. มีทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ	- แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม  - แบบประเมินการทำงานเป็นกลุ่ม  - แบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้แบบร่วมมือ	- ประเมินพฤติกรรมขณะทำงานตามรายการแบบประเมินพฤติกรรมขณะทำงานร่วมกับกลุ่ม  - ประเมินพฤติกรรมตามรายการด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม  - ประเมินพฤติกรรมตามรายการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ	<b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนน ขึ้นไป : ผ่าน <b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนน ขึ้นไป : ผ่าน <b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนน ขึ้นไป : ผ่าน

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### 6.1 ขั้นเตรียมความพร้อม

ครูทบทวนการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพหุนาม ฟังก์ชันตรรกยะ ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลและลอการิทึม ครูจับเวลา 1 นาที และให้นักเรียนเขียนสูตรที่ตนเองทราบ ใส่ลงในกระดาษให้มากที่สุด ใครเขียนได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด และถูกต้อง แจกรางวัลพิเศษในตอนเรียน

## 6.2 ชั้นการเรียนรู้ศึกษาทฤษฎี

1) อธิบายเกี่ยวกับการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ

$$\frac{d}{dx} \sin u = \cos u \frac{d}{dx} u$$

$$\frac{d}{dx} \cos u = -\sin u \frac{d}{dx} u$$

$$\frac{d}{dx} \tan u = \sec^2 u \frac{d}{dx} u$$

$$\frac{d}{dx} \cot u = -\operatorname{cosec}^2 u \frac{d}{dx} u$$

$$\frac{d}{dx} \sec u = \sec u \cdot \tan u \frac{d}{dx} u$$

$$\frac{d}{dx} \operatorname{cosec} u = -\operatorname{cosec} u \cdot \cot u \frac{d}{dx} u$$

2) คุยกตัวอย่างการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ

$$1) \frac{d}{d\theta} \sin 2\theta = \cos 2\theta \frac{d2\theta}{d\theta} = 2\cos 2\theta$$

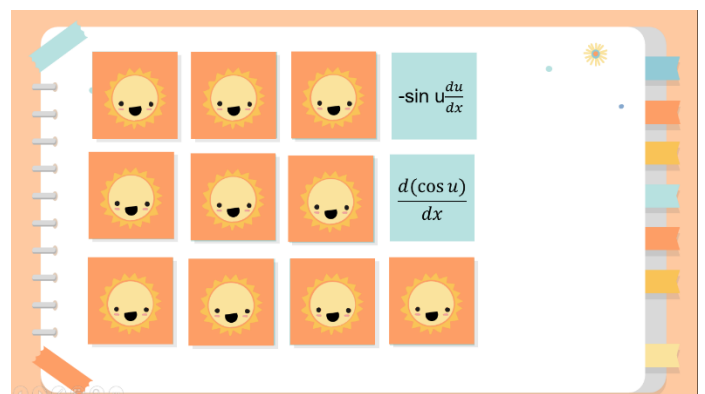
$$2) \frac{d}{dx} \cos^2 x = 2\cos x \frac{d\cos x}{dx} = -2\sin x \cos x$$

$$3) \frac{d}{d\theta} \tan(\pi + 2\theta) = \sec^2(\pi + 2\theta) \frac{d(\pi + 2\theta)}{d\theta} = 2\sec^2(\pi + 2\theta)$$

$$4) \frac{d}{dx} \operatorname{cosec} \sqrt{x} = -\operatorname{cosec} \sqrt{x} \cot \sqrt{x} \frac{dx^{\frac{1}{2}}}{dx} = \frac{-\frac{1}{2} \operatorname{cosec} \sqrt{x} \cot \sqrt{x}}{\sqrt{x}}$$

## 6.3 ชั้นปฏิบัติ

ครูให้นักเรียนเล่นเกมจับคู่ ว่านักเรียนสามารถจำภาพคู่คำตอบของสูตรการหาอนุพันธ์ที่นักเรียนเรียนมาทั้งหมดได้หรือไม่ โดยมีกติกา ดังนี้ ครูกำหนดโจทย์การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติให้นักเรียนในห้องร่วมกิจกรรม โดยครูแบ่งนักเรียนออกเป็นแถว ทั้งหมด 6 แถว แล้วส่งตัวแทนแสดงวิธีการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติที่ครูกำหนดหน้าชั้นเรียน โดยกลุ่มใดที่ตอบได้ถูกต้องและเร็วที่สุดจะมีโอกาสในการเปิดภาพจับคู่ กลุ่มที่สามารถแสดงวิธีทำได้ถูกและเร็วที่สุด จะได้ 1 คะแนน และมีสิทธิในการเปิดแผ่นป้าย 2 แผ่น หากเปิดแผ่นป้ายพบสูตรการหาอนุพันธ์ที่สัมพันธ์กันจะได้คะแนน อีก 2 คะแนน กลุ่มใดที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นผู้ชนะ อันดับที่ 1, 2 และ 3



โจทย์พิเศษที่ใช้ในการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

- 1) จงหา  $\frac{dy}{dx}$  เมื่อกำหนดให้  $y = \sin 4x$

วิธีทำ

$$\begin{aligned} y &= \sin 4x \\ \frac{d(\sin 4x)}{dx} &= \cos 4x \frac{d4x}{dx} \\ &= 4\cos 4x \end{aligned}$$

- 2) จงหา  $\frac{dy}{dx}$  เมื่อกำหนดให้  $y = 3\cos 2x$

วิธีทำ

$$\begin{aligned} y &= 3\cos 2x \\ \frac{d(3\cos 2x)}{dx} &= -3\sin 2x \frac{d2x}{dx} \\ &= -6\sin 2x \end{aligned}$$

- 3) จงหา  $\frac{dy}{dx}$  เมื่อกำหนดให้  $y = \sqrt{\sec x}$

วิธีทำ

$$\begin{aligned} y &= (\sec x)^{\frac{1}{2}} \\ \frac{d(\sec x)^{\frac{1}{2}}}{dx} &= \frac{1}{2} (\sec x)^{-\frac{1}{2}} \frac{d(\sec x)}{dx} \\ &= \frac{1}{2} (\sec x)^{-\frac{1}{2}} (\sec x \tan x) \\ &= \frac{1}{2} (\sec x)^{\frac{1}{2}} (\tan x) \end{aligned}$$

- 4) จงหา  $\frac{dy}{dx}$  เมื่อกำหนดให้  $y = \sin(2x + \pi)$

วิธีทำ

$$\begin{aligned} y &= \sin(2x + \pi) \\ \frac{d\sin(2x+\pi)}{dx} &= \cos(2x + \pi) \frac{d(2x+\pi)}{dx} \\ &= 2\cos(2x + \pi) \end{aligned}$$

- 5) จงหา  $\frac{dy}{dx}$  เมื่อกำหนดให้  $y = \sin x + \cos 2x$

วิธีทำ

$$\begin{aligned} y &= \sin x + \cos 2x \\ \frac{d(\sin x + \cos 2x)}{dx} &= \frac{d(\sin x)}{dx} + \frac{d(\cos 2x)}{dx} \\ &= \cos x + \frac{-\sin 2x d(2x)}{dx} \\ &= \cos x + -2\sin 2x \end{aligned}$$

#### 6.4 ชั้นสรุปแนวคิดรวบยอด

ครูสุ่มถามเกี่ยวกับสูตรฟังก์ชันตรีโกณมิติที่นักเรียนทราบ โดยครูจับเวลา 1 นาที ให้นักเรียนเขียนสูตรให้ได้เยอะที่สุด ถูกต้อง ภายในเวลาที่กำหนด 1 นาที นักเรียนที่สามารถเขียนสูตรได้มากที่สุด ถูกต้องที่สุดเป็นผู้ชนะ

#### 6.5 ชั้นประยุกต์

ครูให้นักเรียนเล่นเกมใครไวใครพริบ ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ให้นักเรียนทำโจทย์เกี่ยวกับการประยุกต์การหาอนุพันธ์จากฟังก์ชันที่นักเรียนเรียนมาทั้งหมด โดยครูจับเวลาโจทย์ข้อละ 30 วินาทีในการหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด โดยเขียนคำตอบลงไปใบตอบ กลุ่มที่ส่งคำตอบได้เร็วที่สุดและตอบได้ถูกต้องจะได้คะแนนสะสม 1 คะแนน พร้อมกับส่งตัวแทนกลุ่มมาเฉลยคำตอบหน้าชั้นเรียน



## 7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

### 7.1 สื่อการเรียนรู้

- หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ค 33204 เรื่อง แคลคูลัส
- พาวเวอร์พอยต์

### 7.2 แหล่งการเรียนรู้

- ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด

## 8. สรุปผลการเรียนรู้

### 8.1 ด้านความมีความคิด

- .....
- .....

### 8.2 ด้านกระบวนการ

- .....
- .....

### 8.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

- .....
- .....

### 8.4 ปัญหาด้านการสอน

- .....
- .....

### 8.5 แนวทางการแก้ปัญหา และการพัฒนา

- .....
- .....

9.

ความคิดเห็นของผู้บริหาร

.....  
.....

ลงชื่อ .....  
(.....)  
ตำแหน่ง.....



## แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค33204 ชั้นปีที่ 2  
หน่วยที่ 2 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน จำนวน 10 คาบ

ส่วนการศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง อัตราการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชัน  
โรงเรียนเตรียมทหาร เวลา 2 คาบ ผู้สอน น.ท.หญิง องค์กร ออ ทิมหาญ

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

- 1.1 สามารถหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้
- 1.2 ให้เหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง หรือการสร้างแผนภาพความคิดในเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้ถูกต้อง
- 1.3 สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม
- 1.4 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีความสุขในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

### 2. เป้าหมายการเรียนรู้

ด้านความคิด Knowledge	ด้านกระบวนการ Process	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม Attitude
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายนิยามของอัตราการเปลี่ยนแปลงได้</li> <li>2. อธิบายวิธีการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงได้</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา</li> <li>2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล</li> <li>3. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม</li> <li>4. นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์</li> <li>5. นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์</li> <li>2. มีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม</li> <li>3. มีทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ</li> </ol>

### 3. สาระสำคัญ

**นิยาม** ถ้า  $y = f(x)$  เป็นฟังก์ชันใดๆ เมื่อเทียบค่าของ  $x$  เปลี่ยนจาก  $x$  เป็น  $x+h$  โดยที่  $h \neq 0$  ค่าของ  $y$  เปลี่ยนจาก  $f(x)$  เป็น  $f(x+h)$  แล้ว อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ  $y$  เทียบกับ  $x$  ในช่วง  $x$  ถึง  $x+h$  คือ  $\frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

#### อัตราการเปลี่ยนแปลง

กำหนดให้  $y = f(x)$

ถ้า  $x_1 = x$  จะได้  $y_1 = f(x)$

และ  $x_2 = x+h$  จะได้  $y_2 = f(x+h)$

จะเรียก  $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

ว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ  $y$  เทียบกับ  $x$

เมื่อ  $x$  เกิดช่วงการเปลี่ยนแปลง

และเรียก  $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

ว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของ  $y$  เทียบกับ  $x$

ขณะ  $x$  มีค่าใด ๆ

สรุป

1. ถ้าโจทย์กำหนดช่วงการเปลี่ยนแปลงของ  $x$  แสดงว่าถาม  $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

2. ถ้าโจทย์กำหนดค่าของ  $x$  ขณะใด ๆ แสดงว่าถาม  $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

นั่นคือ  $f'(x) = \frac{d}{dx} y = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

4.

ผลงานที่แสดงผลการเรียนรู้ (ภาระงาน, ผลงานของแผนการจัดการเรียนรู้)

- แบบฝึกหัด 2.1

5.

การประเมินผล

สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความคิด</b> 1. อธิบายนิยามของอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้ 2. อธิบายวิธีการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้นิยามได้	- แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ  - แบบบันทึกผลการอภิปราย  - แบบบันทึกความรู้	- ตรวจสอบแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ  - ประเมินผลการอภิปรายจากแบบบันทึกผลการอภิปราย  - ประเมินผลความรู้จากแบบบันทึกความรู้	<b>เกณฑ์คะแนน</b> - ข้อละ 1 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 80 : ไม่ผ่าน - ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป : ผ่าน  <b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพละ 1 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้ 3 คะแนนขึ้นไป : ผ่าน  <b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพละ 1 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้ 3 คะแนนขึ้นไป : ผ่าน

สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
<p><b>ด้านกระบวนการ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา</li> <li>2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล</li> <li>3. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม</li> <li>4. นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์</li> <li>5. นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราการเปลี่ยนแปลง</li> <li>- แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราการเปลี่ยนแปลง</li> <li>- ประเมินทักษะกระบวนการจากแบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ</li> </ul>	<p><b>เกณฑ์คะแนน</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ข้อละ 1 คะแนน</li> </ul> <p><b>การประเมินผล</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 80 : ไม่ผ่าน</li> <li>- ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป: ผ่าน</li> </ul> <p><b>เกณฑ์คะแนน</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน</li> </ul> <p><b>การประเมินผล</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ได้คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนน ขึ้นไป : ผ่าน</li> </ul>
<p><b>ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์</li> <li>2. มีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม</li> <li>3. มีทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม</li> <li>- แบบประเมินการทำงานเป็นกลุ่ม</li> <li>- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ประเมินพฤติกรรมขณะทำงานตามรายการแบบประเมินพฤติกรรมขณะทำงานร่วมกับกลุ่ม</li> <li>- ประเมินพฤติกรรมตามรายการด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม</li> <li>- ประเมินพฤติกรรมตามรายการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ</li> </ul>	<p><b>เกณฑ์คะแนน</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน</li> </ul> <p><b>การประเมินผล</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนน ขึ้นไป : ผ่าน</li> </ul> <p><b>เกณฑ์คะแนน</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน</li> </ul> <p><b>การประเมินผล</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนน ขึ้นไป : ผ่าน</li> </ul> <p><b>เกณฑ์คะแนน</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน</li> </ul> <p><b>การประเมินผล</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนน ขึ้นไป : ผ่าน</li> </ul>



## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### 6.1 ขั้นเตรียมความพร้อม

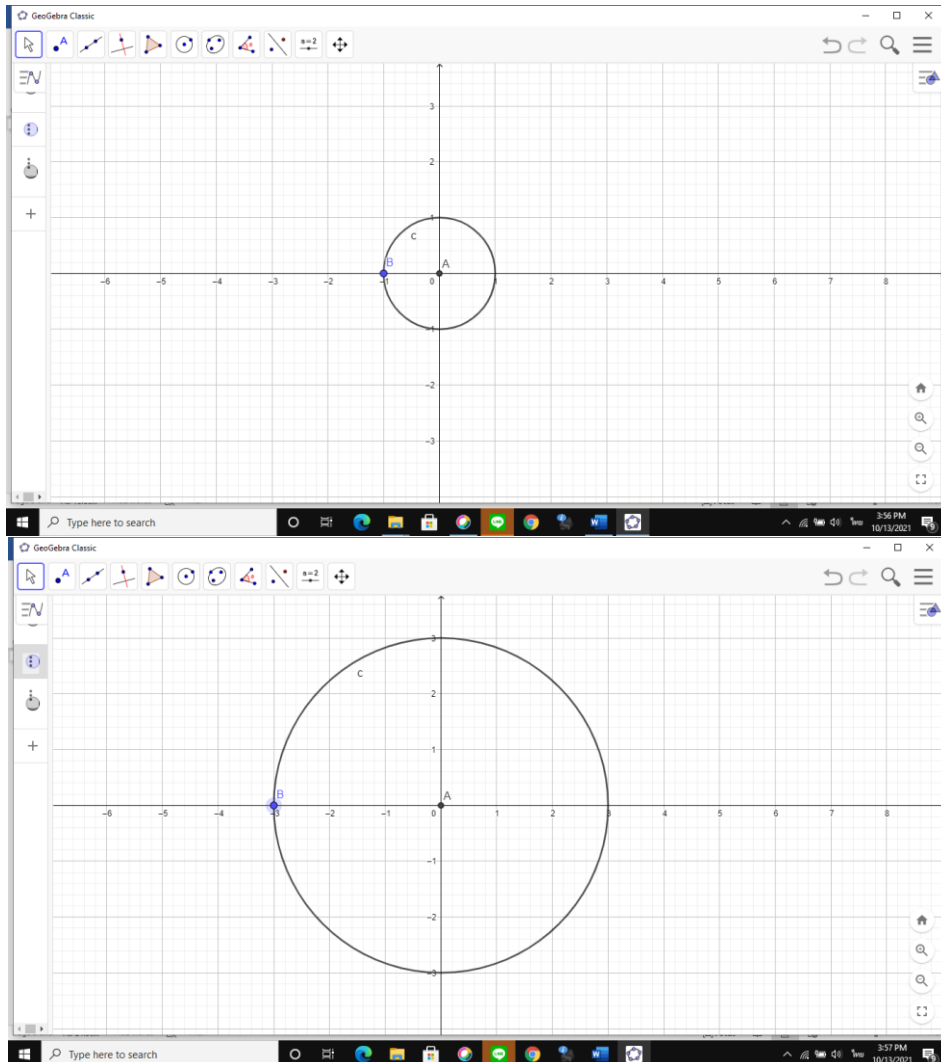
1) ครูทบทวนเกี่ยวกับการหาอัตราส่วนคือการเปรียบเทียบระหว่างของ 2 สิ่งขึ้นไป เช่น อัตราส่วนของจำนวนดินสอ ต่อราคาสินค้า จำนวนนักเรียนในห้องเรียน เป็นต้น

