



การปฏิบัติงานที่เป็นเลิศ (Best practice)
การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
ด้วยโมเดล SAFE Technique ในรายวิชาฟิสิกส์ 5
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1

นายเดชาพัชร สมหมาย
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนสุขสำราญราษฎร์รังสรรค์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร ภูเก็ต ระนอง
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ



การปฏิบัติงานที่เป็นเลิศ (Best Practices)
การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ด้วยโมเดล SAFE Technique
ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1

นายเดชาพัชร สมหมาย
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนสุขสำราญราษฎร์รังสรรค์ อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพังงา ภูเก็ต ระนอง
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

รายงานการนำเสนอนวัตกรรม/วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) เรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ด้วยโมเดล SAFE Technique ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมและนำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่มุ่งแก้ปัญหาและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิชาฟิสิกส์เป็นสาขาวิชาที่ต้องอาศัยกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบและการสร้างมโนภาพทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนส่วนใหญ่มักประสบปัญหาในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ขาดขั้นตอนการตีความโจทย์ และเลือกใช้สูตรที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ ผู้พัฒนาจึงได้สังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหา ร่วมกับแนวคิดทฤษฎีการสร้างสรรคด้วยปัญญา พัฒนาเป็น "SAFE Technique Model" ซึ่งประกอบด้วย ๔ ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ S (Scanned and Sketch) การสแกนข้อมูลและวาดภาพประกอบ, A (Analysis) การวิเคราะห์ตัวแปรที่ทราบค่า (Knowns) และตัวแปรที่ต้องการหา (Unknowns), F (Formula) การเลือกกฎหรือสมการฟิสิกส์ และ E (Explicit to Answer) การคำนวณ ตรวจสอบหน่วย และสรุปคำตอบอย่างชัดเจน

รายงานฉบับนี้ได้สรุปรายละเอียดที่สำคัญครอบคลุม ๖ ประเด็นหลัก ได้แก่ ความสำคัญของนวัตกรรม วัตถุประสงค์และเป้าหมาย ขั้นตอนการดำเนินงาน (PDCA) ผลการดำเนินงานและประโยชน์ที่ได้รับ ปัจจัยความสำเร็จ ตลอดจนบทเรียนที่ได้รับ พร้อมทั้งแนบหลักฐานร่องรอยการเรียนรู้ เทมเพลตใบงาน และตัวอย่างผลงานของนักเรียนเพื่อยืนยันผลสัมฤทธิ์เชิงประจักษ์

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา คณะครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ สนับสนุน และส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรมในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี หวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการนำไปปรับใช้หรือพัฒนาต่อยอด เพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

นายเดชาพัชร สมหมาย
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการ
โรงเรียนสุขสำราญราษฎร์รังสรรค์
ผู้พัฒนานวัตกรรม

สารบัญ

หน้า

คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	๗
ความสำคัญของนวัตกรรม/วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ.....	1
วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการดำเนินงาน.....	3
ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	4
ผลการดำเนินงาน/ประโยชน์ที่ได้รับ.....	8
ปัจจัยความสำเร็จ.....	9
บทเรียนที่ได้รับ.....	10
การเผยแพร่/การได้รับการยอมรับ/รางวัลที่ได้รับ.....	12
ภาคผนวก.....	13
ก. ตัวอย่างแบบทดสอบก่อนเรียน	
ข. ผลการหาคะแนนพัฒนาการและค่าประสิทธิผล	
ค. ตัวอย่างผลงานนักเรียน	
ง. ใบตอบรับการเผยแพร่	

การนำเสนอนวัตกรรม/วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice)
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร ภูเก็ต ระนอง

ชื่อนวัตกรรม/วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ด้วยโมเดล SAFE Technique ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่อผู้พัฒนา นายเดชาพัชร สมหมาย ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการ

โรงเรียน สุขสำราญราษฎร์รังสรรค์ จังหวัด ระนอง

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร ภูเก็ต ระนอง

โทรศัพท์มือถือ: 062-8254612 **e – Mail:** dechapatdomeo@gmail.com

1.ความสำคัญของนวัตกรรม/วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2)พุทธศักราช 2545 และ(ฉบับที่3) พุทธศักราช 2553 ได้บัญญัติแนวทางการจัดการศึกษา โดยยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ หรือผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด การจัดการศึกษาไม่ว่าจะเป็นระบบหรือรูปแบบใด ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม และกระบวนการเรียนรู้ซึ่งได้กำหนดไว้ในมาตรา 24 ว่าการจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ ต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ผลสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆอย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ (กัญญา มั่นเรืองศรี, 2548) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถ

เรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551:4) โดยเฉพาะกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ รู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหา และนำไปใช้ได้จริง โดยครูควรจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเต็มศักยภาพด้วยกระบวนการเรียนรู้และสื่อการสอนที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดสนใจและมีความต้องการจะเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542)

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งในโลกสังคมปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้ทางศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมากมาย (จินตนา คำสอนจิก, 2553) นอกจากนี้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2551:1) ซึ่งการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมุ่งเน้นด้านการพัฒนาผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (ระพีพรรณ พงษ์ปลื้ม, 2557) บทบาทหน้าที่ของ ครู มีการปรับเปลี่ยนไปตามยุคตามสมัย เพื่อให้ทันสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปโดยเฉพาะในยุคปัจจุบันเป็นยุคแห่งเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ทันสมัย มีความก้าวหน้า และสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้มากและรวดเร็วขึ้น ดังนั้น ครูจึงจำเป็นต้องปรับตัวให้พร้อมและพัฒนาตนเองให้ทันยุคที่เปลี่ยนไป อีกทั้งต้องมีความกระตือรือร้นที่จะพัฒนาด้านทักษะวิทยาการให้ทันสมัยเพื่อให้เกิดการเรียนรู้เทคนิค วิธีการเรียน การสอนแบบใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพ (จิรภัทร ทองนพคุณ, 2564) อีกทั้งครูต้องสอนให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งทักษะในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 จะทำให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับทิศทางการศึกษาในปัจจุบัน (ธนพล บรรดาศักดิ์, 2559)

ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการเชื่อมโยงระหว่าง "มโนทัศน์เชิงกายภาพ" (Conceptual Physics) และ "การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์" (Mathematical Problem Solving) จากการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสุขสำราญราษฎร์รังสรรค์ พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ 1) การอ่านโจทย์แล้วไม่สามารถมองเห็นภาพสถานการณ์ได้ (Visual-Spatial Gap) กล่าวคือ ผู้เรียนไม่สามารถแปลงข้อความตัวอักษรให้เป็นภาพหรือแบบจำลองทางฟิสิกส์ ส่งผลให้จับประเด็นสำคัญของปรากฏการณ์ไม่ได้ 2) จับต้นชนปลายไม่ถูกในการเลือกใช้สูตร นั่นคือ ผู้เรียนมักท่องจำสูตรแบบแยกส่วน เมื่อเจอโจทย์ที่มีความซับซ้อน จะใช้วิธี "สุ่มสลับตัวแปรลงในสูตร" โดยขาดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางฟิสิกส์ และ 3) ขาดความประณีตในการตรวจสอบคำตอบ กล่าวคือ ผู้เรียนมักหยุดทันทีเมื่อได้คำนวณตัวเลข โดยละเลยการตรวจสอบหน่วย ความสมเหตุสมผลเชิงกายภาพ (Dimensional & Physical Soundness) และการสื่อความหมายของคำตอบ

ด้วยสาเหตุดังกล่าว ผู้พัฒนาจึงได้สังเคราะห์แนวคิดทางทฤษฎีการเรียนรู้ 3 ส่วนหลัก เพื่อสร้างเป็น SAFE Technique ได้แก่ ส่วนที่ 1 แนวคิด Cognitive Load Theory ของ Sweller (1988) คือ การย่อยกระบวนการคิดออกเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน ช่วยลดภาระการทำงานของความจำระยะสั้น (Working Memory) ทำให้สมองของผู้เรียนโฟกัสกับการวิเคราะห์เชิงลึกได้ดียิ่งขึ้น ส่วนที่ 2 แนวคิด Polya's Problem Solving Process (Polya, 1957): การนำกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา (ทำความเข้าใจโจทย์ - วางแผน - ดำเนินการตามแผน - ตรวจสอบผล) มาประยุกต์ให้เป็นรูปธรรมและเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ และส่วนที่ 3 แนวคิด Dual Coding Theory ของ Paivio (1986): การเชื่อมโยงภาพประกอบควบคู่กับข้อความและสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ เพื่อกระตุ้นการประมวลผลข้อมูลของสมองทั้งสองช่องทางพร้อมกัน

จากเหตุผลและความสำคัญข้างต้น ผู้พัฒนาจึงได้จัดทำนวัตกรรม "การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ด้วยโมเดล SAFE Technique ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1" เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน และสามารถนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

2.วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการดำเนินงาน

2.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 โดยใช้ โมเดล SAFE Technique
2. เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
3. เพื่อศึกษาเจตคติและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยโมเดล SAFE Technique

2.2 เป้าหมายของการดำเนินงาน

- **เป้าหมายเชิงปริมาณ (Quantitative Goals):**

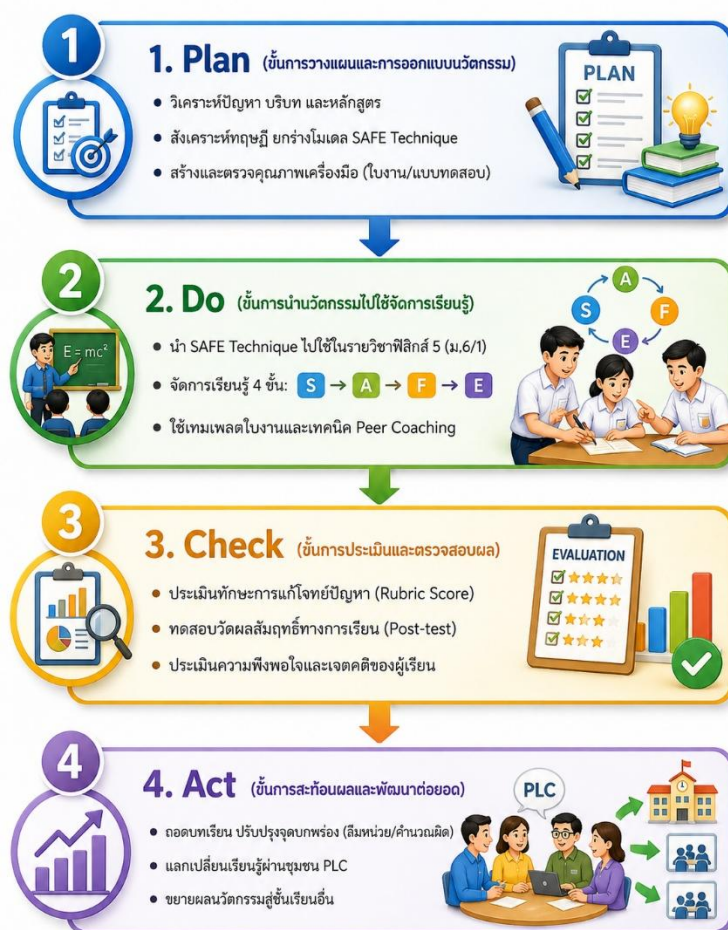
1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนสุราษฎร์ธานีราชภัฏรังสรรค์ ที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์ 5 ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70 มีคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-test) รายวิชาฟิสิกส์ 5 สูงกว่าก่อนเรียน (Pre-test) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยโมเดล SAFE Technique อยู่ในระดับ "มาก" ขึ้นไป

• เป้าหมายเชิงคุณภาพ (Qualitative Goals):

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการทำงานโจทย์ฟิสิกส์อย่างเป็นระบบ โดยสามารถแปลงข้อความโจทย์เป็นแผนภาพประกอบ (S), จำแนกตัวแปร K และ U (A), เลือกใช้สมการทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องตรงตามเงื่อนไข (F) รวมถึงตรวจสอบหน่วยและความสมเหตุสมผลของคำตอบก่อนสรุปคำตอบ (E) ได้อย่างแม่นยำ
2. ผู้เรียนมีความมั่นใจ ลดความวิตกกังวลในการทำโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่มีความซับซ้อน และเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินงานพัฒนานวัตกรรม โมเดล SAFE Technique ผู้พัฒนาได้จัดทำและนำไปใช้ผ่านกระบวนการบริหารจัดการคุณภาพ PDCA (Plan-Do-Check-Act) ควบคู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นระบบและต่อเนื่องสัมพันธ์กันตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นระบบตามวงจร PDCA

จากภาพที่ 1 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ขั้นการวางแผน (Plan : P):การศึกษาบริบท ยกร่าง และสร้างเครื่องมือ

- **การศึกษาสภาพปัญหาและบริบท:** วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชิ้นงาน และสมุดบันทึกการทำโจทย์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้น ม.6/1 โรงเรียนสุขสำราญราษฎร์รังสรรค์ เพื่อระบุจุดบกพร่องหลัก 3 ประการ (ไม่เห็นภาพสถานการณ์, สุ่มใช้สูตร, ละเลยการตรวจทาน)

- **การสังเคราะห์แนวคิดและยกร่างนวัตกรรม:** นำทฤษฎี Cognitive Load Theory (Sweller), Polya's Problem Solving Process และ Dual Coding Theory (Paivio) มาสังเคราะห์เป็นโมเดล SAFE Technique 4 ขั้นตอน