2) ครูให้นักเรียนพิจารณาการหาพื้นที่ ของวงกลม เมื่อ รัศมีของวงกลม 1 หน่วย และเปลี่ยนเป็น 3 หน่วย และโดยใช้โปรแกรม GeoGebra พิจารณาจากกราฟที่เกิดขึ้น พร้อมกับสอบถามนักเรียนว่าลักษณะของวงกลมมีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร ถ้านักเรียนสังเกตจะพบว่าพื้นที่ของวงกลมมีขนาดใหญ่ขึ้นจากเดิม

### 6.2 ขั้นการเรียนรู้และศึกษาทฤษฎี

1) ครูให้นักเรียนทดลองคำนวณหาพื้นที่ของวงกลม เมื่อรัศมีของวงกลมเป็น 1 หน่วย และ รัศมีของวงกลมเป็น 3 หน่วย จะพบว่า พื้นที่วงกลม ที่มีรัศมีวงกลม 1 หน่วย วงกลมมีพื้นที่  $2\pi$  ตารางหน่วย

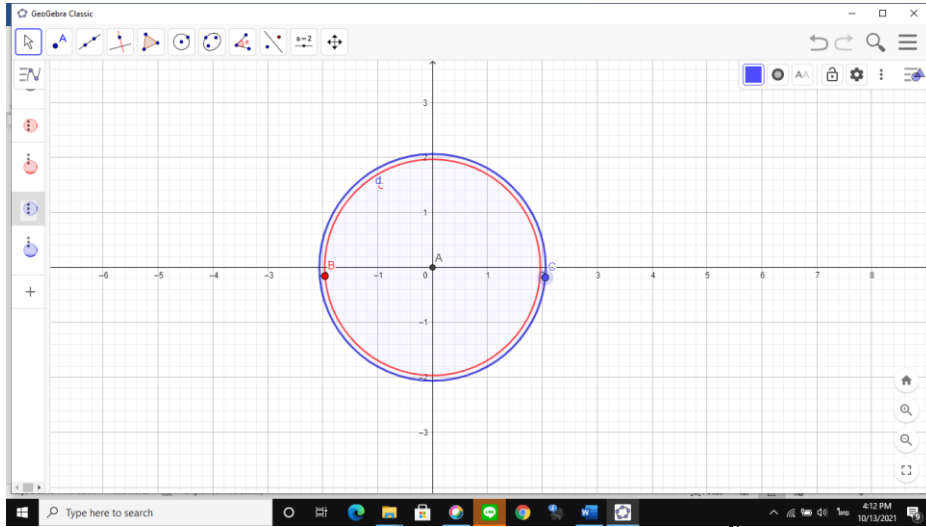
พื้นที่วงกลม ที่มีรัศมีวงกลม 3 หน่วย วงกลมมีพื้นที่  $18\pi$  ตารางหน่วย



2) ครูสอบถามนักเรียนว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของพื้นที่ เทียบกับรัศมีของวงกลม ว่านักเรียนจะมีวิธีและแนวคิดในการหา ข้อค้นพบในการอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยพื้นที่วงกลม ที่มีรัศมีวงกลม 1 หน่วย เป็น 3 หน่วย คือ อัตราส่วนของผลต่างระหว่างพื้นที่ต่อผลต่างของรัศมีของวงกลม

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของพื้นที่ เทียบกับรัศมีของวงกลม} = \frac{18\pi - 2\pi}{3 - 1} = \frac{16\pi}{2} = 8\pi \text{ ตารางหน่วยต่อหน่วย}$$

3) ครูให้นักเรียนพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ของวงกลมเมื่อรัศมีเปลี่ยน ขณะใดๆโดยใช้ โปรแกรม Geogebra โดยครูให้กราฟเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่อง และครูสอบถามนักเรียนว่าขณะที่ วงกลมมีรัศมี 2 หน่วยอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ของวงกลมต่อรัศมีของวงกลมมีค่าเท่าใด



4) ครูสอบถามนักเรียนว่าควรมีวิธีการอย่างไรจะได้อัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่เทียบกับรัศมี ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด

5) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่เทียบกับรัศมี ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด การหาค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่เทียบกับรัศมีขณะ รัศมีแตกต่างกันไม่มากจนเกือบจะมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งสามารถใช้ หลักหา ลิมิตของฟังก์ชัน ซึ่งแทนด้วย  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h)-f(x)}{h} = \frac{dy}{dx}$

ดังนั้น ถ้า  $f(x)$  พื้นที่ของวงกลม และ  $x$  เป็นรัศมีของวงกลม ซึ่ง  $f(x) = 2\pi x^2$

$$\frac{df(x)}{dx} = \frac{d(2\pi x^2)}{dx} = 4\pi x$$

ขณะที่  $x = 2$  อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของพื้นที่ที่เทียบกับรัศมี มีค่า  $f'(2) = 4\pi(2) = 8\pi$

### 6.4 ชั้นปฏิบัติ

1) ครูให้นักเรียนดู power point เรื่องอัตราการเปลี่ยนแปลงขณะใดๆ จากการเคลื่อนไหว พร้อมทั้งโจทย์ประยุกต์ ในเรื่องต่างๆ โดยครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายหลักการในการวิเคราะห์โจทย์และสร้างฟังก์ชัน และเฉลยคำตอบภายใน ชั้นเรียน

$v = \pi r^2 h$ , ทรงกระบอกมีปริมาตร 200 ลบ.ซม.  
 อัตราการเปลี่ยนแปลงของความสูงเทียบกับรัศมี  
 เมื่อ รัศมี 5 เซนติเมตร  
 คือ  $\lim_{\Delta r \rightarrow 0} \frac{\Delta h}{\Delta r} = \frac{dh}{dr}$   
 $200 = \pi r^2 h$   
 $h = \frac{200}{\pi r^2}$   
 $h(r) = \frac{200}{\pi r^2}$   
 $\frac{dh}{dr} = \frac{d}{dr} \frac{200}{\pi r^2}$   
 ใช้หลักทฤษฎีการหาอนุพันธ์  
 $h'(r) = \frac{dh}{dr} = \frac{200}{\pi} (-2)r^{-3} =$   
 $h'(5) = \frac{-400}{\pi(5)^3} = \frac{-16}{\pi}$

อัตราการเปลี่ยนแปลง

h

x+h

## 6.5 ขั้นสรุปแนวคิดรวบยอด

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปหลักการคำนวณหาค่าอัตราการเปลี่ยนแปลง ภายในชั้นเรียน

ซึ่งถ้าโจทย์กำหนดช่วงการเปลี่ยนแปลงของ  $x$  แสดงว่าถาม  $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

ถ้าโจทย์กำหนดค่าของ  $x$  ใดๆ แสดงว่าถาม  $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

นั่นคือ  $f'(x) = \frac{d}{dx} y = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

## 6.6 ขั้นประยุกต์

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโจทย์ประยุกต์ เรื่องอัตราการเปลี่ยนแปลงในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน พร้อมทั้งอภิปรายและเฉลยคำตอบภายในชั้นเรียน

## 7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

### 7.1 สื่อการเรียนรู้

- โจทย์ตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่องอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของพื้นที่วงกลมกับรัศมีของวงกลม
- พาวเวอร์พอยต์ โจทย์ประยุกต์อัตราการเปลี่ยนแปลงขณะใดๆ

### 7.2 แหล่งการเรียนรู้

- ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด

## 8. สรุปผลการเรียนรู้

### 8.1 ด้านความมีความคิด

- .....
- .....

### 8.2 ด้านกระบวนการ

- .....
- .....

### 8.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

- .....
- .....

### 8.4 ปัญหาด้านการสอน

- .....
- .....

### 8.5 แนวทางการแก้ปัญหา และการพัฒนา

- .....
- .....

9.

ความคิดเห็นของผู้บริหาร

.....  
.....

ลงชื่อ .....  
(.....)  
ตำแหน่ง.....



ส่วนการศึกษา  
โรงเรียนเตรียมทหาร

## แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค33204 ชั้นปีที่ 2  
หน่วยที่ 2 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน จำนวน 10 คาบ  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15 เรื่อง การหาค่าสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์  
เวลา 2 คาบ ผู้สอน น.ท.หญิง องค์กร ออ ทิมหาญ

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

- 1.1 บอกทฤษฎีบทเกี่ยวกับฟังก์ชันลดและฟังก์ชันเพิ่มบนช่วงใด ๆ และนำไปใช้ได้
- 1.2 บอกความหมายและหาค่าสูงสุดสัมพัทธ์และค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ของฟังก์ชันได้
- 1.3 หาค่าวิกฤต จุดวิกฤตของฟังก์ชันได้ และหาค่าสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์ได้ถูกต้อง
- 1.4 สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในเรื่องค่าสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม
- 1.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีความสุขในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย เรื่องความชันของเส้นโค้ง

### 2. เป้าหมายการเรียนรู้

ด้านความคิด Knowledge	ด้านกระบวนการ Process	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม Attitude
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายนิยามของค่าสูงสุดสัมพัทธ์และค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ได้</li> <li>2. อธิบายวิธีการหาค่าสูงสุดสัมพัทธ์และค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ได้</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา</li> <li>2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล</li> <li>3. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม</li> <li>4. นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์</li> <li>5. นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์</li> <li>2. มีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม</li> <li>3. มีทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ</li> </ol>

### 3. สาระสำคัญ

**นิยาม** กำหนดให้  $f$  เป็นฟังก์ชันจากสับเซตของ  $R$  ไป  $R$  และ  $A$  เป็นสับเซตของ  $D_f$

1.  $f$  เป็นฟังก์ชันเพิ่มบน  $A$  ก็ต่อเมื่อ สำหรับสมาชิก  $x_1$  และ  $x_2$  ใดๆ ใน  $A$  ถ้า  $x_1 < x_2$  แล้ว  $f(x_1) < f(x_2)$
2.  $f$  เป็นฟังก์ชันลดบน  $A$  ก็ต่อเมื่อ สำหรับสมาชิก  $x_1$  และ  $x_2$  ใดๆ ใน  $A$  ถ้า  $x_1 < x_2$  แล้ว  $f(x_1) > f(x_2)$

**ทฤษฎีบท** กำหนดให้ฟังก์ชัน  $f$  เป็นฟังก์ชันที่หาอนุพันธ์ได้บนช่วง  $A \subset D_f$

1. ถ้า  $f'(x) < 0$  สำหรับทุก  $x$  ในช่วง  $A$  แล้ว  $f$  เป็นฟังก์ชันลด (decreasing function) บนช่วง  $A$
2. ถ้า  $f'(x) > 0$  สำหรับทุก  $x$  ในช่วง  $A$  แล้ว  $f$  เป็นฟังก์ชันเพิ่ม (increasing function) บนช่วง  $A$

## นิยาม

1. ให้  $f$  เป็นฟังก์ชันที่นิยามบนช่วง  $(a, b)$  จุดวิกฤต (critical point) ของ  $f$  คือจุด  $c \in (a, b)$  ซึ่ง  $f'(c) = 0$  หรือ  $f'(c)$  หาค่าไม่ได้
2.  $f$  มีค่าสูงสุดสัมพัทธ์ที่  $x = c$  ถ้าช่วง  $(a, b) \subset D_f$  และ  $c \in (a, b)$  โดยที่  $f(c) > f(x)$  สำหรับทุก  $x$  ในช่วง  $(a, b)$  ที่  $x \neq c$
3.  $f$  มีค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ที่  $x = c$  ถ้ามีช่วง  $(a, b) \subset D_f$  และ  $c \in (a, b)$  โดยที่  $f(c) < f(x)$  สำหรับทุก  $x$  ในช่วง  $(a, b)$  ที่  $x \neq c$
4. เมื่อ  $f$  เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วง  $(a, b)$  ใดๆ
  - 4.1 ถ้า  $f'(x) < 0$  สำหรับทุก  $x$  ใน  $(a, b)$  แล้ว  $f$  เป็นฟังก์ชันลดในช่วง  $(a, b)$
  - 4.2 ถ้า  $f'(x) > 0$  สำหรับทุก  $x$  ใน  $(a, b)$  แล้ว  $f$  เป็นฟังก์ชันเพิ่มในช่วง  $(a, b)$

ดังนั้นที่  $x = c_1, c_2, c_3$  และ  $c_5$  เป็นจุดวิกฤตของฟังก์ชันที่เกิดจาก  $f'(x) = 0$  และที่  $x = c_4, c_6, c_7$  เป็นจุดวิกฤตของฟังก์ชันที่เกิดจาก  $f'(x)$  หาค่าไม่ได้ ซึ่งจุดวิกฤตต่างๆ เหล่านี้ บางจุดก็ทำให้เกิดค่าสูงสุดสัมพัทธ์ บางจุดก็ทำให้เกิดค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ บางจุดก็ไม่ทำให้เกิดทั้งค่าสูงสุดสัมพัทธ์และค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ และค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ ดังนั้น ถ้าต้องการทราบแน่ชัดว่า จะเกิดในลักษณะใด จะต้องมามีวิธีการตรวจสอบ

## 4. ผลงานที่แสดงผลการเรียนรู้ (ภาระงาน, ผลงานของแผนการจัดการเรียนรู้)

- กิจกรรมปิ่นเขา
- ใบงาน เราไปปิ่นเขา
- แบบฝึกหัดท้ายบท

## 5. การประเมินผล

สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความคิด</b> 1. อธิบายนิยามของค่าสูงสุดสัมพัทธ์ และค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ได้ 2. อธิบายวิธีการหาค่าสูงสุดสัมพัทธ์ และค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ได้	- แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ค่าสูงสุดสัมพัทธ์ และค่าต่ำสุดสัมพัทธ์  - แบบบันทึกผลการอภิปราย  - แบบบันทึกความรู้	- ตรวจสอบแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ค่าสูงสุดสัมพัทธ์ และค่าต่ำสุดสัมพัทธ์  - ประเมินผลการอภิปรายจากแบบบันทึกผลการอภิปราย  - ประเมินผลความรู้จากแบบบันทึกความรู้	<b>เกณฑ์คะแนน</b> - ข้อละ 1 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 80 : ไม่ผ่าน - ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป : ผ่าน <b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพละ 1 คะแนน <b>การประเมินผล</b> - ได้ 3 คะแนนขึ้นไป : ผ่าน <b>เกณฑ์คะแนน</b> - ระดับคุณภาพละ 1 คะแนน

สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
			<u>การประเมินผล</u> - ได้ 3 คะแนนขึ้นไป : ผ่าน
<b>ด้านกระบวนการ</b> 1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา 2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล 3. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม 4. นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา	- แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราการเปลี่ยนแปลง  - แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ	- ตรวจสอบแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราการเปลี่ยนแปลง  - ประเมินทักษะกระบวนการจากแบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ	<u>เกณฑ์คะแนน</u> - ข้อละ 1 คะแนน <u>การประเมินผล</u> - ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 80 : ไม่ผ่าน - ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป : ผ่าน  <u>เกณฑ์คะแนน</u> - ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน <u>การประเมินผล</u> - ได้คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนนขึ้นไป : ผ่าน
<b>ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม</b> 1. ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ 2. มีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม 3. มีทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ	- แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม  - แบบประเมินการทำงานเป็นกลุ่ม  - แบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้แบบร่วมมือ	- ประเมินพฤติกรรมขณะทำงานตามรายการแบบประเมินพฤติกรรมขณะทำงานร่วมกับกลุ่ม  - ประเมินพฤติกรรมตามรายการด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม  - ประเมินพฤติกรรมตามรายการสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้แบบร่วมมือ	<u>เกณฑ์คะแนน</u> - ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน <u>การประเมินผล</u> - คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนนขึ้นไป : ผ่าน  <u>เกณฑ์คะแนน</u> - ระดับคุณภาพด้านละ 4 คะแนน <u>การประเมินผล</u> - คะแนนเฉลี่ย 3 คะแนนขึ้นไป : ผ่าน

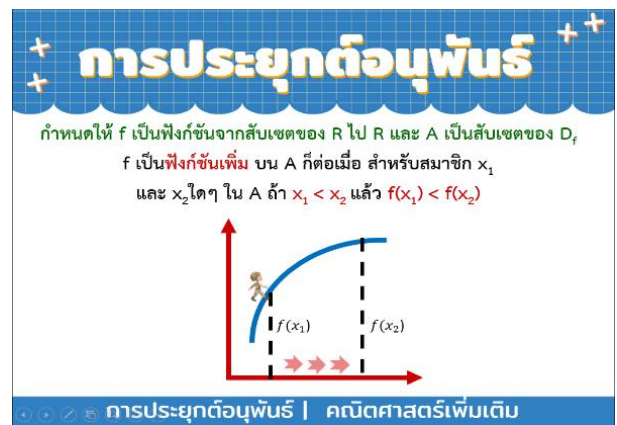
## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### 6.1 ขั้นเตรียมความพร้อม

ครูให้นักเรียนดู youtube การพิชิตยอดเขาเอเวอเรสต์ <https://www.youtube.com/watch?v=VAhotGyUd14> เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในเนื้อหาที่จะศึกษา โดยถามนักเรียนว่า เราสามารถหาพิกัดของยอดเขาที่สูงที่สุดได้อย่างไร หรือหาพิกัดจุดต่ำสุดของยอดเขาได้อย่างไร

### 6.2 ขั้นการเรียนรู้ศึกษาทฤษฎี

1) ครูแจ้งนักเรียนว่าก่อนที่เราจะไปป็นเขานักเรียนจะต้องทราบเกี่ยวกับทฤษฎีบทดังต่อไปนี้ ครูให้นักเรียนพิจารณา powerpoint เรื่องค่าสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์



2) ครูอธิบายเกี่ยวกับการพิจารณาฟังก์ชันเพิ่ม ฟังก์ชันลด และวิธีการตรวจหาค่าสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์

### 6.3 ขั้นปฏิบัติ

1) ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรม ปืนเขา เพื่อทดลองการหาค่าวิกฤติ และการหาค่าค่าสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์  
2) ครูสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับค่าวิกฤติ ว่ามีวิธีพิจารณาหาค่าวิกฤติและจุดวิกฤติอย่างไร การพิจารณาฟังก์ชันเพิ่ม ฟังก์ชันลด นักเรียนสามารถตรวจสอบได้เท่าไร โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการแสดงวิธีการหาค่าตอบภายในชั้นเรียน

### 6.4 ขั้นสรุปแนวความคิดรวบยอด

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการพิจารณาค่าสูงสุดและต่ำสุดสัมพัทธ์เป็นลำดับขั้นตอน

### 6.5 ขั้นประยุกต์

ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เราไปปืนเขา โดยครูให้นักเรียนหาค่าวิกฤติ ตรวจสอบฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด พร้อมทั้งหาค่าสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์ และเขียนกราฟของฟังก์ชันประกอบโดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในชั้นเรียน

## 7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

### 7.1 สื่อการเรียนรู้

- พาวเวอร์พอยต์ ประยุกต์ค่าสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์
- ใบกิจกรรม ปืนเขา
- ใบกิจกรรม เราไปปืนเขา
- แบบฝึกหัดท้ายบท

### 7.2 แหล่งการเรียนรู้

- ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด



8.