- **การจัดทำสื่อและเครื่องมือประกอบการใช้นวัตกรรม:**

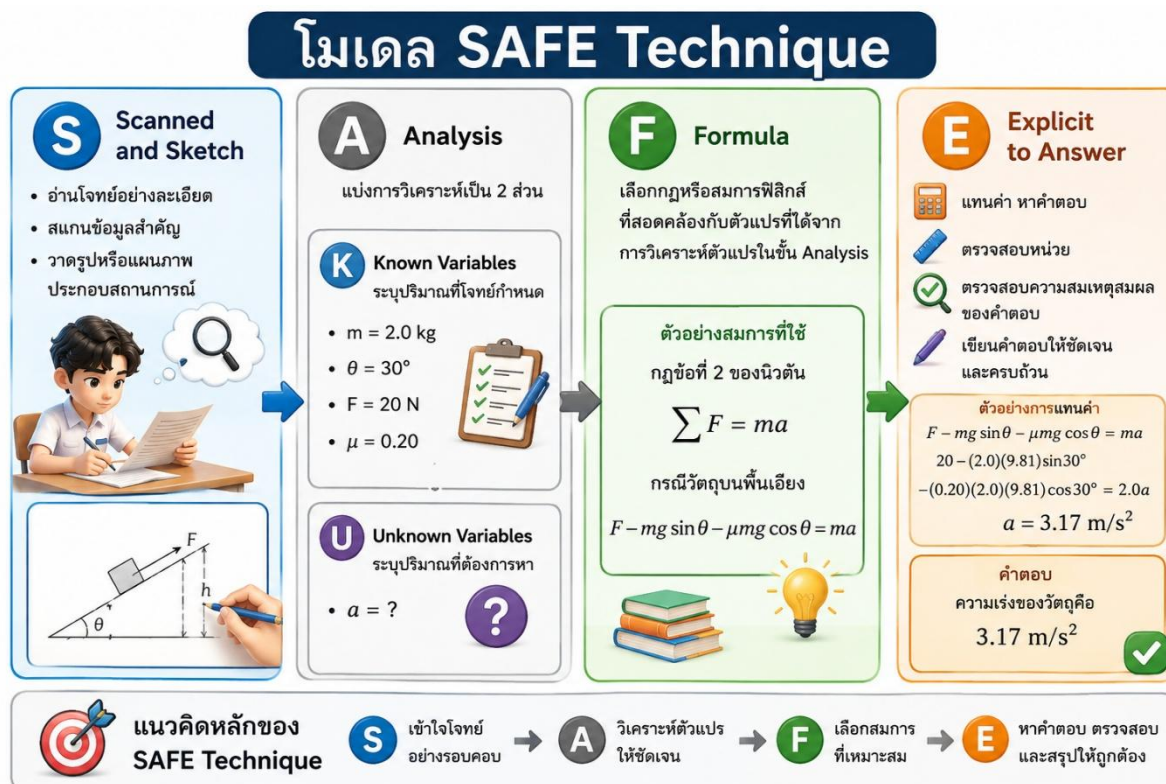
1. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 5 ที่บูรณาการ SAFE Technique
2. เทมเพลตใบงานการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วย SAFE Technique ดังภาพที่ 2

โจทย์ข้อที่	
S Scanned and Sketch (อ่านโจทย์ / สแกนข้อมูลสำคัญ / วาดรูปหรือแผนภาพประกอบ)	
พื้นที่วาดภาพ / แผนภาพประกอบสถานการณ์	
A Analysis (วิเคราะห์ตัวแปร Known / Unknown)	
K = Known Variables (สิ่งที่โจทย์กำหนด)	U = Unknown Variables (สิ่งที่ต้องการหา)
F Formula (เลือกกฎหรือสมการฟิสิกส์ที่สอดคล้องกับตัวแปร)	
E Explicit to Answer (แทนค่า / ตรวจหน่วย / ตรวจความสมเหตุสมผล / เขียนคำตอบ)	
ตรวจสอบหน่วย: _____	
คำตอบ: _____	

ภาพที่ 2 เทมเพลตใบงานการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วย SAFE Technique

3. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบประเมินทักษะตามเกณฑ์ Rubric Score และแบบสอบถามความพึงพอใจ

2. ขั้นการดำเนินงานนำไปใช้ (Do : D): กระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน S-A-F-E ในชั้นเรียน ผู้พัฒนาได้นำ โมเดล SAFE Technique ไปทดลองและปฏิบัติจริงกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โดยมีกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพแสดงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วย โมเดล SAFE Technique

จากภาพที่ 3 สามารถอธิบายได้ดังนี้

- **ขั้นที่ 1 : S (Scanned & Sketch - อ่าน สแกน และวาดภาพ)**
 - ครูฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์อย่างละเอียด ชิดเส้นใต้คำสำคัญ
 - แปลงข้อความความสัมพันธ์เชิงกายภาพให้ออกมาเป็นแผนภาพประกอบ หรือ Free Body Diagram (FBD) เพื่อให้เห็นภาพสถานการณ์ชัดเจน
- **ขั้นที่ 2 : A (Analysis - วิเคราะห์ตัวแปร K & U)**
 - นักเรียนแยกแยะปริมาณทางฟิสิกส์ลงในตารางวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนชัดเจน ได้แก่ K (Known Variables) ระบุตัวแปรที่โจทย์กำหนดพร้อมหน่วยสากล (SI) และ U (Unknown Variables) ระบุตัวแปรที่โจทย์ต้องการหา

- **ขั้นที่ 3 : F (Formula - เลือกกฎ/สมการฟิสิกส์)**
 - นักเรียนพิจารณาชุดตัวแปรที่สกัดได้จากขั้น A แล้วทำการเชื่อมโยงเลือกกฎ นิยาม หรือสมการทางฟิสิกส์ที่สอดคล้องถูกต้องตรงตามเงื่อนไข
 - **ขั้นที่ 4 : E (Explicit to Answer - แทนค่า ตรวจสอบ และตอบคำถาม)**
 - ดำเนินการแทนค่าตัวเลขและคำนวณทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ
 - ตรวจสอบหน่วย (SI Unit) มิติของตัวแปร และตรวจสอบความสมเหตุสมผลเชิงกายภาพของคำตอบก่อนสรุปและเขียนคำตอบที่ชัดเจน
- 3. ขั้นการตรวจสอบและประเมินผล (Check : C):**การเก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผลรอบด้าน
- **ประเมินทักษะกระบวนการทำโจทย์:** ตรวจสอบงานและใบงานของนักเรียน ม.6/1 โดยใช้เกณฑ์ประเมิน Rubric Score ละเอียด 4 ขั้นตอน (S,A,F,E) เพื่อพัฒนาการรายบุคคล
 - **ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน:** ดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-test) เปรียบเทียบกับก่อนเรียน (Pre-test)
 - **ประเมินความพึงพอใจและเจตคติ:** รวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยโมเดล SAFE Technique และสุ่มสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อประเมินความมั่นใจและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์
- 4. ขั้นการปรับปรุงและพัฒนาต่อยอด (Act : A):**การสะท้อนความคิด ปรับปรุง และขยายผล
- **การสะท้อนผลและแก้ไขข้อบกพร่อง (Reflective Practice):** นำข้อมูลจุดบกพร่องที่พบจากขั้น Check เช่น นักเรียนสับสนเรื่องการเปลี่ยนหน่วย หรือคำนวณตัวเลขผิดพลาดในขั้น E มาปรับปรุงโดยเพิ่ม "Checklist จุดระวังเรื่องหน่วย" ลงในเทมเพลตใบงาน
 - **การแลกเปลี่ยนเรียนรู้เชิงวิชาชีพ (PLC):** นำผลการใช้นวัตกรรมเข้าสู่กระบวนการ PLC ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสุุขสำราญราษฎร์รังสรรค์ เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะจากเพื่อนครู
 - **การสรุปผลและขยายผล:** รวบรวมจัดทำเล่มรายงาน Best Practice เผยแพร่เทมเพลตใบงาน และแผนการจัดการเรียนรู้ให้แก่ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์คำนวณนำไปปรับใช้ในชั้นเรียนอื่นต่อไป

4. ผลการดำเนินงาน/ประโยชน์ที่ได้รับ

4.1 ผลสำเร็จของการดำเนินงาน (Performance Results)

จากการนำ โมเดล SAFE Technique ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนสุโขทัยวิทยารัฐราษฎร์รังสรรค์ ปรากฏผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนด ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์: นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์ 5 มีคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนวัดกรรมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป คิดเป็น ร้อยละ 77.78 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายเชิงปริมาณที่ตั้งไว้ (ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน: ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ 5 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (Post-test) สูงกว่าก่อนเรียน (Pre-test) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คะแนนพัฒนาการ: คะแนนพัฒนาการเฉลี่ย เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 62.39 (ภาคผนวก ข)

ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.): ค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยโมเดล SAFE Technique มีค่าเท่ากับ 1.10 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางวิชาการและมีความรู้เพิ่มขึ้นจากความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนเรียน (ถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับสูง) (ภาคผนวก ข)

การลดข้อผิดพลาดสะเพร่า : อัตราการสับสนสูตร และการสับสนเปลี่ยนหน่วยสากล (SI Unit) ของนักเรียนลดลงมากกว่า ร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับก่อนเรียนวัดกรรม

2. ความพึงพอใจและเจตคติต่อการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยโมเดล SAFE Technique พบว่า มีนักเรียนที่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ "มาก" ขึ้นไป คิดเป็น ร้อยละ 88.89 ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ (ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70) โดยนักเรียนระบุว่า SAFE Technique ช่วยให้การทำความเข้าใจฟิสิกส์มีทิศทางที่ชัดเจน ไม่รู้สึกสับสนเมื่อเจอโจทย์ยาว และช่วยให้จดจำขั้นตอนการวิเคราะห์ได้อย่างเป็นระบบ

4.2 คุณค่าของนวัตกรรมที่ส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียน (Value to Learners)

1. **เกิดกรอบความคิดที่เป็นระบบ (Systematic Cognitive Framework):** ผู้เรียนได้รับการปลูกฝังกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีลำดับขั้นตอน เปลี่ยนพฤติกรรมจาก "การเดาตัวแปรเพื่อใส่สูตร" มาเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงกายภาพของปรากฏการณ์อย่างแท้จริง

2. **ก้าวข้ามช่องว่างการเรียนรู้เชิงมิติสัมพันธ์ (Bridging the Visual-Spatial Gap):** ขั้นตอน S (Scanned & Sketch) ช่วยให้นักเรียนสามารถแปลงข้อความโจทย์ที่เป็นอักขระนามธรรมให้กลายเป็นแผนภาพเชิงรูปธรรม ทำให้เห็นภาพรวมของสถานการณ์และทำความเข้าใจโจทย์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

3. ส่งเสริมทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ (Self-Regulation & Metacognition): ขั้นตอน E (Explicit to Answer) ฝึกให้นักเรียนรู้จักการประเมินตนเอง (Self-Checking) ผ่านการตรวจสอบหน่วยสากลและความสมเหตุสมผลของคำตอบก่อนส่งงาน ซึ่งเป็นการสร้างนิสัยความรอบคอบและความประณีตในการทำงานทางวิทยาศาสตร์

4.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากนวัตกรรม / วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Benefits Realized)

- **ประโยชน์ต่อผู้เรียน:**
 - ผู้เรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่เข้มข้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเกิดความมั่นใจในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์
 - ผู้เรียนสามารถย้ายโอนทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาเชิงระบบจาก SAFE Technique ไปประยุกต์ใช้กับการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาอื่น ๆ เช่น เคมี คณิตศาสตร์ หรือใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้
- **ประโยชน์ต่อครูผู้สอน:**
 - มีนวัตกรรมและเทมเพลตการจัดการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม มีเกณฑ์ประเมิน (Rubric Score) ที่สามารถวินิจฉัยจุดบกพร่องของผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างตรงจุดว่านักเรียนติดขัดที่ขั้นตอนใด (S,A,F หรือ E) เพื่อจัดกิจกรรมซ่อมเสริมได้ทันที่
- **ประโยชน์ต่อสถานศึกษาและวงการวิชาการ:**
 - โรงเรียนสุโขทัยวิทยารัฐราษฎร์รังสรรค์ ได้รับต้นแบบวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่สามารถนำไปเผยแพร่ ขยายผล หรือเป็นแบบอย่างให้แก่ครูผู้สอนในโรงเรียนใกล้เคียงเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาในระดับพื้นที่ต่อไป

5. ปัจจัยความสำเร็จ

การดำเนินงานพัฒนานวัตกรรม "การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ด้วยโมเดล SAFE Technique ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1" บรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และการขับเคลื่อนจากบุคคล หน่วยงาน องค์กร และวิธีการสำคัญ ดังนี้:

5.1 ปัจจัยด้านบุคคล หน่วยงาน และองค์กร

- **ผู้บริหารโรงเรียนสุโขทัยวิทยารัฐราษฎร์รังสรรค์:** ให้ความสำคัญและส่งเสริมวิสัยทัศน์ด้านการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนงบประมาณ ทรัพยากร และอำนวยความสะดวกในการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ตลอดจนนิเทศ ติดตาม และให้กำลังใจในการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง

- **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสุุขสำราญราษฎร์รังสรรค์:** คณะครูในกลุ่มสาระฯ ร่วมเป็นกัลยาณมิตรทางวิชาการ ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และวิพากษ์เครื่องมือ/เทมเพลต SAFE Technique ในกระบวนการ PLC เพื่อนำมาปรับปรุงนวัตกรรมให้มีความสมบูรณ์
- **สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พังงา ภูเก็ต ระนอง:** หน่วยงานต้นสังกัดที่ส่งเสริมและให้ทิศทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หนุนเสริมการใช้นวัตกรรมชั้นเรียนเพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับพื้นที่
- **นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนสุุขสำราญราษฎร์รังสรรค์:** ผู้เรียนเปิดใจ สะท้อนปัญหาการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือ ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์อย่างมีวินัย และช่วยเหลือซึ่งกันและกันในชั้นเรียน
- **ผู้ปกครองนักเรียน:** ให้ความร่วมมือกับทางโรงเรียนในการติดตาม คุมประพฤติ และกระตุ้นสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการทำแบบฝึกหัดทบทวนของนักเรียนที่บ้าน

5.2 ปัจจัยด้านวิธีการและกระบวนการดำเนินงาน (Effective Methodologies)

- **การออกแบบนวัตกรรมบนฐานทฤษฎีการเรียนรู้ (Theory-Based Design):** การสังเคราะห์โมเดล SAFE Technique โดยประยุกต์ทฤษฎี Cognitive Load Theory (Sweller), Polya's Problem Solving Process และ Dual Coding Theory (Paivio) ส่งผลให้นวัตกรรมมีโครงสร้างขั้นตอนที่จำง่าย (S-A-F-E) มีลำดับขั้นตอนการคิดที่ชัดเจน ช่วยแก้ปัญหาผู้เรียนได้อย่างตรงจุด
- **กระบวนการบริหารจัดการคุณภาพ PDCA:** การวางแผน (P) นำไปใช้ (D) ตรวจสอบ (C) และปรับปรุง (A) อย่างเป็นระบบ ทำให้เห็นจุดบกพร่องระหว่างทางและนำมาพัฒนาชุดเครื่องมือได้อย่างทันท่วงที
- **การให้ข้อมูลสะท้อนกลับเชิงวินิจฉัย (Diagnostic & Constructive Feedback):** ครูผู้สอนตรวจชิ้นงานด้วยเกณฑ์ Rubric Score และสะท้อนผลการทำโจทย์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลว่าติดขัดในขั้นตอนใด (S,A,F หรือ E) ทำให้นักเรียนแก้ไขข้อผิดพลาดสะเพร่าได้ตรงจุด
- **กระบวนการเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Coaching):** การจัดกิจกรรมจับคู่/กลุ่มย่อยให้ผู้เรียนที่มีทักษะการแก้โจทย์ดีช่วยอธิบายและตรวจสอบขั้นตอน SAFE Technique ให้แก่เพื่อนที่ยังไม่คล่อง เกิดบรรยากาศการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning)