สรุปผลการเรียนรู้

8.1 ด้านความมีความคิด

- .....  
- .....

8.2 ด้านกระบวนการ

- .....  
- .....

8.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

- .....  
- .....

8.4 ปัญหาด้านการสอน

- .....  
- .....

8.5 แนวทางการแก้ปัญหา และการพัฒนา

- .....  
- .....

9.

ความคิดเห็นของผู้บริหาร

.....  
.....

ลงชื่อ .....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ผนวก ฉ

ตัวอย่างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

## คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน) รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค33204 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain – based Learning) มีทั้งหมด 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 ลิ้มิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน และชุดที่ 2 อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน) เป็นชุดกิจกรรมที่มีการจัดเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain – based Learning) โดยที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่หลากหลาย ทั้งที่เป็นจริงและวาดฝัน และหาวิธีการต่าง ๆ ในการรับประสบการณ์เข้ามา ซึ่งหมายถึงรวมถึงการสะท้อนความคิด การคิดวิจารณ์ญาณและการแสดงออกในเชิงศิลปะซึ่งเป็นการสรุปความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ โดยยึดหลักผู้เรียนเป็นสำคัญ และเรียนรู้อย่างมีความสุข ตลอดจนสอดคล้องกับหลักสูตรโรงเรียนเตรียมทหาร พุทธศักราช 2554 (ฉบับปรับปรุง 2560)

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (ลิ้มิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน) ผู้ใช้ควรวางแผนและดำเนินงานและศึกษารายละเอียดจากเอกสารดังนี้

1. ศึกษาคู่มือครู และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain – based Learning) เรื่อง แคลคูลัส (อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน)
2. ศึกษาใบความรู้ แบบฝึกหัดแต่ละชุด และลำดับขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้
3. จัดเตรียมอุปกรณ์ สื่อและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง
4. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้
5. สรุปและประเมินผล

## คำชี้แจงสำหรับครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน) รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค33204 ครูควรปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค33204

2. ศึกษาทำความเข้าใจ การใช้แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain – based Learning) เรื่อง แคลคูลัส (อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน) การจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล เกณฑ์การผ่านตัวชี้วัดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

3. เตรียมการสอนล่วงหน้า เตรียมสถานที่ ตลอดจนสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ ให้พร้อมในการสอน

4. ครูนำเข้าสู่บทเรียน แจ้งตัวชี้วัดและจุดประสงค์ในการเรียนรู้ทุกครั้ง

5. ครูอธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ

6. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับคำแนะนำสำหรับนักเรียน และขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

7. ครูชี้แจงเวลาที่ใช้ประกอบกิจกรรมแต่ละกิจกรรม

8. ขณะที่นักเรียนประกอบกิจกรรม ควรให้การดูแลอย่างทั่วถึง กรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจกิจกรรมต่างๆ ต้องพยายามให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเองให้มากที่สุด

9. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และความพร้อมในการเรียนรู้ของนักเรียน

10. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ควบคุมดูแลนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain –Based Learning) กระบวนการเรียนรู้ ดังนี้

การนำเสนอสิ่งที่ต้องเรียน ครูเป็นผู้นำเสนอสิ่งที่นักเรียนต้องเรียน ไม่ว่าจะป็นมโนคติ ทักษะการคิด กระบวนการ โดยครูอาจจะใช้วิธีสอนแบบบรรยาย สาธิต อธิบายและแสดงเหตุผล ใช้คำถาม ทดลอง อุปนัย เป็นต้น

หลังจากที่ครูจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มทราบบทบาทและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม นักเรียนต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เรียนร่วมกัน อภิปรายปัญหาาร่วมกัน ตรวจสอบคำตอบของปัญหาที่ได้รับมอบหมายและหาคำตอบร่วมกัน สมาชิกทุกคนในกลุ่ม ต้องร่วมแก้ปัญหาด้วยกัน สมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องทำงานให้ดีที่สุด เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ต้องให้กำลังใจซึ่งกันและกัน ตลอดจนสามารถทำงานร่วมกันได้ แล้วครูแจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้ศึกษาใบความรู้ และช่วยกันทำแบบฝึกหัด ซึ่งครูสามารถกระตุ้นให้สมาชิกในแต่ละกลุ่ม มีความรับผิดชอบซึ่งกันและกัน โดยเน้นย้ำให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มทำความเข้าใจกับเนื้อหาใบความรู้ รวมถึงทำแบบฝึกหัดทุกข้อได้อย่างถูกต้อง และสามารถอธิบายคำตอบในแต่ละข้อได้

11. ครูและนักเรียนร่วมสนทนาซักถามและอภิปรายสรุปและทบทวนเนื้อหาที่เรียน

12. การทดสอบย่อย หลังจากทีนักเรียนในแต่ละกลุ่มทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูก็ทำการทดสอบย่อย โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบรายบุคคล เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรม

โดยแบ่งการทดสอบย่อย เป็น 3 ครั้ง ดังนี้

การทดสอบย่อย ครั้งที่ 1 เรื่อง อัตราการเปลี่ยนแปลง

การทดสอบย่อย ครั้งที่ 2 เรื่อง การหาอนุพันธ์ โดยใช้ทฤษฎีบท

การทดสอบย่อย ครั้งที่ 3 เรื่อง ประยุกต์การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

13. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลตรวจสอบความก้าวหน้า และความสำเร็จในการเรียนรู้ ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ดำเนินการสอนซ่อมเสริม แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนให้ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด

14. สรุปผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน) รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค33204 ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคและข้อเสนอแนะไว้ด้วยหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อนำไปปรับปรุงการใช้ครั้งต่อไป

## คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน) ชุดนี้ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค33204 นักเรียนควรศึกษาเนื้อหารายละเอียดเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และปฏิบัติตามขั้นตอนก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

1. นักเรียนศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัววัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจ
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 2 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์อนุพันธ์ของฟังก์ชัน จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน เพื่อวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เมื่อทำเสร็จแล้วตรวจคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนจากเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วบันทึกผลที่ได้ลงในตารางบันทึกคะแนน
3. นักเรียนศึกษาใบความรู้ และทำแบบฝึกหัดทุกกิจกรรม โดยช่วยเหลือกันกับสมาชิกในกลุ่มตามบทบาทของตนเอง เมื่อทำเสร็จแล้วตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัด แล้วบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในตารางบันทึกผล ถ้านักเรียนไม่เข้าใจ ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาใบความรู้อีกครั้ง
4. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 2 จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน ตรวจสอบจากเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้า แล้วบันทึกผลที่ได้ ลงในตารางคะแนน
5. นักเรียนต้องตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมอย่างจริงจัง ในการประกอบกิจกรรมทุกครั้ง นักเรียนควรมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่ดูเฉลยก่อนทำกิจกรรมเสร็จ
6. นักเรียนเกิดข้อสงสัย หรือเกิดปัญหาให้ถามครูผู้สอน

## บทบาทของนักเรียน

ครูต้องแจ้งให้นักเรียนทราบถึงบทบาทของนักเรียน ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนต้องอ่านคำชี้แจงและปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างระมัดระวัง
2. นักเรียนต้องพยายามทำกิจกรรมต่าง ๆ จนสุดความสามารถตามหน้าที่ของตนเอง
3. นักเรียนต้องตั้งใจปฏิบัติงานอย่างจริงจัง ไม่ชวนเพื่อนพูดคุยออกนอกเรื่อง
4. หลังจากปฏิบัติกิจกรรมแล้ว นักเรียนจะต้องจัดเก็บอุปกรณ์ทุกชิ้นเข้าที่ให้เรียบร้อย
5. เนื่องจากมีเวลาจำกัด นักเรียนต้องตั้งใจทำกิจกรรมให้เสร็จ อย่างรวดเร็ว
6. นักเรียนต้องใช้สื่อหรืออุปกรณ์อย่างระมัดระวัง

## ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้

1. อ่านคำชี้แจงในแต่ละชุดกิจกรรมให้เข้าใจ



2. ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และทำใบกิจกรรม



3. ทำแบบทดสอบย่อยครั้งที่ 1



4. ศึกษาใบกิจกรรมและทำกิจกรรม



5. ทำแบบทดสอบย่อยครั้งที่ 2



6. ศึกษาใบกิจกรรมและทำกิจกรรม



7. ทำแบบทดสอบย่อยครั้งที่ 3

## ผลการเรียนรู้

1. สามารถหาขีดจำกัดของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้
2. บอกได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องหรือไม่
3. สามารถหาอนุพันธ์และนำความรู้เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันไปประยุกต์ได้
4. แก้ปัญหาแคลคูลัสโดยใช้วิธีการที่หลากหลายได้ถูกต้อง
5. แก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ของโจทย์แคลคูลัส โดยใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีได้ อย่างเหมาะสม
6. ให้เหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงหรือการสร้างแผนภาพความคิดในเรื่องแคลคูลัส ได้ถูกต้อง
7. สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องแคลคูลัสได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม
8. เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์เรื่องแคลคูลัสกับศาสตร์อื่นๆ และนำทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพทหารและตำรวจในอนาคตได้
9. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องแคลคูลัสไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ การดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพทหาร และตำรวจในอนาคตได้
10. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และมีความสุขในการทำงานที่ได้รับมอบหมายเรื่องแคลคูลัส



## จุดประสงค์การเรียนรู้

### ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ

1. สามารถหาลิมิตของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้
2. บอกได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องหรือไม่
3. สามารถหาอนุพันธ์และนำความรู้เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันไปประยุกต์ได้
4. แก้ปัญหาแคลคูลัสโดยใช้วิธีการที่หลากหลายได้ถูกต้อง
5. สามารถหาค่าสูงสุด ต่ำสุด สัมพัทธ์ และสูงสุด ต่ำสุดสัมบูรณ์ได้

### ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) นักเรียนสามารถ

1. สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องแคลคูลัสได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม
2. เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์เรื่องแคลคูลัสกับศาสตร์อื่นๆ และนำทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพทหารและตำรวจในอนาคตได้

### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ซื่อสัตย์ สุจริต
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. มุ่งมั่นในการทำงาน

## สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนประยุกต์ในการเรียนรู้ สิ่งต่างๆ การดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพทหาร และตำรวจในอนาคตได้
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และมีความสุขในการทำงาน

## อนุพันธ์จับคู่

$\frac{d(\sin u)}{dx}$	$\frac{d \ln u}{dx}$	$e^u \frac{du}{dx}$	$-\sin u \frac{du}{dx}$
$\frac{1}{u} \frac{du}{dx}$	$\frac{d5}{dx}$	1	$\frac{d(\cos u)}{dx}$
0	$\frac{d(e^u)}{dx}$	$\cos u \frac{du}{dx}$	$\frac{dy}{dy}$

Activate Windows  
Go to Settings to activate Windows.

### เกมชิงร้อยชิงพัน

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน ให้นักเรียนแข่งขันตอบคำถามโดย แต่ละกลุ่มจะมีสิทธิ์ในการเลือกตอบโจทย์ กลุ่มละ 1 ครั้ง โดยครูจะใช้แอฟพลีเคชั่น สุ่มกลุ่มที่จะได้เลือกโจทย์ ซึ่งมีเวลาในการคำนวณโจทย์และตอบคำถาม ข้อละ 1 นาที กลุ่มใดตอบคำถามได้ถูกต้องและเร็วที่สุด จะได้คะแนนตามโจทย์ที่กำหนด กลุ่มที่สะสมคะแนนได้มากที่สุด จะเป็นผู้ชนะ

100

300

500

100

300

500

100

300

500

โจทย์ 100 คะแนน

ข้อที่ 1  $\frac{d}{dx}(2x+3)(3x-1)$

ข้อที่ 2  $\frac{d}{dx}\left(\frac{x^2+3x-2}{\sqrt{x}}\right)$

ข้อที่ 3  $\frac{d}{dx}(2x+3)(2x^2-x+1)$

โจทย์ 300 คะแนน

ข้อที่ 1  $\frac{d}{dx}(3x+1)^4$

ข้อที่ 2  $\frac{d}{dx}\ln(2x^3-5x^2+2)$

ข้อที่ 3  $\frac{d}{dx}e^{(x^2-2x-3)}$

โจทย์ 500 คะแนน

ข้อที่ 1  $\frac{d}{dx}(x+1)^5(2x-5)$

ข้อที่ 2  $\frac{d}{dx}\ln(2x^2-x+1)^2$

ข้อที่ 3  $\frac{d}{dx}\left[2x^3 - \ln(x^2-1) + e^{(3x^4-2)}\right]$

## ใบกิจกรรมที่ 8 Time Line อนุพันธ์อันดับสูง

ให้นักเรียนหาอนุพันธ์ตาม timeline ที่กำหนดพร้อมสรุปแนวคิดเกี่ยวกับอนุพันธ์อันดับสูง

### Higher — Order Derivative

www.dorongkor.com

Name

Class

Number

$$f(x) = x^3 + 3x^2 - 4x + 5 \quad \text{จงหา } f'''(x)$$

$f(x)$

$f'(x)$

$f''(x)$

$f'''(x)$

## Higher — Order Derivative

୧୨.୦୧.୨୦୧୯ ଥୁରୁସନ

Name

Class

Number

$$y = x^4 - 3x^3 - 2x + 5 \quad \text{ଅଥବା } f'''(x)$$

$y$

$\frac{dy}{dx}$

$\frac{d^2y}{dx^2}$

$\frac{d^3y}{dx^3}$

## กิจกรรม drag and drop การหาอนุพันธ์ฟังก์ชันอิมพลิสิต

ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอิมพลิสิต และ ช่วยกันสรุปกระบวนการแก้ปัญหา และหาข้อสรุปร่วมกันภายในชั้นเรียน



# การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอิมพลิสิต

น.ท.ณิง องค์ออด ทิมหาข

ฟังก์ชัน

◆ ฟังก์ชันโดยชัดเจน (Explicit Function)

นั่นคือ ฟังก์ชันที่สามารถแยกได้ชัดเจน ในรูป  $y = f(x)$

$y = 2x + 5$

$y = x^2 + 4x + 4$

$y = 2^x$



ฟังก์ชัน

◆ ฟังก์ชันโดยชัดเจน (Explicit Function)

นั่นคือ ฟังก์ชันที่สามารถแยกได้ชัดเจน ในรูป  $y = f(x)$

◆ ฟังก์ชันโดยปริยาย (Implicit Function) ซึ่งจะมีตัวแปร  $x$  และ  $y$  เขียนรวมกัน  $f(x,y) = 0$

ไม่สามารถจะจัดรูปสมการใหม่ โดยแยกตัวแปร  $x$  และ  $y$  แยกออกจากกันอย่างเด็ดขาดชัดเจน

ฟังก์ชัน

$x^2 + y^2 = 4$

$\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{4} = 1$

$\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} = 1$

◆ ฟังก์ชันโดยปริยาย (Implicit Function) ซึ่งจะมีตัวแปร  $x$  และ  $y$  เขียนรวมกัน  $f(x,y) = 0$

ไม่สามารถจะจัดรูปสมการใหม่ โดยแยกตัวแปร  $x$  และ  $y$  แยกออกจากกันอย่างเด็ดขาดชัดเจน



วิธีการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอิมพลิสิต

1. หาอนุพันธ์ของทุกๆ เทอมทั้ง 2 ของสมการ

↓

2. แก้สมการหา  $\frac{dy}{dx}$

ทฤษฎีบท

$$\frac{dx}{dy} = \frac{1}{\frac{dy}{dx}}$$



จงเรียงลำดับวิธีการหา  $\frac{dy}{dx}$  ฟังก์ชันอิมพลิสิตที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เมื่อ

1)  $x^2 + y^2 = 9$





$$\frac{dx^2}{dx} + \frac{dy^2}{dx} = 0$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{2x}{2y} = -\frac{x}{y}$$

$$2x + \frac{2ydy}{dx} = 0$$

$$\frac{d(x^2 + y^2)}{dx} = \frac{d9}{dx}$$



2)  $x^3 + x^2y + 4y^2 = 6$






$$3x^2 + x^2 \frac{dy}{dx} + 2xy + \frac{8ydy}{dx} = 0$$

$$y' = -\frac{3x^2 - 2xy}{x^2 + 8y}$$

$$\frac{dx^3}{dx} + x^2 \frac{dy}{dx} + y \frac{dx^2}{dx} + 4 \frac{dy^2}{dx} = 0$$

$$\frac{d(x^3 + x^2y + 4y^2)}{dx} = \frac{d6}{dx}$$

$$\frac{(x^2 + 8y)dy}{dx} = -3x^2 - 2xy$$



## แบบทดสอบย่อย ครั้งที่ 2

### เรื่อง การหาอนุพันธ์ โดยใช้ทฤษฎีบท

#### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวเท่านั้น
3. เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 30 นาที

1. จากนิยามของฟังก์ชันที่มีโดเมนและเรนจ์เป็นสับเซตของจำนวน และ  $\frac{dy}{dx}$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $\lim_{h \rightarrow 0} f(x)$

ข.  $\lim_{h \rightarrow 0} f(x+h)$

ค.  $\lim_{h \rightarrow 0} f(x+h) - f(x)$

ง.  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

2. กำหนด  $f(x) = 10$  แล้ว  $f'(10)$  มีค่าเท่าใด

ก. 10

ข. 8

ค. 6

ง. 0

3. กำหนด  $f(x) = x^4 + x^3 + x$  แล้ว  $f'(-1)$  มีค่าเท่าใด

ก. 0

ข. 1

ค. 8

ง. -1

4. กำหนด  $y = x^{-2} + x - 1$  แล้ว  $f'\left(-\frac{1}{2}\right)$  มีค่าเท่าใด

ก. -4

ข. 10

ค. -10

ง. -15

5. กำหนด  $f(x) = x$  แล้ว  $f'(x)$  มีค่าเท่าใด

ก. x

ข. 1

ค. -1

ง. 0

6. กำหนด  $f(x) = \frac{x^2+1}{\sqrt{x}}$  แล้ว  $f'(x)$  มีค่าเท่าใด

ก. 1

ข. 2

ค.  $\sqrt{2}$

ง.  $2\sqrt{2}$

7. ถ้า  $y = (3x+1)(2x-3)$  แล้ว  $\frac{dy}{dx}$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $12x-7$

ข.  $7x-12$

ค.  $-12x+7$

ง.  $-7x+12$

8. ถ้า  $y = (3x+1)[x^3 + 3x^2 + 1]$  แล้ว  $f'(1)$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 5

ข. 10

ค. -10

ง. -15





ก. 6

ข. 5

ค. 0

ง. 1

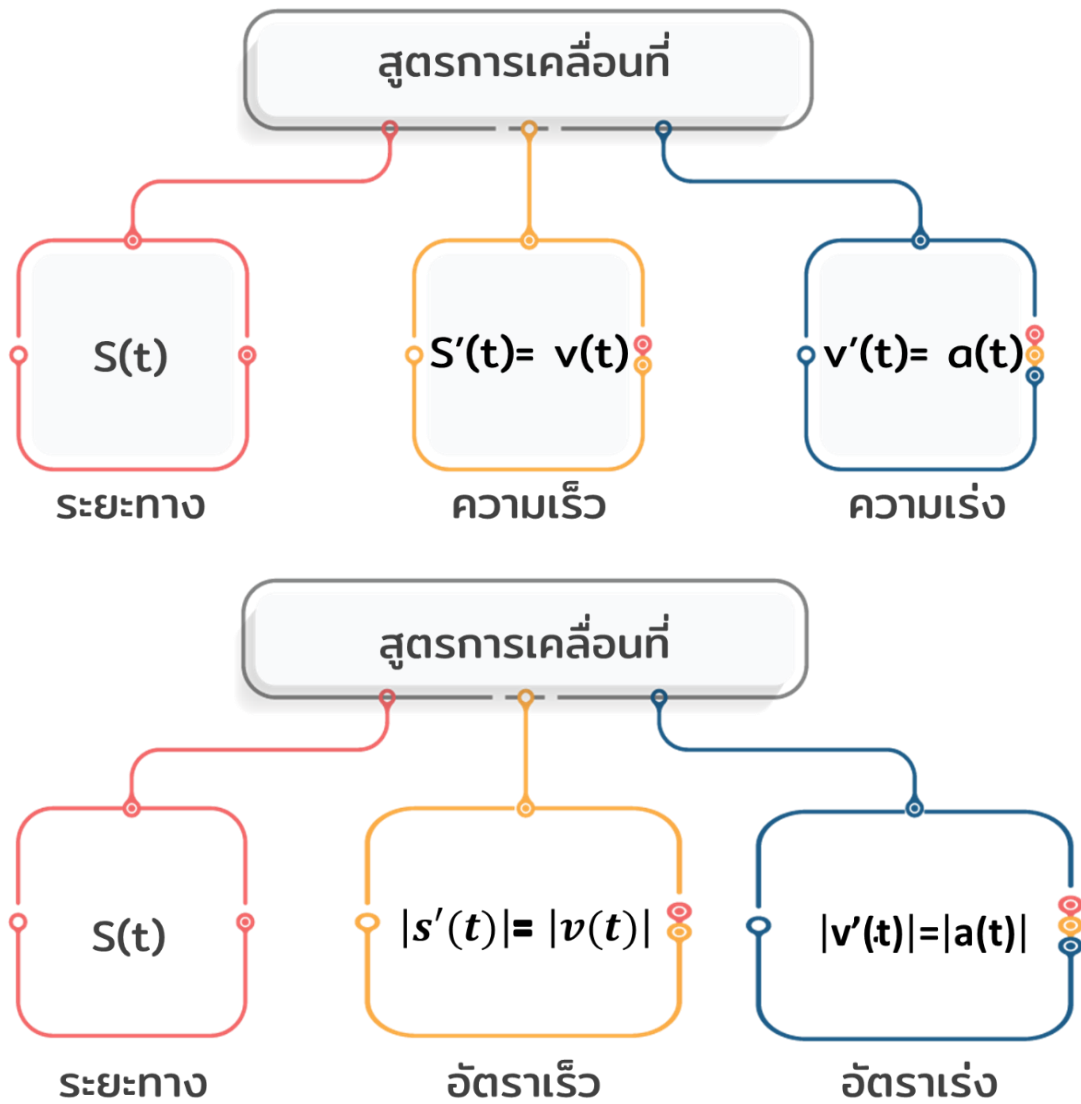
19. ถ้า  $xy + x - 2y - 1 = 0$  แล้ว  $\frac{dy}{dx}$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $\frac{-1-y}{x-2}$ ข.  $\frac{y-1}{x-2}$ ค.  $\frac{-1-y}{x+2}$ ง.  $\frac{y+1}{x+2}$ 

20. ถ้า  $x^2 + 2xy + y^2 + x = 5$  แล้ว  $\frac{dy}{dx}$  ที่  $(x, y) = (1, 1)$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $\frac{4}{5}$ ข.  $-\frac{4}{5}$ ค.  $\frac{5}{4}$ ง.  $-\frac{5}{4}$

ให้  $s$  เป็นระยะทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรง และ  $t$  เป็นเวลา



## คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

## ข้อที่ 1

ยิงปืนขึ้นไปในแนวตั้งจากพื้นราบ ได้สมการการเคลื่อนที่ของลูกปืนเป็น

$$S(t) = 76t - 19t^2, t \geq 0$$

โดยที่  $t$  แทนเวลาที่มีหน่วยเป็นวินาที และ  $S$  แทนความสูงของลูกปืน

เมื่อเวลาผ่านไป  $t$  วินาที และมีหน่วยเป็นเมตร ลูกปืนขึ้นไปได้สูงสุดเท่าใด



**ข้อที่ 2**

รถคันหนึ่งวิ่งด้วย เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง  $S(t) = 4t^3 - 2t^2 + 3t - 1$

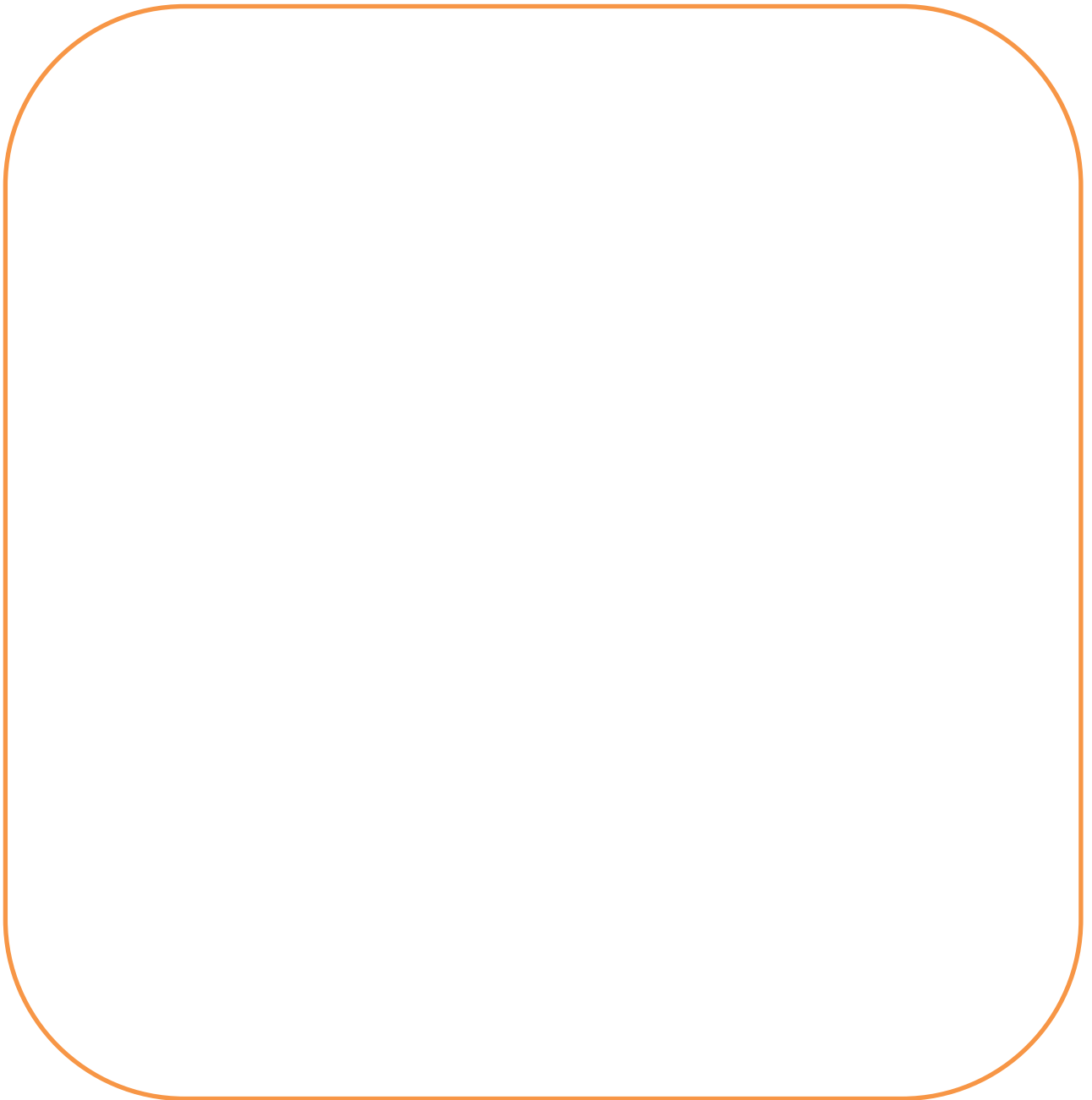
เมื่อเวลาผ่านไป  $t$  วินาที จงหา ความเร่งของวัตถุขณะเวลาผ่านไป 12 วินาที

**ข้อที่ 3**

อนุภาค 2 ชิ้น เคลื่อนที่ตามกฎการเคลื่อนที่ดังสมการ

$$s_1 = 3t^3 - t \text{ และ } s_2 = 3t^2 - 2t^3$$

ความเร็วของอนุภาคทั้งสองเมื่อความเร่งเท่ากันเป็นกี่เมตรต่อวินาที

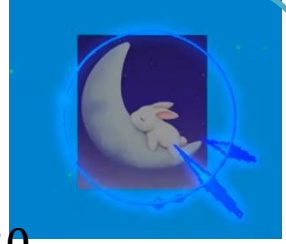


## ข้อที่ 4

คลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปดังสมการ  $s(t) = t^2 + 3t$

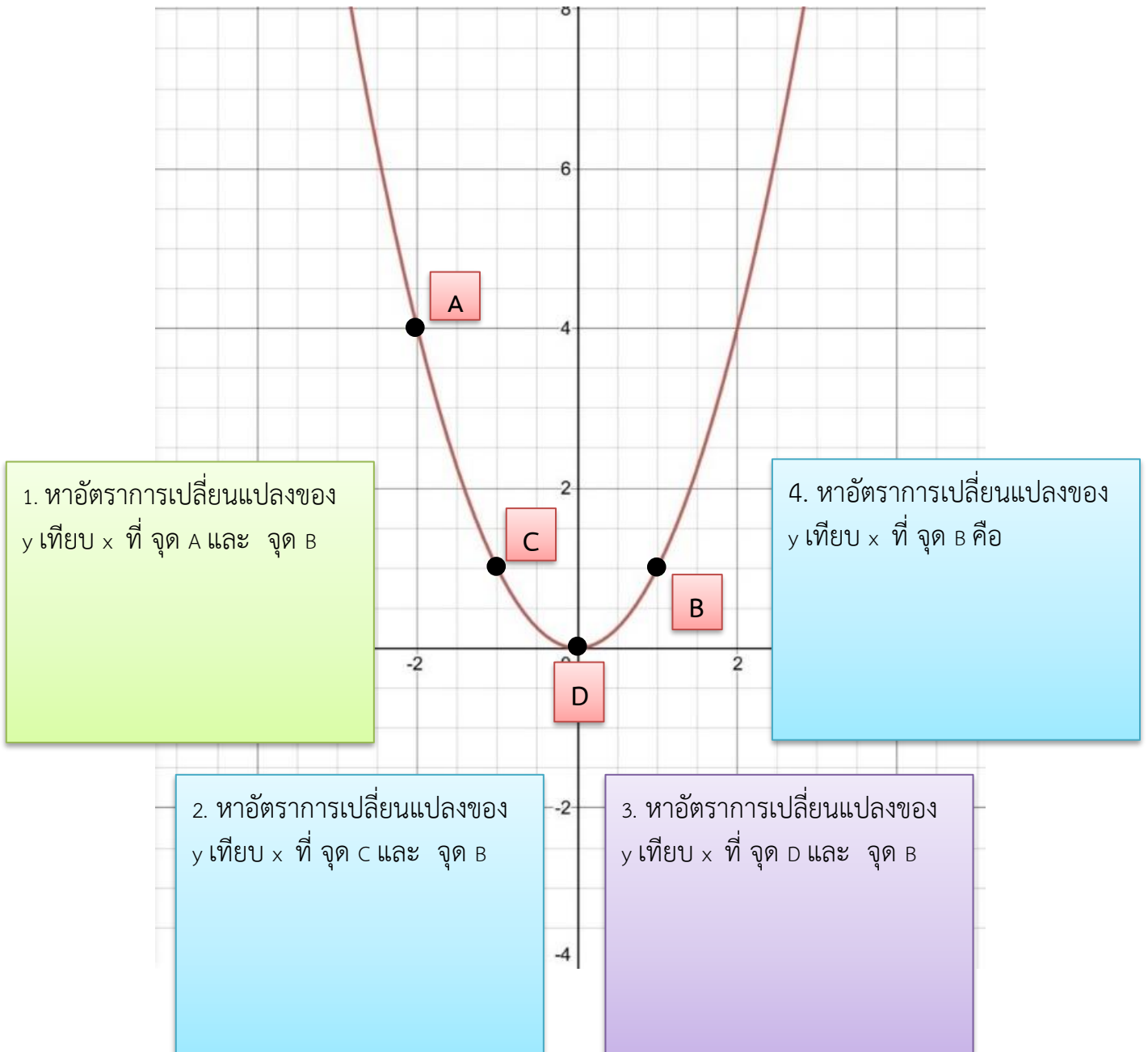
เมื่อ  $s$  เป็นระยะทางขณะที่เวลาผ่านไป  $t$  วินาที โดยที่  $0 \leq t \leq 30$