6. บทเรียนที่ได้รับ

จากการนำ โมเดล SAFE Technique ไปใช้ในการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนสุุขสำราญราษฎร์รังสรรค์ ผู้พัฒนาได้ถอดบทเรียนและสรุปประเด็นสำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการนำนวัตกรรมไปใช้และพัฒนาต่อยอด ดังนี้

6.1 ข้อสรุป

1. กระบวนการคิดช่วยยกระดับทักษะอย่างเป็นรูปธรรม: การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่มีความซับซ้อนสามารถพัฒนาได้โดยการใช้กรอบความคิดที่ชัดเจน โมเดล SAFE Technique ช่วยเปลี่ยนกระบวนการคิดของผู้เรียนจากการเดาเพื่อสุ่มใช้สูตร ให้กลายเป็นการคิดวิเคราะห์เชิงระบบ 4 ขั้นตอน ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

2. การลดภาระทางปัญญาส่งผลต่อความมั่นใจของผู้เรียน: การแยกขั้นตอนการสแกนและวาดภาพ (S) ออกจากการวิเคราะห์ตัวแปร (A) ช่วยลดภาระการทำงานของความจำระยะสั้น (Working Memory) ทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจ ไม่รู้สึกสับสนเมื่อเจอโจทย์ยาว และลดความวิตกกังวลในการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้อย่างชัดเจน

6.2 ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะ

• ข้อสังเกตจากการใช้นวัตกรรม:

- ช่วงเริ่มต้นการใช้นวัตกรรม: ในช่วง 1-2 สัปดาห์แรก ผู้เรียนอาจรู้สึกว่าการเขียนลงรายละเอียดทุกขั้นตอน ต้องใช้เวลาทำโจทย์นานขึ้น แต่เมื่อได้รับการฝึกฝน
- อย่างต่อเนื่องจนเกิดความชำนาญ (Automaticity) ผู้เรียนจะสามารถวิเคราะห์และเขียนร้อยเรียงขั้นตอนได้รวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น
- จุดที่ผู้เรียนมักมองข้าม: ขั้นตอน E (Explicit to Answer) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมักละเลยการตรวจสอบหน่วย (SI Unit) และการเช็คความสมเหตุสมผลของคำตอบ การมี Checklist ตรวจสอบคำตอบ ก่อกำชับในเทมเพลตใบงานช่วยลดข้อผิดพลาดสะเพร่านี้ได้มากกว่าร้อยละ 60

• ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้:

1. การปรับใช้ตามระดับความยากของโจทย์: สำหรับโจทย์พื้นฐานที่ไม่ซับซ้อน ครูอาจผ่อนปรนให้นักเรียนจดใจในบางขั้นตอนได้ แต่สำหรับโจทย์แข่งขันหรือโจทย์ประยุกต์ซับซ้อน ควรเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนแจกแจงครบทั้ง 4 ขั้นตอนเพื่อป้องกันความสับสน
2. การใช้สื่อดิจิทัลร่วมจัดการเรียนรู้: สามารถนำเทมเพลต SAFE Technique ไปจัดทำในรูปแบบดิจิทัล เช่น ไฟล์ PDF Interactive หรือแอปพลิเคชันจดบันทึก (เช่น Flexcil, Goodnotes) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้แท็บเล็ตในการวาดภาพประกอบ (S) และเขียนแสดงวิธีทำได้สะดวกยิ่งขึ้น

6.3 ข้อควรระวังในการนำไปใช้

1. การวาดภาพประกอบสถานการณ์ในขั้น S: สำหรับโจทย์ฟิสิกส์ที่มีการเปลี่ยนสถานะหลายขั้นตอน (เช่น การชนหลายจังหวะ หรือการเคลื่อนที่แยกช่วงเวลา) ครูต้องกำชับให้นักเรียนวาดภาพแยกสถานะ หรือใช้สีที่แตกต่างกันเพื่อป้องกันการสับสนตัวแปร
2. การเลือกสมการในขั้น F: ต้องระวังไม่ให้นักเรียนท่องจำเพียงแค่สูตรลัด โดยละเลยนิยามหรือเงื่อนไขขอบเขตของกฎฟิสิกส์นั้นๆ ครูควรเน้นย้ำให้นักเรียนระบุเงื่อนไขการใช้สมการก่อนแทนค่าเสมอ
3. การใช้เวลาในการปรับตัว: ครูผู้สอนไม่ควรรีบร้อนประเมินผลในช่วงแรกที่เริ่มใช้เทคนิค แต่ควรเน้น

การให้ข้อมูลสะท้อนกลับเชิงบวก เพื่อสร้างความคุ้นเคยและทัศนคติที่ดีต่อการใช้โมเดล

6.4 แนวทางการพัฒนาต่อยอดให้ประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น

- **การขยายผลข้ามกลุ่มสาระ/รายวิชา:** สามารถขยายผลโมเดล SAFE Technique ไปปรับใช้กับการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาคำนวณอื่นๆ เช่น เคมี (เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์/แก๊ส) และคณิตศาสตร์ หรือ วิทยาศาสตร์ระดับชั้น ม.ต้น
- **การสร้างคลังโจทย์ SAFE Physics:** จัดทำคลังโจทย์ปัญหาฟิสิกส์จำแนกตามบทเรียน พร้อมเฉลยละเอียดแบบ Step-by-Step ตามโมเดล SAFE Technique เพื่อให้ผู้เรียนใช้สำหรับศึกษาค้นคว้าและฝึกฝนด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) ต่อไป

7. การเผยแพร่/การได้รับการยอมรับ/รางวัลที่ได้รับ

ผู้พัฒนานวัตกรรมได้นำผลงานและรายงานการพัฒนานวัตกรรม/วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) โมเดลเทคนิคการทำโจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ "SAFE Technique" ไปเผยแพร่สู่สาธารณชน เพื่อเป็นประโยชน์แก่คณะครู ผู้สอนวิทยาศาสตร์ และผู้ที่สนใจ ผ่านช่องทางเว็บไซต์วิชาการทางการศึกษา ดังนี้

1. การเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์วิชาการระดับประเทศ (kroobannok.com):

ชื่อผลงานที่เผยแพร่: บทคัดย่อ “การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยโมเดล "SAFE Technique" ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1”

- **หน่วยงาน/สื่อที่เผยแพร่:** เว็บไซต์ครูบ้านนอกดอทคอม ([www.kroobannok.com])
- **วันที่ดำเนินการเผยแพร่:** 6 สิงหาคม 2569
- **ลิงก์อ้างอิงการเผยแพร่ (URL):**

https://www.kroobannok.com/board_view.php?b_id=196846

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1

วิชา ฟิสิกส์ | หัวข้อ : แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetism)

จำนวน 25 ข้อ | คะแนนเต็ม 25 คะแนน | เวลา 40 นาที

คำชี้แจง: ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. หน่วย SI ของความเข้มสนามแม่เหล็ก (B) คือข้อใด

ก. แอมแปร์ (A)

ข. เทสลา (T)

ค. เวเบอร์ (Wb)

ง. เฮนรี (H)

2. แรงที่กระทำต่ออนุภาคประจุ q เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v ในสนามแม่เหล็ก B คือข้อใด

ก. $F = qE$

ข. $F = qvB \sin\theta$

ค. $F = qvB \cos\theta$

ง. $F = qv^2B$

3. สูตรแรงที่กระทำต่อลวดตัวนำความยาว L มีกระแส I อยู่ในสนามแม่เหล็ก B คือข้อใด

ก. $F = BIL \sin\theta$

ข. $F = BIL \cos\theta$

ค. $F = BI/L$

ง. $F = BL/I$

4. กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์กล่าวว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับข้อใด