ดังนั้นอัตราเร็วขณะเวลา  $t = 2$  เป็นเท่าใด



## ใบกิจกรรมที่ 10 การความชันบนเส้นโค้ง

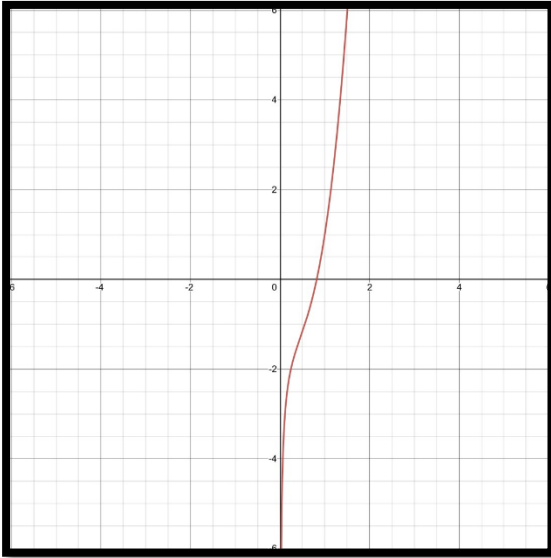
จงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ  $y$  เทียบ  $x$  เมื่อ  $y = x^2$  จากพิกัดที่กำหนด



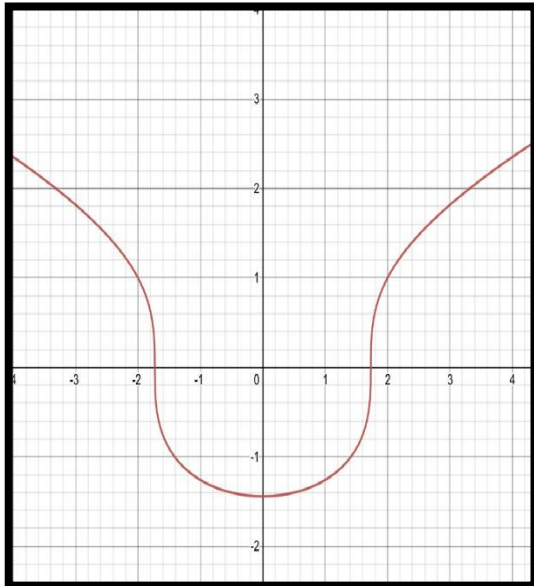


## แบบฝึกหัด การหาสมการเส้นสัมผัสบนเส้นโค้ง

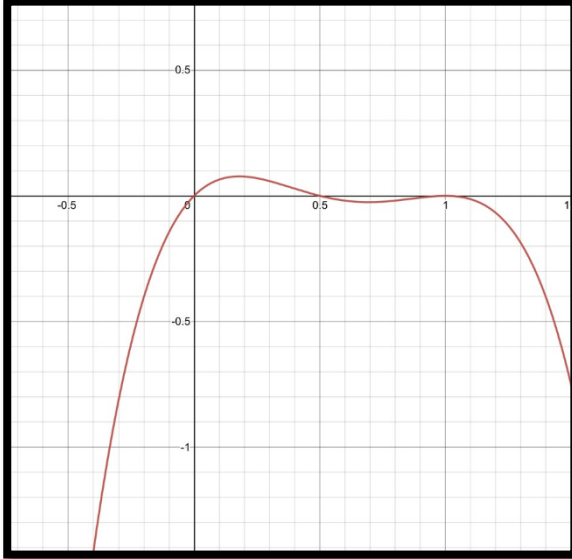
1. จงหาสมการของเส้นสัมผัส และความชันของเส้นโค้ง ที่  $x = 1$  จาก  $f(x) = 2x^3 - \frac{1}{\sqrt{x}}$



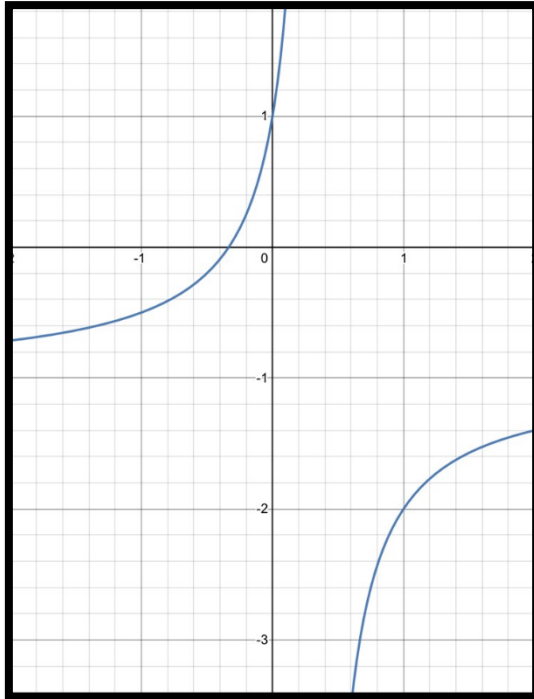
2. จงหาสมการของเส้นสัมผัส และความชันของเส้นโค้ง ที่  $x = 2$  จาก  $f(x) = \sqrt[3]{x^2} - 3$



3. จงหาสมการของเส้นสัมผัส และความชันของเส้นโค้ง ที่  $x = 0$  จาก  $f(x) = (2x^2 - 3x + 1)(x - x^2)$

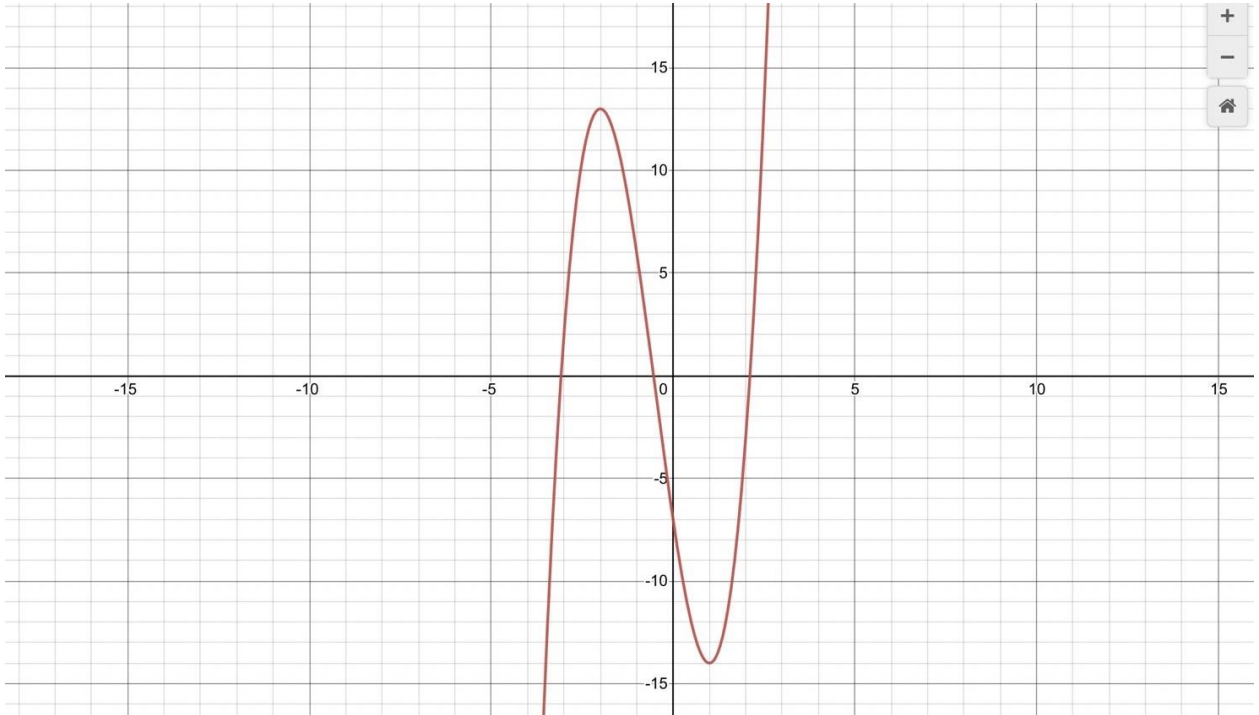


4. จงหาสมการของเส้นสัมผัส และความชันของเส้นโค้ง ที่  $x = 0$  จาก  $f(x) = \frac{1+3x}{1-3x}$



## กิจกรรมปิ่นเขา

ภูเขาลูกหนึ่งมีรูปร่างเป็น  $f(x) = 2x^3 + 3x^2 - 12x - 7$  ก่อนที่นักเรียนจะไปปิ่นเขาให้นักเรียนสำรวจภูมิประเทศ โดยหาว่ายอดภูเขาดังกล่าวมีค่าสูงสุดสัมพัทธ์ หรือค่าต่ำสุดสัมพัทธ์หรือไม่ ถ้ามีให้ระบุพิกัดของจุดสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์ และหาว่าช่วงใดของภูเขาเป็นฟังก์ชันเพิ่ม ช่วงใดของภูเขาเป็นฟังก์ชันลด



ค่าวิกฤต

การตรวจสอบฟังก์ชันเพิ่ม

การตรวจสอบฟังก์ชันลด

พิจารณาค่าสูงสุดสัมพัทธ์

พิจารณาค่าต่ำสุดสัมพัทธ์

ภูเขามีจุดสูงสุดสัมพัทธ์ หรือจุดต่ำสุดสัมพัทธ์ ถ้ามีอยู่ที่พิกัดใด

## ใบงานเราป็นเขา

ภูเขาลูกหนึ่งมีรูปร่างเป็น  $f(x) = x^3 - 3x^2 - 24x + 4$  ก่อนที่นักเรียนจะไปป็นเขาให้นักเรียนสำรวจภูมิประเทศ โดยหว่ายยอดภูเขาดังกล่าวมีค่าสูงสุดสัมพัทธ์ หรือค่าต่ำสุดสัมพัทธ์หรือไม่ ถ้ามีให้ระบุพิกัดของจุดสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์ และหาว่าช่วงใดของภูเขาเป็นฟังก์ชันเพิ่ม ช่วงใดของภูเขาเป็นฟังก์ชันลด

ค่าวิกฤต

การตรวจสอบฟังก์ชันเพิ่ม

การตรวจสอบฟังก์ชันลด

พิจารณาค่าสูงสุดสัมพัทธ์

พิจารณาค่าต่ำสุดสัมพัทธ์

ภูเขาที่มีจุดสูงสุดสัมพัทธ์ หรือจุดต่ำสุดสัมพัทธ์ ถ้ามีอยู่ที่พิกัดใด

วาดกราฟแสดงลักษณะภูเขา

### แบบทดสอบย่อย ครั้งที่ 3

#### เรื่อง ประยุกต์การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

- คำชี้แจง**
- แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน
  - ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวเท่านั้น
  - เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 30 นาที
- น้ำในสระว่ายน้ำแห่งหนึ่งถูกปล่อยออกจากสระน้ำเพื่อทำความสะอาดสระน้ำ ถ้า  $Q$  เป็นปริมาณน้ำที่ไหลออกมา ณ เวลา  $t$  ใดๆ หลังจากเปิดน้ำออกโดย  $Q = 100(20 - t)^2$  ความเร็วของปริมาณน้ำไหลออกจากสระเมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที มีค่าเท่าใด
 

ก. -8,000 หน่วย/วินาที	ข. 8,000 หน่วย/วินาที
ค. -2,000 หน่วย/วินาที	ง. 2,000 หน่วย/วินาที
  - วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ได้ระยะทาง  $s = 6t^2 + 4t - 11$  เมตร เมื่อเวลาผ่านไป  $t$  วินาที ความเร่งของวัตถุในวินาทีที่ 10 มีค่าเท่าใด
 

ก. 120	ข. 124
ค. 200	ง. 232
  - ยิงปืนขึ้นไปในแนวตั้งจากพื้นราบ ได้สมการการเคลื่อนที่ของลูกปืนเป็น  $s(t) = 6t - t^2$ ;  $t \geq 0$  โดยที่  $t$  แทนเวลาที่มีหน่วยเป็นวินาที และ  $s$  แทนความสูงของลูกปืนเมื่อเวลาผ่านไป  $t$  วินาที และมีหน่วยเป็นเมตร ลูกปืนขึ้นไปได้สูงสุดเท่าใด
 

ก. 9	ข. 18
ค. 0	ง. 20
  - ความชันของเส้นโค้ง  $y = \frac{5}{(x^2 - x - 1)^2}$  ที่มีเส้นตรงสัมผัสเส้นโค้งที่จุด  $\left(3, \frac{1}{5}\right)$ 

ก. 0.4	ข. -0.4
ค. 1.2	ง. -1.2
  - สมการเส้นสัมผัสของจุดตัดบนกราฟทั้งสอง เมื่อ  $y = x^2 - 6x + 5$  ตัดกับ  $2x - y - 10 = 0$ 

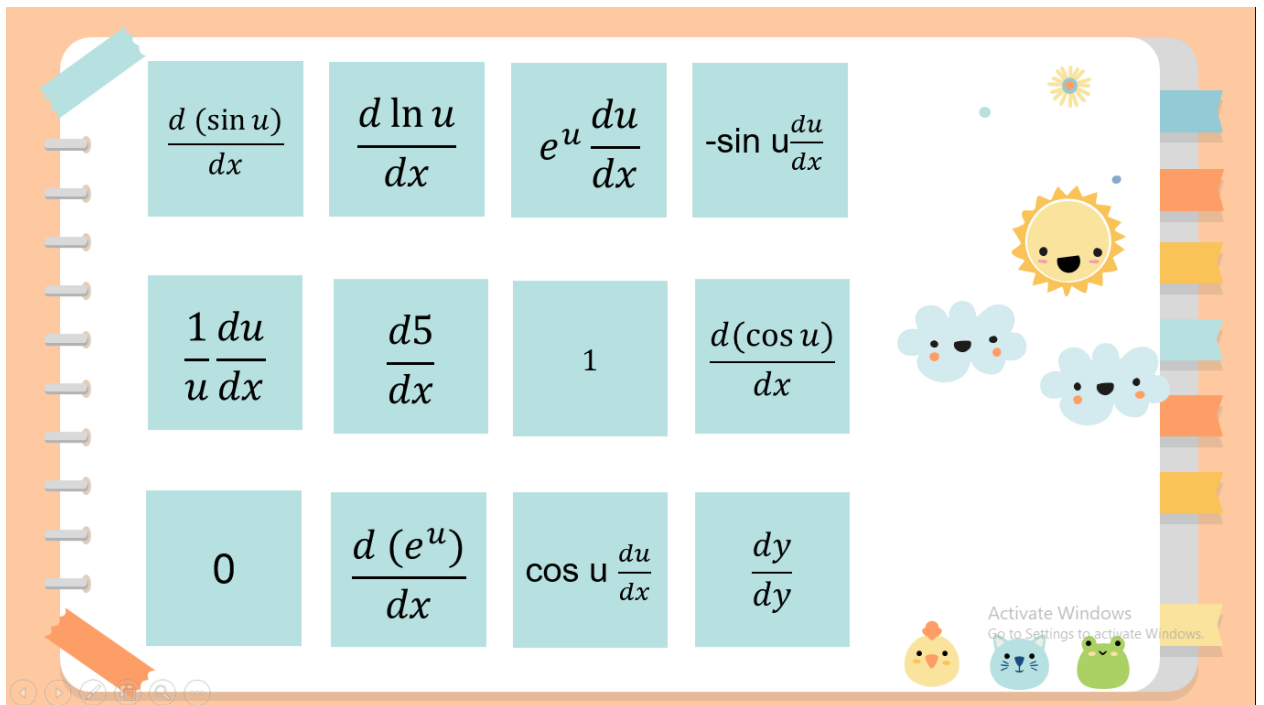
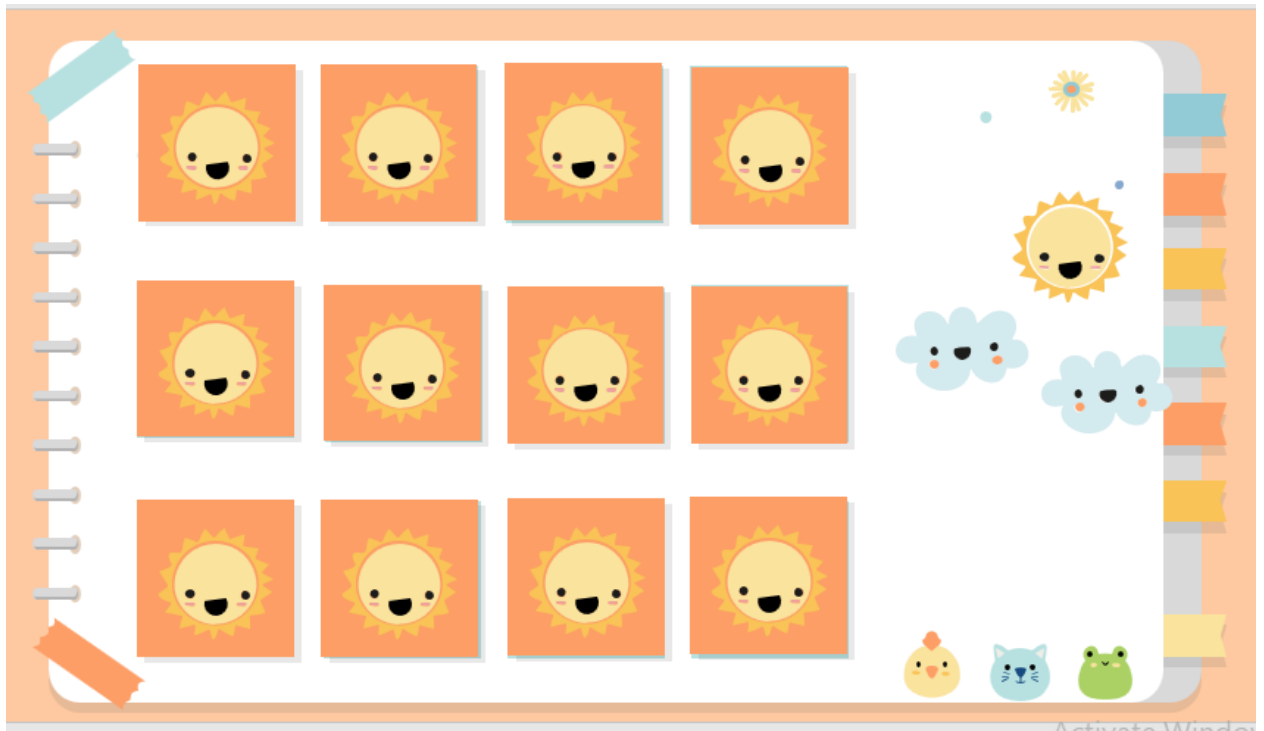
ก. $4x - y - 20 = 0, y = -4$
ข. $x - 4y - 10 = 0, y = 0$
ค. $4x + y - 20 = 0, x = -4$
ง. $x + 4y - 10 = 0, x = 0$
  - ค่าสูงสุดสัมพัทธ์และค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ของฟังก์ชัน  $y = x^3 + 9x^2 + 15x - 5$  ตรงกับข้อใด
 

ก. 20, -12	ข. 20, 10
ค. 12, -20	ง. 12, -10





เฉลยอนุพันธ์จับคู่



မူလ

$$\frac{d}{dx} \sin u = \cos u \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \ln u = \frac{1}{u} \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} e^u = e^u \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \cos u = -\sin u \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} 5 = 0$$

$$\frac{dy}{dy} = 1$$

## เฉลยใบกิจกรรมที่ 8 Time Line อนุพันธ์อันดับสูง

ให้นักเรียนหาอนุพันธ์ตาม timeline ที่กำหนดพร้อมสรุปแนวคิดเกี่ยวกับอนุพันธ์อันดับสูง

### Higher — Order Derivative

www.dor.dongjai.or.th/online

Name \_\_\_\_\_

Class \_\_\_\_\_

Number \_\_\_\_\_

$f(x) = x^3 + 3x^2 - 4x + 5$  จงหา  $f'''(x)$

$f(x)$

$x^3 + 3x^2 - 4x + 5$

$f'(x)$

$3x^2 + 6x - 4$

$f''(x)$

$6x + 6$

$f'''(x)$

$6$

# Higher — Order Derivative

ସଂପାଠକଗଣେଶ ଥୁରାଣିଆ

Name

Class

Number

$$y = x^4 - 3x^3 - 2x + 5 \quad \text{ଅଥବା } f'''(x)$$

$y$

$$x^4 - 3x^3 - 2x + 5$$

$\frac{dy}{dx}$

$$4x^3 - 9x^2 - 2$$

$\frac{d^2y}{dx^2}$

$$12x^2 - 18x$$

$\frac{d^3y}{dx^3}$

$$24x - 18$$

## เฉลยกิจกรรม drag and drop การหาอนุพันธ์ฟังก์ชันอิมพลิสิต

ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอิมพลิสิต และ ช่วยกันสรุปกระบวนการแก้ปัญหา และหาข้อสรุปร่วมกันภายในชั้นเรียน



# การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอิมพลิสิต

น.ท.ณิง องค้ออ ทีมนาง

ฟังก์ชัน

◆ ฟังก์ชันโดยชัดเจน  
(Explicit Function)  
นั่นคือ ฟังก์ชันที่สามารถแยก  
ได้ชัดเจน ในรูป  $y = f(x)$

$y = 2x + 5$

$y = x^2 + 4x + 4$

$y = 2^x$



ฟังก์ชัน

◆ ฟังก์ชันโดยชัดเจน (Explicit Function)  
นั่นคือ ฟังก์ชันที่สามารถแยกได้  
ชัดเจน ในรูป  $y = f(x)$

◆ ฟังก์ชันโดยปริยาย  
(Implicit Function) ซึ่งจะมีตัวแปร  
 $x$  และ  $y$  เขียนรวมกัน  $f(x,y) = 0$   
ไม่สามารถจะจัดรูปสมการใหม่ โดย  
แยกตัวแปร  $x$  และ  $y$  แยกออกจาก  
กันอย่างเด็ดขาดชัดเจน

ฟังก์ชัน

$x^2 + y^2 = 4$

$\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{4} = 1$

$\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} = 1$

◆ ฟังก์ชันโดยปริยาย  
(Implicit Function) ซึ่งจะมีตัวแปร  
 $x$  และ  $y$  เขียนรวมกัน  $f(x,y) = 0$   
ไม่สามารถจะจัดรูปสมการใหม่ โดย  
แยกตัวแปร  $x$  และ  $y$  แยกออกจาก  
กันอย่างเด็ดขาดชัดเจน



วิธีการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอิมพลิสิต

1. หาอนุพันธ์ของทุกๆ เทอมทั้ง 2 ของสมการ

ทฤษฎีบท

$$\frac{dx}{dy} = \frac{1}{\frac{dy}{dx}}$$

2. แก้สมการหา  $\frac{dy}{dx}$



จงเรียงลำดับวิธีการหา  $\frac{dy}{dx}$  ฟังก์ชันอิมพลิสิตที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เมื่อ

1)  $x^2 + y^2 = 9$

$$\frac{d(x^2 + y^2)}{dx} = \frac{d9}{dx}$$

$$\frac{dx^2}{dx} + \frac{dy^2}{dx} = 0$$

$$2x + \frac{2ydy}{dx} = 0$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{2x}{2y} = -\frac{x}{y}$$

$$\frac{dx^2}{dx} + \frac{dy^2}{dx} = 0$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{2x}{2y} = -\frac{x}{y}$$

$$2x + \frac{2ydy}{dx} = 0$$

$$\frac{d(x^2 + y^2)}{dx} = \frac{d9}{dx}$$

2)  $x^3 + x^2y + 4y^2 = 6$

$$\frac{d(x^3 + x^2y + 4y^2)}{dx} = \frac{d6}{dx}$$

$$\frac{dx^3}{dx} + \frac{x^2dy}{dx} + \frac{ydx^2}{dx} + \frac{4dy^2}{dx} = 0$$

$$3x^2 + x^2 \frac{dy}{dx} + 2xy + \frac{8ydy}{dx} = 0$$

$$\frac{(x^2 + 8y)dy}{dx} = -3x^2 - 2xy$$

$$y' = \frac{-3x^2 - 2xy}{x^2 + 8y}$$

$$3x^2 + x^2 \frac{dy}{dx} + 2xy + \frac{8ydy}{dx} = 0$$

$$y' = -\frac{3x^2 - 2xy}{x^2 + 8y}$$

$$\frac{dx^3}{dx} + x^2 \frac{dy}{dx} + y \frac{dx^2}{dx} + 4 \frac{dy^2}{dx} = 0$$

$$\frac{d(x^3 + x^2y + 4y^2)}{dx} = \frac{d6}{dx}$$

$$\frac{(x^2 + 8y)dy}{dx} = -3x^2 - 2xy$$



เฉลยแบบทดสอบย่อย ครั้งที่ 2  
เรื่อง การหาอนุพันธ์ โดยใช้ทฤษฎีบท

1. ค.
2. ง.
3. ง.
4. ง.
5. ข.
6. ก.
7. ก.
8. ก.
9. ข.
10. ข.
11. ข.
12. ข.
13. ง.
14. ง.
15. ข.
16. ค.
17. ก.
18. ก.
19. ก.
20. ก.

## เฉลยใบกิจกรรมที่ 9

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

ข้อที่ 1

ยิงปืนขึ้นไปในแนวตั้งจากพื้นราบ ได้สมการการเคลื่อนที่ของลูกปืนเป็น

$$S(t) = 76t - 19t^2, t \geq 0$$

โดยที่  $t$  แทนเวลา มีหน่วยเป็นวินาที และ  $S$  แทนความสูงของลูกปืน

เมื่อเวลาผ่านไป  $t$  วินาที และมีหน่วยเป็นเมตร ลูกปืนขึ้นไปได้สูงสุดเท่าใด



วิธีทำ

$$\begin{aligned} v(t) &= \frac{dS}{dt} = \frac{d(76t - 19t^2)}{dt} \\ &= 76 - 38t \end{aligned}$$

ลูกปืนขึ้นไปสูงสุด ขณะที่ ความเร็วมีค่า เป็น 0 เมตร/วินาที

$$V(t) = 76 - 38t$$

$$0 = 76 - 38t$$

$$38t = 76$$

$$t = 2$$

ลูกปืนขึ้นไปสูงสุดที่เวลา 2 วินาที

$$\text{นั่นคือ } S(2) = 76(2) - 19(2)^2 = 152 - 76 = 76$$

เมตร

ดังนั้น ความสูงของลูกปืนมีระยะทาง 76 เมตร



## ข้อที่ 2

รถคันหนึ่งวิ่งด้วย เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง  $S(t) = 4t^3 - 2t^2 + 3t - 1$

เมื่อเวลาผ่านไป  $t$  วินาที จงหา ความเร่งของวัตถุขณะเวลาผ่านไป 12 วินาที

วิธีทำ

จากโจทย์รถเคลื่อนที่ ในแนวเส้นตรง

$$s(t) = 4t^3 - 2t^2 + 3t - 1$$

$$v(t) = \frac{ds}{dt} = 12t^2 - 4t + 3$$

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = 24t - 4$$

ความเร่งของรถวิ่งขณะเวลาผ่านไป 12 วินาที

นั่นคือ  $a(12) = 24(12) - 4 = 280$  เมตร/วินาที<sup>2</sup>

ดังนั้น ความเร่งของรถวิ่งขณะเวลาผ่านไป 12 วินาที คือ 280 เมตร/วินาที<sup>2</sup>

## ข้อที่ 3

อนุภาค 2 ชิ้น เคลื่อนที่ตามกฎการเคลื่อนที่ดังสมการ

$$s_1 = 3t^3 - t \text{ และ } s_2 = 3t^2 - 2t^3$$

ความเร็วของอนุภาคทั้งสองเมื่อความเร่งเท่ากันเป็นกี่เมตรต่อวินาที



วิธีทำ

อนุภาคที่ 1

$$s_1 = 3t^3 - t$$

$$v(t) = \frac{ds_1}{dt} = \frac{d(3t^3 - t)}{dt}$$

$$v_1(t) = 9t^2 - 1$$

$$a_1(t) = \frac{dv}{dx} = \frac{d(9t^2 - 1)}{dx} = 18t$$

อนุภาคที่ 2

$$s_2 = 3t^2 - 2t^3$$

$$v(t) = \frac{ds_2}{dt} = \frac{d(3t^2 - 2t^3)}{dt}$$

$$v_2(t) = 6t - 6t^2$$

$$a_2(t) = \frac{dv}{dx} = \frac{d(6t - 6t^2)}{dx} = 6 - 12t$$

อนุภาคทั้งสองเมื่อความเร่งเท่ากัน

$$a_1(t) = a_2(t)$$

$$18t = 6 - 12t$$

$$30t = 6$$

$$t = \frac{6}{30}$$

$$t = \frac{1}{5}$$

ความเร็วของอนุภาคที่ 1 มี  $v_1\left(\frac{1}{5}\right) = 9\left(\frac{1}{5}\right)^2 - 1 = \frac{9 - 25}{25} = -\frac{16}{25}$  เมตรวินาที

ความเร็วของอนุภาคที่ 2 มี  $v_2\left(\frac{1}{5}\right) = 6\left(\frac{1}{5}\right) - 6\left(\frac{1}{5}\right)^2 = \frac{30 - 6}{25} = \frac{24}{25}$  เมตรวินาที

## ข้อที่ 4

คลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปดังสมการ  $s(t) = t^2 + 3t$  เมื่อ  $s$  เป็นระยะทาง

ขณะที่เวลาผ่านไป  $t$  วินาที โดยที่  $0 \leq t \leq 30$

ดังนั้นอัตราเร็วขณะเวลา  $t = 2$  เป็นเท่าใด

วิธีทำ

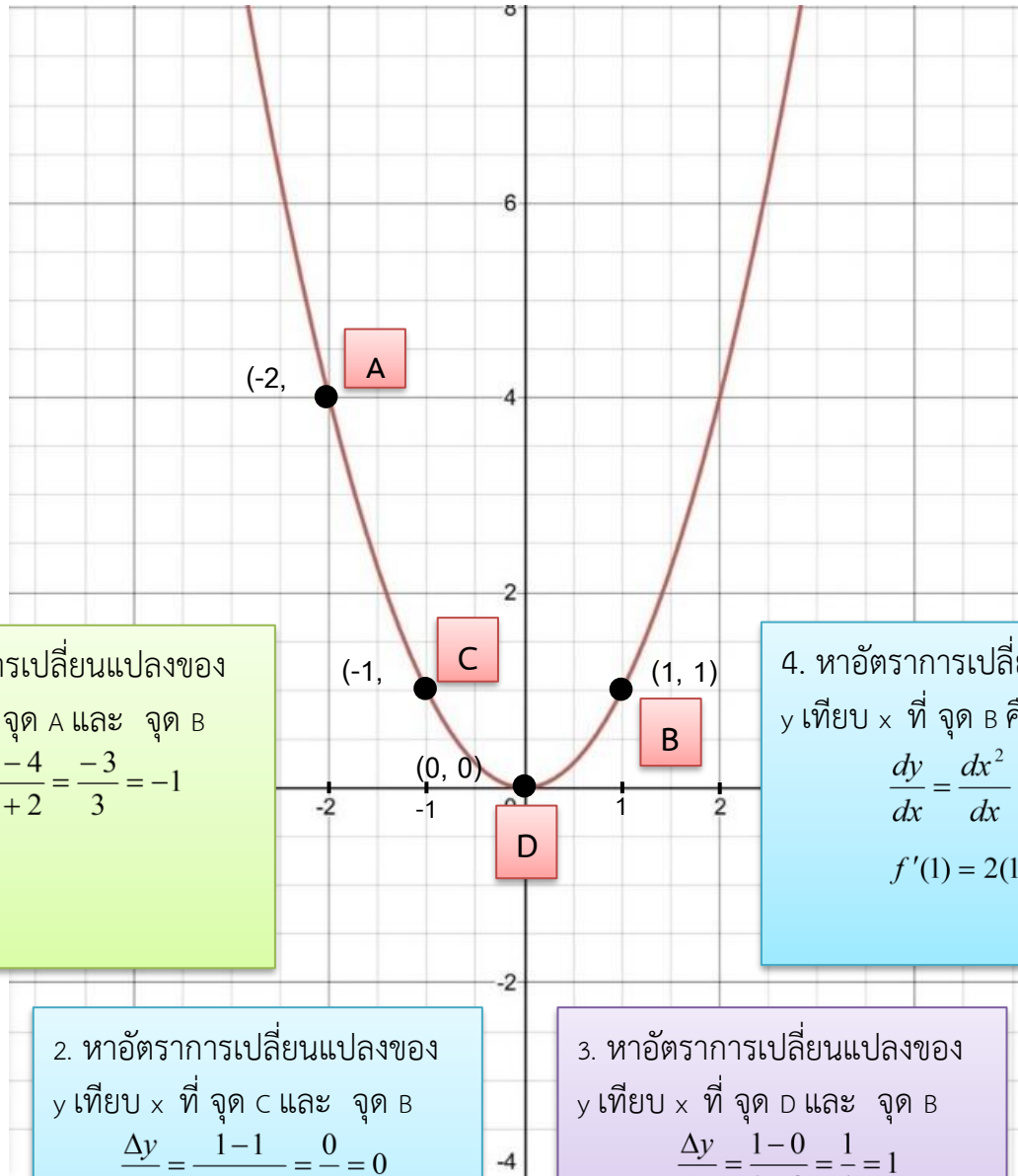
คลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปดังสมการ

อัตราเร็วขณะ  $t = 2$

นั่นคือ อัตราเร็วขณะ  $t = 2$  มีค่า 7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