ก. อัตราการเปลี่ยนแปลงของประจุ

ข. อัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็ก

ค. ผลคูณของกระแสกับความต้านทาน

ง. ผลหารของแรงดันต่อกระแส

5. ฟลักซ์แม่เหล็ก (Φ) คำนวณได้จากสูตรใด เมื่อ B ทำมุม θ กับเวกเตอร์พื้นที่ A

ก. $\Phi = BA \sin\theta$

ข. $\Phi = BA \cos\theta$

ค. $\Phi = B/A$

ง. $\Phi = A/B$

6. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดินทางในสุญญากาศด้วยความเร็วเท่าใด

ก. 3×10^6 m/s

ข. 3×10^8 m/s

ค. 3×10^{10} m/s

ง. 3×10^{12} m/s

7. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดใดมีความถี่สูงสุด

ก. คลื่นวิทยุ

ข. แสงที่มองเห็น

ค. รังสีเอกซ์

ง. รังสีแกมมา

8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดใดมีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 400–700 nm

- ก. อินฟราเรด
- ข. อัลตราไวโอเลต
- ค. แสงที่มองเห็น
- ง. รังสีเอกซ์

9. ตัวเหนี่ยวนำ (Inductor) ด้านการเปลี่ยนแปลงของปริมาณใด

- ก. แรงดันไฟฟ้า
- ข. กระแสไฟฟ้า
- ค. ความต้านทาน
- ง. พลังงาน

10. ผู้ค้นพบว่ากระแสไฟฟ้าสามารถสร้างสนามแม่เหล็กได้เป็นคนแรกคือใคร

- ก. ไมเคิล ฟาราเดย์
- ข. เจมส์ แมกซ์เวลล์
- ค. ฮันส์ คริสเตียน เออร์สเทด
- ง. อังเดร-มารี อองแปร์

11. อิเล็กตรอน ($q = 1.6 \times 10^{-19}$ C) เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2×10^6 m/s ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก $B = 0.5$ T แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออิเล็กตรอนมีค่าเท่าใด

- ก. 1.6×10^{-14} N
- ข. 1.6×10^{-13} N
- ค. 3.2×10^{-13} N
- ง. 8.0×10^{-14} N

12. ลวดตัวนำยาว 0.5 m มีกระแสไฟฟ้า 4 A วางตั้งฉากในสนามแม่เหล็ก $B = 0.3$ T แรงที่กระทำต่อลวดมีค่าเท่าใด

- ก. 0.3 N
- ข. 0.6 N
- ค. 1.2 N
- ง. 2.4 N

13. ขดลวดรูปสี่เหลี่ยมพื้นที่ 0.02 m² วางในสนามแม่เหล็ก $B = 0.5$ T โดยสนามตั้งฉากกับระนาบขดลวด ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดมีค่าเท่าใด

- ก. 0.001 Wb
- ข. 0.01 Wb
- ค. 0.02 Wb
- ง. 0.1 Wb

14. ขดลวด 200 รอบ มีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงจาก 0.05 Wb เป็น 0.15 Wb ในเวลา 2 s แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำมีค่าเท่าใด

- ก. 5 V
- ข. 10 V
- ค. 15 V
- ง. 20 V

15. หม้อแปลงไฟฟ้ามีขดลวดปฐมภูมิ 500 รอบ ทดติภูมิ 2,500 รอบ ถ้าแรงดันปฐมภูมิ 220 V แรงดันทุติภูมิมีค่าเท่าใด

- ก. 44 V
- ข. 220 V
- ค. 1,100 V
- ง. 2,500 V

16. หม้อแปลงไฟฟ้า 100% ประสิทธิภาพ มีแรงดันปฐมภูมิ 240 V กระแสปฐมภูมิ 2 A แรงดันทุติยภูมิ 12 V กระแสทุติยภูมิมีค่าเท่าใด

- | | |
|----------|----------|
| ก. 0.1 A | ข. 1 A |
| ค. 40 A | ง. 480 A |

17. แท่งโลหะยาว 0.4 m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 m/s ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก $B = 0.2 \text{ T}$ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำมีค่าเท่าใด

- | | |
|-----------|----------|
| ก. 0.04 V | ข. 0.1 V |
| ค. 0.4 V | ง. 1 V |

18. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ $6 \times 10^{14} \text{ Hz}$ มีความยาวคลื่นเท่าใด ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- | | |
|-----------|-------------|
| ก. 200 nm | ข. 500 nm |
| ค. 700 nm | ง. 1,000 nm |

19. คลื่นวิทยุ AM ความยาวคลื่น 300 m มีความถี่เท่าใด ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- | | |
|----------|------------|
| ก. 1 kHz | ข. 100 kHz |
| ค. 1 MHz | ง. 10 MHz |

20. ลวดตรงมีกระแส $I = 5 \text{ A}$ สนามแม่เหล็กที่ระยะห่าง $r = 0.1 \text{ m}$ จากลวดมีค่าเท่าใด ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$)

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| ก. $5 \times 10^{-6} \text{ T}$ | ข. $1 \times 10^{-5} \text{ T}$ |
| ค. $2 \times 10^{-5} \text{ T}$ | ง. $4 \times 10^{-5} \text{ T}$ |

21. ตัวเหนี่ยวนำ $L = 0.5 \text{ H}$ มีกระแสเปลี่ยนแปลง $\Delta I / \Delta t = 4 \text{ A/s}$ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำตัวเองมีค่าเท่าใด

- | | |
|----------|--------|
| ก. 0.5 V | ข. 1 V |
| ค. 2 V | ง. 8 V |

22. ตัวเหนี่ยวนำ $L = 2 \text{ H}$ มีกระแส $I = 3 \text{ A}$ พลังงานที่สะสมในตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่าใด

- | | |
|--------|---------|
| ก. 3 J | ข. 6 J |
| ค. 9 J | ง. 18 J |

23. หม้อแปลงมีอัตราส่วนรอบ $N_1:N_2 = 1:10$ ถ้ากระแสทุติยภูมิ 0.5 A กระแสปฐมภูมิมีค่าเท่าใด (ไม่คิดการสูญเสีย)

- | | |
|-----------|----------|
| ก. 0.05 A | ข. 0.5 A |
| ค. 5 A | ง. 50 A |

24. ลวดขนานสองเส้นอยู่ห่างกัน 0.1 m มีกระแส $I_1 = 2$ A และ $I_2 = 3$ A แรงแຕ่ความยาว 1 m ระหว่างลวดทั้งสองมีค่าเท่าใด ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T·m/A)

ก. 6×10^{-6} N/m

ข. 1.2×10^{-5} N/m

ค. 6×10^{-5} N/m

ง. 1.2×10^{-4} N/m

25. ขดลวด 100 รอบ พื้นที่ 0.01 m² หมุนในสนามแม่เหล็ก $B = 0.2$ T ด้วยความเร็วเชิงมุม $\omega = 100\pi$ rad/s แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่าใด

ก. 2π V

ข. 4π V

ค. 20π V

ง. 200π V

ภาคผนวก ข

ผลการหาคะแนนพัฒนาการและค่าประสิทธิผล

คะแนนพัฒนาการ

สูตร ร้อยละคะแนนพัฒนาการ = $\frac{\text{คะแนนสอบหลังเรียน} - \text{คะแนนสอบก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนก่อนเรียน}} \times 100\%$