## เฉลยใบกิจกรรมที่ 10 การความชันบนเส้นโค้ง

จงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ  $y$  เทียบ  $x$  เมื่อ  $y = x^2$  จากพิกัดที่กำหนด



1. หาอัตราการเปลี่ยนแปลงของ  $y$  เทียบ  $x$  ที่ จุด A และ จุด B

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{1-4}{1+2} = \frac{-3}{3} = -1$$

4. หาอัตราการเปลี่ยนแปลงของ  $y$  เทียบ  $x$  ที่ จุด B คือ

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dx^2}{dx} = 2x$$

$$f'(1) = 2(1) = 2$$

2. หาอัตราการเปลี่ยนแปลงของ  $y$  เทียบ  $x$  ที่ จุด C และ จุด B

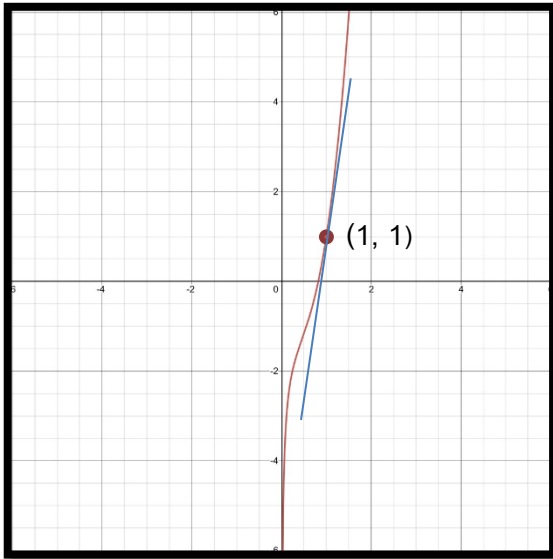
$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{1-1}{1-(-1)} = \frac{0}{2} = 0$$

3. หาอัตราการเปลี่ยนแปลงของ  $y$  เทียบ  $x$  ที่ จุด D และ จุด B

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{1-0}{1-0} = \frac{1}{1} = 1$$

### เฉลยแบบฝึกหัด การหาสมการเส้นสัมผัสบนเส้นโค้ง

1. จงหาสมการของเส้นสัมผัส และความชันของเส้นโค้ง ที่  $x = 1$  จาก  $f(x) = 2x^3 - \frac{1}{\sqrt{x}}$



$$f(x) = 2x^3 - 1x^{\frac{1}{2}}$$

$$f'(x) = 6x^2 + \frac{1}{2}x^{-\frac{3}{2}} = 6x^2 + \frac{1}{2\sqrt{x^3}}$$

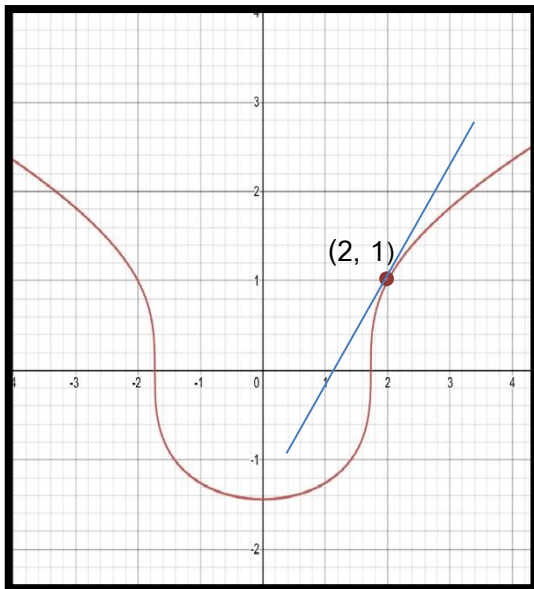
$$f'(1) = 6(1)^2 + \frac{1}{2\sqrt{1^3}} = 6 + \frac{1}{2} = \frac{13}{2}$$

$$y - 1 = \frac{13}{2}(x - 1)$$

$$2y - 2 = 13x - 13$$

$$13x - 2y - 11 = 0$$

2. จงหาสมการของเส้นสัมผัส และความชันของเส้นโค้ง ที่  $x = 2$  จาก  $f(x) = \sqrt[3]{x^2 - 3}$



$$f(x) = (x^2 - 3)^{\frac{1}{3}}$$

$$f'(x) = \frac{1}{3}(x^2 - 3)^{-\frac{2}{3}}(2x) = \frac{2x}{3\sqrt[3]{(x^2 - 3)^2}}$$

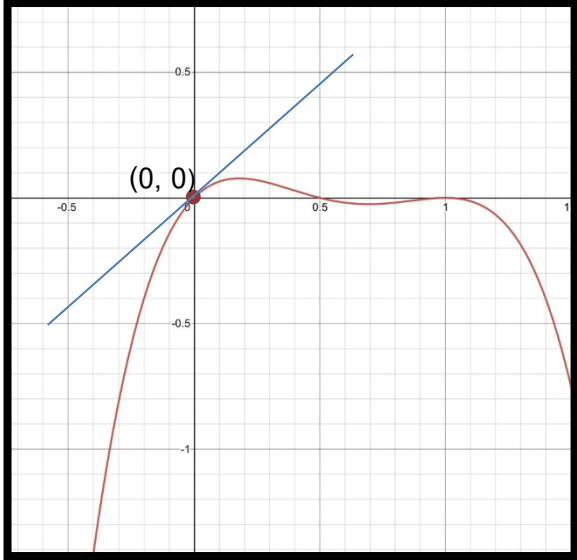
$$f'(2) = \frac{2(2)}{3\sqrt[3]{(2^2 - 3)^2}} = \frac{4}{3}$$

$$y - 1 = \frac{4}{3}(x - 2)$$

$$3y - 3 = 4x - 8$$

$$4x - 3y - 5 = 0$$

3. จงหาสมการของเส้นสัมผัส และความชันของเส้นโค้ง ที่  $x = 0$  จาก  $f(x) = (2x^2 - 3x + 1)(x - x^2)$



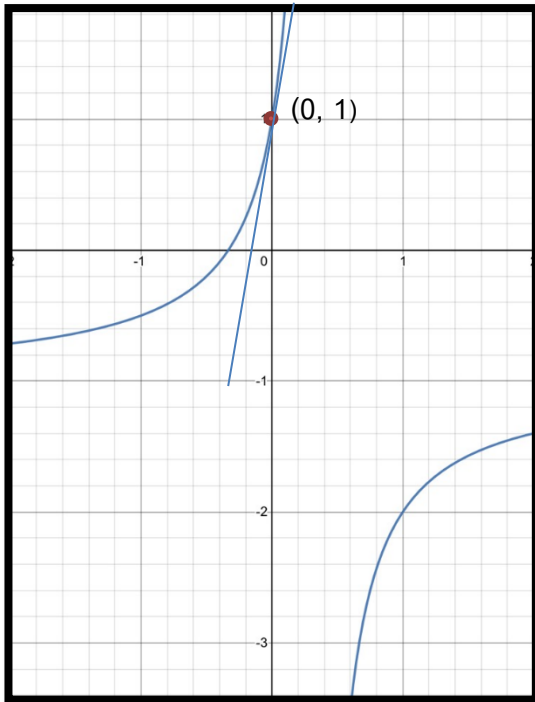
$$\begin{aligned} f'(x) &= (2x^2 - 3x + 1)(1 - 2x) + (x - x^2)(4x - 3) \\ &= 2x^2 - 3x + 1 - 4x^3 + 6x^2 - 2x + 4x^2 \\ &\quad - 3x - 4x^3 + 3x^2 \\ &= -8x^3 + 15x^2 - 8x + 1 \end{aligned}$$

$$f'(0) = -8(0)^3 + 15(0)^2 - 8(0) + 1 = 1$$

$$y - 0 = 1(x - 0)$$

$$y = x$$

4. จงหาสมการของเส้นสัมผัส และความชันของเส้นโค้ง ที่  $x = 0$  จาก  $f(x) = \frac{1+3x}{1-3x}$



$$f'(x) = \frac{(1-3x)(3) - (1+3x)(-3)}{(1-3x)^2}$$

$$= \frac{3 - 9x + 3 + 9x}{(1-3x)^2}$$

$$= \frac{6}{(1-3x)^2}$$

$$f'(0) = \frac{6}{(1-3(0))^2} = 6$$

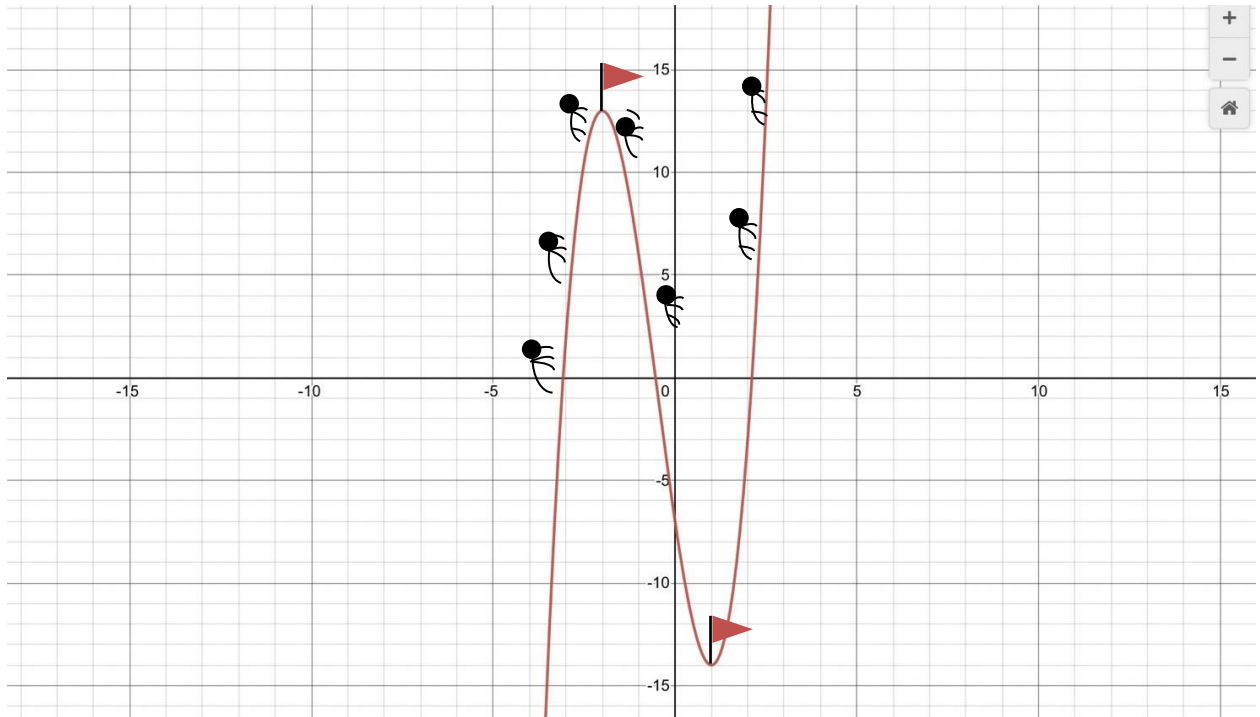
$$y - 1 = 6(x - 0)$$

$$y - 1 = 6x$$

$$6x - y + 1 = 0$$

## เฉลยกิจกรรมป็นเขา

ภูเขาลูกหนึ่งมีรูปร่างเป็น  $f(x) = 2x^3 + 3x^2 - 12x - 7$  ก่อนที่นักเรียนจะไปปีนเขาให้นักเรียนสำรวจภูมิประเทศ โดยหาว่ายอดภูเขาดังกล่าวมีค่าสูงสุดสัมพัทธ์ หรือค่าต่ำสุดสัมพัทธ์หรือไม่ ถ้ามีให้ระบุพิกัดของจุดสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์ และหาว่าช่วงใดของภูเขาเป็นฟังก์ชันเพิ่ม ช่วงใดของภูเขาเป็นฟังก์ชันลด



## ค่าวิกฤต

$$f'(x) = 6x^2 + 6x - 12$$

$$0 = 6x^2 + 6x - 12$$

$$0 = x^2 + x - 2$$

$$0 = (x-3)(x+4)$$

$$x = -4, 3$$

## การตรวจสอบฟังก์ชันเพิ่ม

$$f'(x) > 0$$

$$(x-3)(x+4) > 0$$

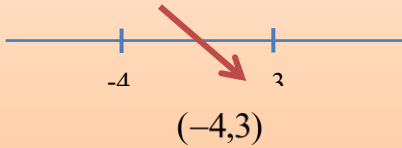


$$(-\infty, -4) \cup (3, \infty)$$

การตรวจสอบฟังก์ชันลด

$$f'(x) < 0$$

$$(x-3)(x+4) < 0$$



พิจารณาค่าสูงสุดสัมพัทธ์



ค่าสูงสุด

$$f(-4) = 2(-4)^3 + 3(-4)^2 - 12(-4) - 7$$

$$= -128 + 48 + 48 - 7$$

$$= -39$$

พิจารณาค่าต่ำสุดสัมพัทธ์

$$f(3) = 2(3)^3 + 3(3)^2 - 12(3) - 7$$

$$= 54 + 27 - 36 - 7$$

$$= 38$$

ภูเขามีจุดสูงสุดสัมพัทธ์ หรือจุดต่ำสุดสัมพัทธ์ ถ้ามีอยู่ที่พิกัดใด

จุดสูงสุดสัมพัทธ์ อยู่ที่พิกัด (-4, -39)

จุดต่ำสุดสัมพัทธ์ อยู่ที่พิกัด (3, 38)



### เฉลยใบงานเราป็นเขา

ภูเขาลูกหนึ่งมีรูปร่างเป็น  $f(x) = x^3 - 3x^2 - 24x + 4$  ก่อนที่นักเรียนจะไปป็นเขาให้นักเรียนสำรวจภูมิประเทศ โดยหาว่ายอดภูเขาดังกล่าวมีค่าสูงสุดสัมพัทธ์ หรือค่าต่ำสุดสัมพัทธ์หรือไม่ ถ้ามีให้ระบุพิกัดของจุดสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์ และหาว่าช่วงใดของภูเขาเป็นฟังก์ชันเพิ่ม ช่วงใดของภูเขาเป็นฟังก์ชันลด

#### ค่าวิกฤต

$$f'(x) = 3x^2 - 6x - 24$$

$$0 = 3x^2 - 6x - 24$$

$$0 = x^2 - 2x - 8$$

$$0 = (x-4)(x+2)$$

$$x = -2, 4$$

#### การตรวจสอบฟังก์ชันเพิ่ม

$$(x-4)(x+2) > 0$$



$$(-\infty, -2) \cup (4, \infty)$$

#### การตรวจสอบฟังก์ชันลด

$$(x-4)(x+2) < 0$$



$$(-2, 4)$$

#### พิจารณาค่าสูงสุดสัมพัทธ์



$$f(-2) = (-2)^3 - 3(-2)^2 - 24(-2) + 4$$

$$= -8 - 12 + 48 + 4$$

$$= 32$$

พิจารณาค่าต่ำสุดสัมพัทธ์

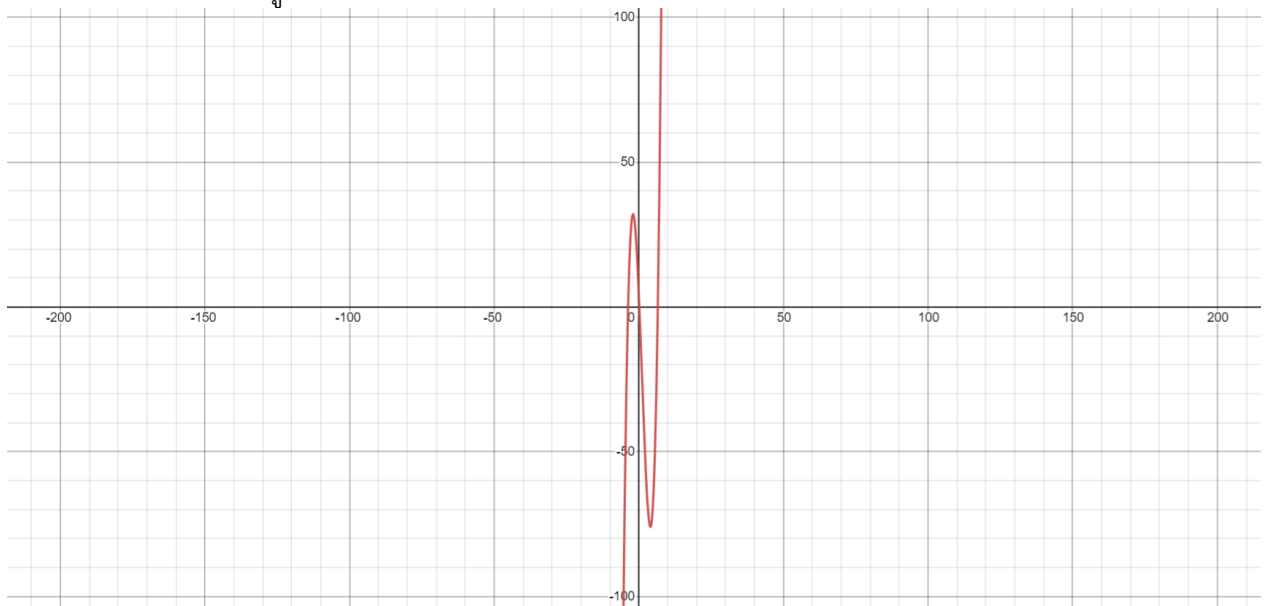
$$\begin{aligned} f(4) &= (4)^3 - 3(4)^2 - 24(4) + 4 \\ &= 64 - 48 - 96 + 4 \\ &= -36 \end{aligned}$$