ค่าประสิทธิผล (E.I)

สูตร $E.I. = \frac{\text{posttest} - \text{pretest}}{\text{pretest}}$

โดย E.I. คือ ค่าประสิทธิผล

Posttest คือ คะแนนทดสอบหลังเรียน

Pretest คือ คะแนนทดสอบก่อนเรียน

ผลการหาคะแนนพัฒนาการและค่าประสิทธิผล

การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ด้วยโมเดล SAFE Technique ในรายวิชาฟิสิกส์ 5

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1

นักเรียนคนที่	แบบทดสอบก่อนเรียน (25 คะแนน)	แบบทดสอบหลังเรียน (25 คะแนน)	คะแนนพัฒนาการ (%)
1	8	18	58.82
2	10	19	60.00
3	6	23	89.47
4	9	19	62.50
5	13	19	50.00
6	11	22	78.57
7	8	17	52.94
8	8	17	52.94
9	9	18	56.25
ค่าเฉลี่ย	9.11	19.11	62.39
	E.I.= 1.10		

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

ใบงานฟิสิกส์ เรื่อง ฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 | เทมเพลตการแก้โจทย์ปัญหาแบบ SAFE Technique

ชื่อ-นามสกุล ห.ส. ไร่ผาขาว นฤตดาวัลย์ เลขที่ 6 ชั้น ม.6/1

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาแต่ละข้อโดยใช้เทคนิค SAFE ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

S	Scanned and Sketch	อ่านโจทย์อย่างละเอียด สแกนข้อมูลสำคัญ วาดรูปหรือแผนภาพประกอบสถานการณ์
A	Analysis	K = Known Variables (ระบุปริมาณที่โจทย์กำหนด) U = Unknown Variables (ระบุปริมาณที่ต้องการหา)
F	Formula	เลือกกฎหรือสมการฟิสิกส์ที่สอดคล้องกับตัวแปรที่ได้จากขั้น Analysis
E	Explicit to Answer	แทนค่า หาคำตอบ ตรวจสอบหน่วย ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เขียนคำตอบให้ชัดเจนและครบถ้วน

10
10

นายเดชาพัชร สมหมาย

โจทย์ข้อที่ 1

ขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด $0.20 \text{ m} \times 0.15 \text{ m}$ วางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 0.50 T โดยระนาบของขดลวดตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก (เส้นแรงแม่เหล็กพุ่งผ่านขนานกับเส้นตั้งฉากผิวขดลวดพอดี) จงหาขนาดของฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวด

S Scanned and Sketch (อ่านโจทย์ / สแกนข้อมูลสำคัญ / วาดรูปหรือแผนภาพประกอบ)

พื้นที่วาดภาพ / แผนภาพประกอบสถานการณ์



A Analysis (วิเคราะห์ตัวแปร Known / Unknown)

K = Known Variables (สิ่งที่โจทย์กำหนด)

ขนาดของขดลวด กว้าง $\times$ ยาว $= 0.20 \text{ m} \times 0.15 \text{ m}$

พื้นที่ของขดลวด $A = 0.20 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} = 0.03 \text{ m}^2$

ขนาดสนามแม่เหล็ก $B = 0.50 \text{ T}$

มุมระหว่างสนามแม่เหล็กกับเส้นตั้งฉากของพื้นที่ $\theta = 0^\circ$

U = Unknown Variables (สิ่งที่ต้องการหา)

ฟลักซ์แม่เหล็ก Φ ?

F Formula (เลือกกฎหรือสมการฟิสิกส์ที่สอดคล้องกับตัวแปร)

$$\Phi = BA \cos \theta$$

E Explicit to Answer (แทนค่า / ตรวจสอบหน่วย / ตรวจสอบความสอดคล้อง / เขียนคำตอบ)

ให้ค่า $\Phi = (0.50) \times (0.03) \times \cos(0^\circ)$ ✓
 $= (0.50) \times (0.03) \times (1)$
 $= 0.015 \text{ Wb}$ ✓

ตรวจสอบหน่วย: $T \times m^2 = Wb$

คำตอบ: 0.015 Wb

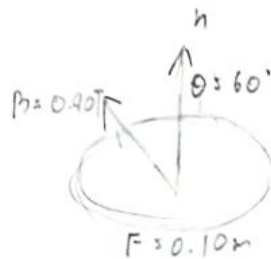
โจทย์ข้อที่ 2

ขดลวดวงกลมรัศมี 0.10 m วางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 0.40 T โดยเส้นแรงแม่เหล็กทำมุม 60° กับเส้นตั้งฉาก (normal) ของระนาบขดลวด จงหาขนาดของฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวด

5

S Scanned and Sketch (อ่านโจทย์ / สแกนข้อมูลสำคัญ / วาดรูปหรือแผนภาพประกอบ)

พื้นที่วาดภาพ / แผนภาพประกอบสถานการณ์



A Analysis (วิเคราะห์ตัวแปร Known / Unknown)

K = Known Variables (สิ่งที่โจทย์กำหนด)

รัศมีขดลวดวงกลม $r = 0.10 \text{ m}$

พื้นที่ผิวขดลวดวงกลม $A = \pi r^2 = \pi \times (0.10 \text{ m})^2 = 0.0314 \text{ m}^2$

พหุคูณสนามแม่เหล็ก $B = 0.40 \text{ T}$

มุมระหว่างสนามแม่เหล็กกับเส้นตั้งฉาก $\theta = 60^\circ$

U = Unknown Variables (สิ่งที่ต้องการหา)

ฟลักซ์แม่เหล็ก $\Phi = ?$

F Formula (เลือกกฎหรือสมการฟิสิกส์ที่สอดคล้องกับตัวแปร)

$$\Phi = BA \cos \theta$$

E Explicit to Answer (แทนค่า / ตรวจหน่วย / ตรวจความสมเหตุสมผล / เขียนคำตอบ)

แทนค่า $\Phi = (0.40 \text{ T}) \times (0.01 \pi \text{ m}^2) \times \cos(60^\circ)$

$$= 0.40 \times (0.01 \times 3.1416) \times 0.5$$

$$= 0.40 \times 0.031416 \times 0.5$$

$$= 0.00628 \text{ Wb}$$

ตรวจสอบหน่วย: $\text{T} \times \text{m}^2 = \text{Wb}$

คำตอบ: 0.00628 Wb

ภาคผนวก ง

ใบตอบรับการเผยแพร่

ใบตอบรับการเผยแพร่ผลงาน
6 ส.ค. 2569

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่บทความ

เรียน ผู้เผยแพร่ผลงาน (คุณเดชาพัชร สมหมาย)

ตามที่ท่านได้ส่งข้อมูลบทความ เพื่อดำเนินการเผยแพร่บนเว็บไซต์ ครัวบ้านนอกตอทคอม
(www.kroobannok.com) เมื่อ 6 ส.ค. 2569 เพื่อพิจารณาเผยแพร่นั้น

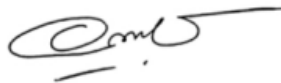
ทางเว็บไซต์ครัวบ้านนอกตอทคอม ขอรับรองว่า ข้อมูลของท่านได้เผยแพร่บนเว็บไซต์
ครัวบ้านนอกตอทคอมแล้ว รายละเอียดดังนี้

ที่อยู่อ้างอิงในการเผยแพร่ : https://www.kroobannok.com/board_view.php?b_id=196846

วันที่ดำเนินการเผยแพร่ : 6 ส.ค. 2569

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าข้อมูลที่เผยแพร่แล้วของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ เพื่อเป็นแนวทาง
และประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการศึกษา และขออวยพรให้ท่านมีแต่ความสุขความเจริญสืบไป

ขอแสดงความนับถือ



(นายอดิสร ก้อนคำ)
ผู้จัดทำเว็บไซต์ ครัวบ้านนอกตอทคอม

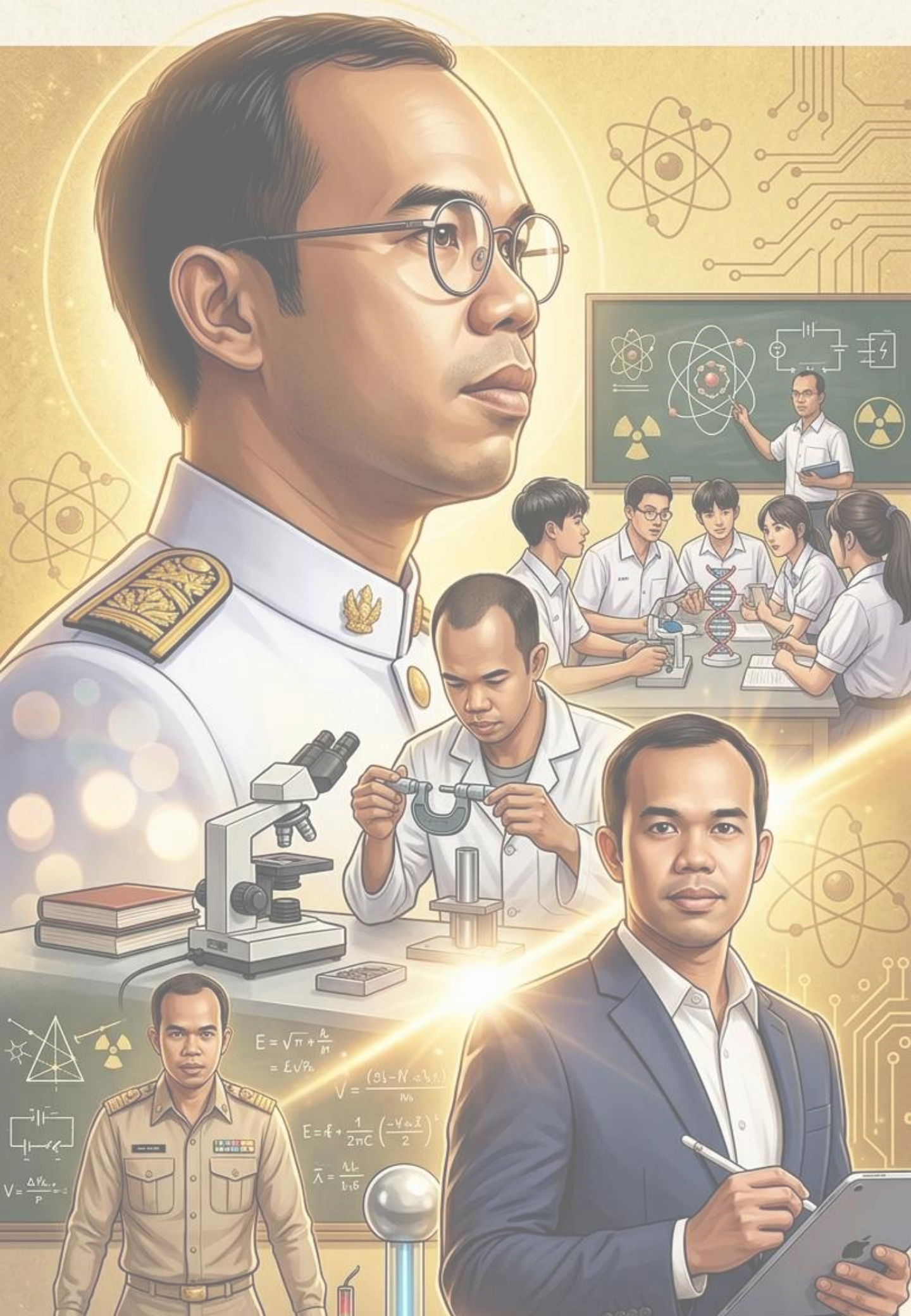
การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยโมเดล "SAFE Technique" ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1



การจัดทำรายงานนวัตกรรม/วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาระบบการคิดและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 โดยใช้โมเดล SAFE Technique (2) ยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และ (3) ศึกษาเจตคติและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยโมเดล SAFE Technique กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนสุราษฎร์ธานีราชภัฏสงขลา ที่กำลังศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ 5 นวัตกรรมโมเดล SAFE Technique ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ได้แก่ S (Scanned and Sketch): อ่าน ตรวจสอบแก่นข้อมูลสำคัญ และวาดภาพประกอบสถานการณ์ A (Analysis): แยกแยะปริมาณที่ทราบค่า (Knowns : K) และปริมาณที่ต้องการหา (Unknowns : U) F (Formula): เลือกกฎหรือสมการฟิสิกส์ที่สอดคล้องกับตัวแปร และ E (Explicit to Answer): แทนค่า คำนวณ ตรวจสอบหน่วยและมิติ ตลอดจนประเมินความสมเหตุสมผลเพื่อสรุปคำตอบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดล SAFE Technique, ใบงานและแบบฟอร์มเพิ่มเติม SAFE Worksheet, แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Pre-test และ Post-test) และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ, ค่าเฉลี่ย, การทดสอบค่าที (t-test dependent) และค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) ผลการใช้นวัตกรรมปรากฏดังนี้: ด้านกระบวนการคิด ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน: นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 มีคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังใช้นวัตกรรมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 77.78 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายเชิงปริมาณที่กำหนดไว้ (ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ 5 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (Post-test) สูงกว่าก่อนเรียน (Pre-test) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 62.39 ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) ของการเรียนรู้ด้วยโมเดล SAFE Technique มีค่าเท่ากับ 1.10 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางวิชาการและมีความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิมในระดับสูงอัตราการเกิดข้อผิดพลาดสะเพร่า เช่น การสับสนสลับใช้สูตรและการสับสนเปลี่ยนหน่วยสากล (SI Unit) ลดลงมากกว่าร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับก่อนใช้นวัตกรรมด้านเจตคติและความพึงพอใจต่อการเรียนรู้: นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยโมเดล SAFE Technique ในระดับ "มาก" ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 88.89 ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ (ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70) โดยสะท้อนเจตคติเชิงบวกว่า โมเดลดังกล่าวช่วยให้การทำโจทย์ฟิสิกส์มีทิศทางที่ชัดเจน ลดความสับสนเมื่อเจอโจทย์ที่มีข้อความยาว และช่วยให้สามารถจดจำกระบวนการวิเคราะห์ได้อย่างเป็นระบบ

โพสโดย **Dechapat.S** : [6 ส.ค. 2569 (10:38 น.)]
อ่าน [1] ไอพี : 223.24.189.144
หากข้อความนี้ไม่เหมาะสม [คลิก](#) 

Advertisement



$$E = \sqrt{\pi + \frac{h}{h}} \\ = E\sqrt{p_0} \\ \sqrt{= \frac{(31-N-1/2)}{N_0}}$$

$$E = f + \frac{1}{2\pi C} \left(\frac{-V_0 \cdot \vec{x}}{2} \right)^2$$

$$\frac{\omega}{\lambda} = \frac{\omega L}{b \cdot 6}$$

$$V = \frac{\Delta V_{L_{\text{max}}}}{P}$$