ภูเขามีจุดสูงสุดสัมพัทธ์ หรือจุดต่ำสุดสัมพัทธ์ ถ้ามีอยู่ที่พิกัดใด

จุดสูงสุดสัมพัทธ์ อยู่ที่พิกัด  $(-2, 32)$

จุดต่ำสุดสัมพัทธ์ อยู่ที่พิกัด  $(4, -36)$

วาดกราฟแสดงลักษณะภูเขา



เฉลยแบบทดสอบย่อย ครั้งที่ 3  
เรื่อง ประยุกต์การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

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

ผนวก ช  
ผลงานนักเรียน

ใบกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาเกี่ยวกับอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยในช่วงเวลาที่กำหนด

1. อาจารย์จามินทร์ขับรถคันที่ไปเที่ยวเองใช้เวลา 10 นาที ขับรถได้ระยะทาง 15 เมตร เมื่อขับไปเรื่อยๆ 4 นาทีที่ 40 ได้ระยะทาง 60 เมตร จากเวลาที่ 10 เปลี่ยนเป็นเป็นเวลาอีก 40 อ.จามินทร์ขับรถคันที่อัตราการเปลี่ยนแปลงของระยะเทียบกับเวลาเท่าใด



$$\frac{\Delta S(t)}{\Delta t} = \frac{S(40) - S(10)}{40 - 10}$$

$$= \frac{60 - 15}{30} = \frac{45}{30} = 1.5 \text{ m/นาที}$$

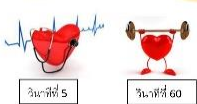
2. อาจารย์จามินทร์ขับรถคันที่ไปเที่ยวเองใช้เวลา 20 นาที ขับรถด้วยอัตราเร็ว 1.5 km/นาที. ขับไปเรื่อยๆ ที่ นาทีที่ 45 ได้ระยะทาง 2 km/นาที อ.จามินทร์ขับรถคันที่อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยเทียบกับเวลาจากนาทีที่ 20 ไปจนถึงนาทีที่ 45 มีค่าเท่าใด



$$\frac{\Delta V(t)}{\Delta t} = \frac{V(45) - V(20)}{45 - 20}$$

$$= \frac{0.5 - 2}{25} = \frac{-1.5}{25} = -\frac{3}{50} \text{ km/นาที}^2$$

3. ความดันโลหิตที่แรงเกินไปอาจเกิดอันตรายขึ้น อันเกิดจากการที่หัวใจบีบเลือดไปเลี้ยงทั่วร่างกาย และเราสามารถวัดค่าความดันโลหิตได้จากเครื่องมือทางการแพทย์และอัตราการเต้นของหัวใจ หน่วยวัดความดันโลหิตคือหน่วย mmHg. เมื่อวินาทีที่ 5 ความดันเป็น 65 mmHg และวินาทีที่ 60 ความดันเป็น 110 mmHg จงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงจากวินาทีที่ 5 ไปจนถึงวินาทีที่ 60 จงแสดงคำตอบโดยละเอียด

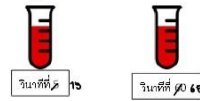


$$\frac{\Delta P(t)}{\Delta t} = \frac{P(60) - P(5)}{60 - 5}$$

$$= \frac{110 - 65}{55} = \frac{45}{55} = \frac{9}{11} \text{ mmHG/วินาที}$$

4. การศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากปฏิกิริยาของเหลวแก๊สไฮโดรเจน (H<sub>2</sub>)

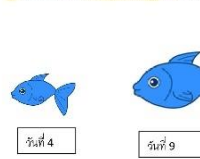
กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ปริมาณหนึ่งเพื่อวัดปริมาณของก๊าซ H<sub>2</sub> ที่เกิดขึ้น พบว่าที่ เวลา 15 วินาที ปริมาตรก๊าซ H<sub>2</sub> 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เวลา 65 วินาที ปริมาตรก๊าซ H<sub>2</sub> 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เปลี่ยนแปลงจากเวลาที่เวลา 15 ไปจนถึงเวลาที่ 65 วินาทีมีค่าเท่าใด



$$\frac{\Delta H_2(t)}{\Delta t} = \frac{H_2(65) - H_2(15)}{65 - 15}$$

$$= \frac{3 - 1}{50} = \frac{2}{50} = \frac{1}{25} \text{ cm}^3/\text{วินาที}$$

5. อ.จักรกฤษ ซึ่งปลาดุกมีน้ำหนักเฉลี่ยจำนวน 40 ตัว สุ่มจับปลาดุกตรวจสอบน้ำหนักเฉลี่ยของปลาดุกในวันที่ 4 พบว่ามีน้ำหนัก 25 กรัม สุ่มจับปลาดุกในวันที่ 9 พบว่าปลาดุกมีน้ำหนัก 56 กรัม ปลาดุกมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ปลาเฉลี่ยจับปลาดุกในวันที่ 4 จนถึงวันที่ 9 มีค่าเท่าใด



$$\frac{\Delta W(t)}{\Delta t} = \frac{W(9) - W(4)}{9 - 4}$$

$$= \frac{56 - 25}{5} = \frac{31}{5} = 6.2 \text{ กรัม/วัน}$$

6. หาก  $y = f(x)$  จงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงที่  $x = 3$  ถึง  $x = 12$  เมื่อ  $f(3) = 45$  และ  $f(12) = 135$  มีค่าเท่าใด

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y(f(12)) - y(f(3))}{12 - 3}$$

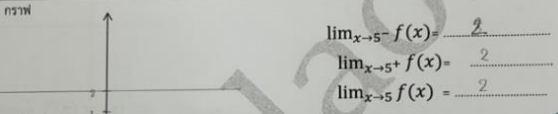
$$= \frac{135 - 45}{9} = \frac{90}{9} = 10$$

ใบกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง จงเติมค่าตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ และเขียนกราฟ

1. กำหนด  $f(x) = 2$  จงหา  $\lim_{x \rightarrow 5} f(x)$

	$\lim_{x \rightarrow 5^-} f(x)$						$\lim_{x \rightarrow 5^+} f(x)$				
x	4	4.9	4.99	4.999	5	5.0001...	5.001	5.1	5.5		
f(x)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	



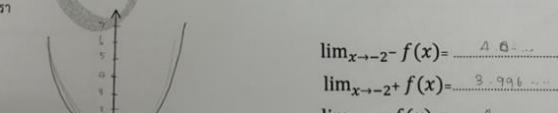
$$\lim_{x \rightarrow 5^-} f(x) = 2$$

$$\lim_{x \rightarrow 5^+} f(x) = 2$$

$$\lim_{x \rightarrow 5} f(x) = 2$$

2. กำหนด  $f(x) = x^2$  จงหา  $\lim_{x \rightarrow -2} f(x)$

	$\lim_{x \rightarrow -2^-} f(x)$						$\lim_{x \rightarrow -2^+} f(x)$				
x	-2.1	-2.01	-2.001	-2.0001	-2	-1.999...	-1.99	-1.9	-1		
f(x)	4.41	4.04	4.004	4.0004	4	3.996	3.96	3.61	1		



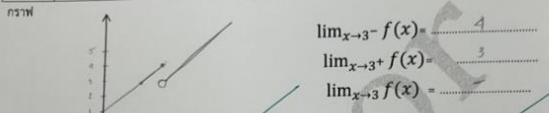
$$\lim_{x \rightarrow -2^-} f(x) = 4$$

$$\lim_{x \rightarrow -2^+} f(x) = 4$$

$$\lim_{x \rightarrow -2} f(x) = 4$$

3. กำหนด  $f(x) = x+1$  เมื่อ  $x \leq 3$  จงหา  $\lim_{x \rightarrow 3} f(x)$

	$\lim_{x \rightarrow 3^-} f(x)$						$\lim_{x \rightarrow 3^+} f(x)$				
x	2	2.01	2.5	2.99	3	3.001	3.01	3.1	3.5		
f(x)	3	3.01	3.5	3.99	4	3.001	3.01	3.1	3.5		



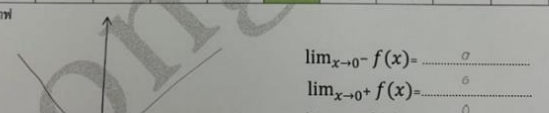
$$\lim_{x \rightarrow 3^-} f(x) = 4$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^+} f(x) = 3$$

$$\lim_{x \rightarrow 3} f(x) = \text{ไม่มีค่า}$$

4. กำหนด  $f(x) = |x|$  จงหา  $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$

	$\lim_{x \rightarrow 0^-} f(x)$						$\lim_{x \rightarrow 0^+} f(x)$				
x	-2	-1	-0.5	-0.01	0	0.01	0.001	0.5	1		
f(x)	2	1	0.5	0.01	0	0.01	0.001	0.5	1		



$$\lim_{x \rightarrow 0^-} f(x) = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} f(x) = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = 0$$

ใบกิจกรรมที่ 2

อาจารย์ธานีพรวังรอบโรงเรียน เป็นอัตราเร็ว  $S(t) = t + 1$  ที่เวลา เวลา 5 นาที วิ่งได้ระยะทาง

วิ่งไปเรื่อยๆ ที่ นาทีที่ 10 ได้ระยะทาง 11 km อยากทราบว่าเฉลี่ย ณ

อยากทราบว่า อ.ธานีพรวังวิ่งด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย เมื่อเวลาใกล้วินาที ที่ 7

นร. บอกได้หรือไม่ระยะทางเข้าใกล้วินาทีที่ 7 โดยพิจารณาจากนาทีที่ 5, 6... มีระยะทางเท่าใด

นร. บอกได้หรือไม่ระยะทางเข้าใกล้วินาทีที่ 7 โดยพิจารณาจากนาทีที่ 9, 8... มีระยะทางเท่าใด

และเมื่อระยะทางเข้าใกล้วินาทีที่ 7 อัตราการเปลี่ยนแปลง

อัตราเร็วเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

นักเรียนสามารถหาคำตอบได้หรือไม่ มีวิธีการอย่างไร จงแสดงวิธีการหาคำตอบ พร้อมอธิบายแนวทางการปัญหานำขึ้นเรียน

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2

โจทย์บอกอะไร และโจทย์ต้องการให้ทำอะไร

อัตราเร็วเฉลี่ยของรถคือ... วิ่งที่ 3

วิธีการแก้ปัญหา

$$\lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{s(t_2) - s(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{s(7) - s(5)}{7 - 5}$$

$$= \frac{8 - 6}{2} = 1 \text{ km}$$

นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

หาค่าเฉลี่ยใกล้วินาทีที่ 7

ผลการแก้ปัญหา

อัตราเร็วเฉลี่ยวินาทีที่ 7 คือ 1 km

ใบกิจกรรมที่ 4 ต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง

คำชี้แจง ให้นักเรียนสืบหาค่าฟังก์ชันตามที่ครูกำหนดแล้วพิจารณาว่าค่าที่ได้มีค่าเท่าใด พร้อมทั้งทดลองเขียนกราฟของฟังก์ชันที่ครูกำหนดลงในแผ่นชาร์ต แล้ววิเคราะห์ว่าฟังก์ชันดังกล่าวมีความต่อเนื่องหรือไม่ เพราะอะไร พร้อมทั้งอภิปรายหน้าชั้นเรียน

ตัวอย่าง  $f(x) = x^2 + 1$  เป็น ฟังก์ชันต่อเนื่องที่  $x = 2$

1. นักเรียนต้องสืบหาค่า ลิมิตทางซ้าย จาก  $f(x) = x^2 + 1$  เมื่อ  $x$  มีค่าเข้าสู่อันดับ 2 ทางซ้าย โดยแสดงค่าตามตาราง

$x < 2$ ลงบนซ้าย	0.1	0.5	1	1.1	1.9	$x=2$
$f(x) = x^2 + 1$	1.001	1.025	2	2.21	4.41	5

2. นักเรียนต้องสืบหาค่า ลิมิตทางขวา จาก  $f(x) = x^2 + 1$  เมื่อ  $x$  มีค่าเข้าสู่อันดับ 2 ทางขวา

$x = 2$	2.01	2.1	2.5	2.9	3	$x < 2$
5	5.04	5.41	7.25	9.41	10	$f(x) = x^2 + 1$

3. นักเรียนต้องสืบหาค่า ลิมิตทาง จาก  $f(x) = x^2 + 1$  เมื่อ  $x$  มีค่าเข้าสู่อันดับ 2

	$x < 2$	$x=2$	$x > 2$
$f(x) = x^2 + 1$	1.001, 1.025, 2, 2.21, 4.41	5	5.04, 5.41, 7.25, 9.41, 10

4. ครูให้นักเรียน หาค่า  $f(x) = x^2 + 1$  แล้วพิจารณาว่า จาก ข้อที่ 3 และ 4 มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร พร้อมทั้งเขียนกราฟประกอบ

① หา  $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$   
 ② หา  $f(a)$   
 ③ หาค่า  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$

พื้นที่เขียนกราฟ

ผนวก ซ

Print out ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

T-Test

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	post	21.61	33	5.099	0.888
	pre	3.61	33	2.549	0.444

**Paired Samples Correlations**

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	post & pre	33	0.380	0.029

**Paired Samples Test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 post - pre	18.000	4.757	0.828	16.313	19.687	21.739	32	.000

**One-Sample Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
e1	33	76.9715	3.76360	0.65516

**One-Sample Test**

	Test Value = 75					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
e1	3.009	32	0.005	1.97152	0.6370	3.3060

**One-Sample Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
e2	33	82.1212	9.94945	1.73198



**One-Sample Test**

	Test Value = 75					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
e2	4.112	32	.000	7.12121	3.5933	10.6491

**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	N of Items
0.973	15

**Item-Total Statistics**

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
i1	56.67	182.979	0.752	0.973
i2	56.76	171.939	0.806	0.972
i3	56.91	172.898	0.846	0.971
i4	57.00	170.562	0.874	0.971
i5	57.06	172.121	0.778	0.972
i6	56.82	169.153	0.879	0.971
i7	56.88	170.922	0.910	0.970
i8	56.85	168.195	0.878	0.971
i9	56.76	172.314	0.866	0.971
i10	56.97	167.155	0.893	0.970
i11	56.82	172.966	0.785	0.972
i12	56.85	172.383	0.794	0.972
i13	56.79	168.922	0.857	0.971
i14	56.73	175.080	0.775	0.972
i15	56.88	170.110	0.821	0.972

**Descriptive Statistics**

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
i1	33	0	1	0.70	0.467
i2	33	0	1	0.61	0.496
i3	33	0	1	0.82	0.392
i4	33	0	1	0.76	0.435
i5	33	0	1	0.51	0.292
i6	33	0	1	0.64	0.489
i7	33	0	1	0.52	0.392
i8	33	0	1	0.73	0.452
i9	33	0	1	0.67	0.479
i10	33	0	1	0.72	0.392
i11	33	0	1	0.64	0.489
i12	33	0	1	0.72	0.392
i13	33	0	1	0.67	0.479
i14	33	0	1	0.76	0.435
i15	33	0	1	0.67	0.479
i16	33	0	1	0.68	0.415
i17	33	0	1	0.73	0.452
i18	33	0	1	0.65	0.364
i19	33	0	1	0.37	0.479
i20	33	0	1	0.52	0.392
i21	32	0	1	0.69	0.471
i22	33	0	1	0.42	0.392
i23	33	0	1	0.76	0.435
i24	33	0	1	0.76	0.435
i25	33	0	1	0.76	0.435
i26	33	0	1	0.69	0.415
i27	33	0	1	0.70	0.467
i28	33	0	1	0.76	0.435
i29	33	0	1	0.26	0.502
i30	33	0	1	0.61	0.496
Valid N (listwise)	32				

**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
0.803	0.803	30

## ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล นาวาอากาศโทหญิง องค์กร ออ ทิมหาญ  
วัน เดือน ปีเกิด ๒๕ มกราคม ๒๕๒๒  
สถานที่อยู่ปัจจุบัน ๓๙๐ หมู่ ๑ ตำบลศรีกะอาง อำเภอบ้านนา  
จังหวัดนครนายก รหัสไปรษณีย์ ๒๖๑๑๐

### ประวัติการศึกษา

พ.ศ. ๒๕๔๔ ครุศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

พ.ศ. ๒๕๕๒

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### ประวัติการทำงาน

พ.ศ. ๒๕๔๕

อาจารย์อัตราจ้าง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนมัธยมสาธิตสวนสุนันทา

พ.ศ. ๒๕๔๗

อาจารย์อัตราจ้าง กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา

โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

พ.ศ. ๒๕๕๐ - ปัจจุบัน

อาจารย์คณิตศาสตร์ กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา

โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

### ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์คณิตศาสตร์ กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา

โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