

สารบัญ

หน้า

หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีการสอนแบบ KWDL	1
--	---

ผู้วิจัย: ปัทมวรรณ กองทุน

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	4
---	---

ผู้วิจัย: ภัทรสุดา ประสานพันธ์

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพลวัต GEOGEBRA เรื่อง ปริซึม เพื่อศึกษาความคิดเชิงเรขาคณิตสามมิติ	6
---	---

ผู้วิจัย: มลฤดี มณีล้ำ

ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละ	8
--	---

ผู้วิจัย: สุชากานต์ สิงห์ทอง

สาขาวิชาเคมี

การพัฒนาเอ็นโนโตรซามีนเซนเซอร์ชนิดใหม่โดยใช้ขั้วไฟฟ้ากราฟีนแบบพิมพ์สกรีนดัดแปรด้วยอนุภาคพลาสมาเดียนนาโนที่เคลือบด้วยพอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล	11
---	----

ผู้วิจัย: กานพิชชา สมเนตร

การใช้ประโยชน์วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานไฟฟ้าเพื่อการเตรียมซีโอไลต์เป็นวัสดุเฉพาะทางและการประยุกต์ใช้ในทางสิ่งแวดล้อมและอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	15
--	----

ผู้วิจัย: ดร.ณิ สุขจิต

การศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับกลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของฟอร์มัลดีไฮด์ (HCHO) โดยใช้ออกซิเจน (O ₂) บนตัวเร่งปฏิกิริยาโมลิบดีนัมไดซัลไฟด์แบบชั้นเดียวที่เจือด้วยอะตอมโคบอลต์	19
---	----

ผู้วิจัย: ธนดล จิตวัฒนศิริกุล

ตัวตรวจวัดเรืองแสงที่ใช้คูมารินชนิดใหม่สำหรับตรวจวัดที่เฉพาะเจาะจงไอออนของฟลูออไรด์ ไฮยาไนด์ ฟอสเฟต ซัลเฟต เพอร์ริก และเหล็ก (III)	22
--	----

ผู้วิจัย: พนิดา สีตะวัน

สารบัญ

	หน้า
การเตรียมคอมโพสิตเมมเบรนเคลือบด้วยแผ่นฟิล์มบางพิเศษสำหรับใช้เป็นวัสดุกรองระดับนาโน	24
ผู้วิจัย: เพ็ชชรี คำภาท	
การศึกษาวัสดุคาร์บอนที่ประกอบด้วยโลหะทรานซิชันชนิดใหม่เพื่อใช้ในการกักเก็บไฮโดรเจน	28
โดยวิธีทางทฤษฎี	
ผู้วิจัย: รัชฎาธิ์ อินตะยศ	
การเตรียมโฟมจากน้ำยางธรรมชาติที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำอย่างยิ่งยวดและชอบน้ำมันอย่างยิ่งยวด	30
โดยการเคลือบท่อนาโนฮาลอเจนไฮดรอกไซด์ที่ถูกดัดแปรพื้นผิวด้วยเฮกซะเดกซิลไตรเมทอกซีไซเลน	
เพื่อนำไปใช้ในการขจัดคราบน้ำมัน	
ผู้วิจัย: ศิริรัตน์ ศรีสมบัติ	
การพัฒนาเซนเซอร์แบบคู่สำหรับตรวจวัดไกลโฟเสตและพาราควอตโดยใช้ขั้วไฟฟ้ากราไฟต์	34
แบบพิมพ์สกรีนดัดแปรด้วยอนุภาคซิลิกาที่มีรูพรุนระดับเมโซ-แมโครที่เคลือบด้วย	
พอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล	
ผู้วิจัย: สุภัตสร ธิมูลนีย์	
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	
การวิเคราะห์ความรู้สึกจากข้อความภาษาไทยของข้อคิดเห็นในเฟซบุ๊กด้วยนาอ์ฟเบย์	38
ผู้วิจัย: ชวิต ภูมิพนา	
การพัฒนาวิธีการจำแนกภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ โรคหลอดเลือดสมอง ด้วยวิธีโครงข่าย	40
ประสาทเทียมแบบสังวัตนาการ	
ผู้วิจัย: ณัฐนนท์ ลำสมุทร	
วิธีการเลือกสำหรับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมโดยใช้วัตถุแบบไดนามิก	42
ผู้วิจัย: ทศพร งามเถื่อน	
การพัฒนาวิธีวัดความคล้ายคลึงของข้อความเพื่อการเทียบโอนหน่วยกิตโดยใช้โครงข่าย	44
ประสาทเทียม	
ผู้วิจัย: พิมพ์นารา รามางกูร	
การพยากรณ์การออกกลางคันของนักศึกษามหาวิทยาลัยจากการปรับปรุงด้วยการคัดเลือก	40
คุณลักษณะร่วมกับเทคนิคเหมืองข้อมูล	
ผู้วิจัย: อนุวัฒน์ เปาพาทย์	

สารบัญ

	หน้า
สาขาวิชาฟิสิกส์	
ศึกษาคุณสมบัติของแบตเตอรี่ลิเทียมเมื่อโดปด้วยโลหะทรานสิชัน LiMnO_2 , LiCoO_2 กับ Sc, V, Tc	48
ผู้วิจัย: นนทวัฒน์ ไชยโอชะ	
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ	
แนวทางการพัฒนาการขนส่งอย่างยั่งยืนเพื่อการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	50
ผู้วิจัย: ตระการ พรหมสำลี	
การศึกษาประสิทธิภาพของการจัดเก็บตัวอย่างเซลล์เยื่อบุกระพุ้งแก้มด้วยก้านสำลีสำหรับการเพิ่มปริมาณพีซีอาร์โดยตรงเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลโดยใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ	54
ผู้วิจัย: วิทยา วงษ์ตรี	
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา	
การอธิบายแบบ ข้อสรุป-หลักฐาน-เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการทดลอง เรื่องแรงและการเคลื่อนที่	56
ผู้วิจัย: ทิวักร แก่นษา	
การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ	58
ผู้วิจัย: ปริณวรณ์ สุนทรักษ์	
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบหายใจ ด้วยกิจกรรมการลงมือปฏิบัติบนพื้นฐานการสืบเสาะวิทยาศาสตร์	60
ผู้วิจัย: ศรัณญา ศรีเนตร	
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตี และการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ขั้น	62
ผู้วิจัย: ศศิธร กุแก้ว	
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการปฏิบัติบนฐานการสืบเสาะหา ความรู้ 5Es	64
ผู้วิจัย: สุปราณี หัวดอน	



สารบัญ

	หน้า
การศึกษาแบบจำลองความคิดจากการวาดภาพ เรื่องระบบสุริยะของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	66
ผู้วิจัย: สุวรรณ โลมกลาง	
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	68
ผู้วิจัย: อำพร ฟ้าห่วน	
แบบจำลองการหักเหของแสงอย่างง่ายเพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	70
ผู้วิจัย: อิศระ พิมวัน	
หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต	
สาขาวิชาเคมี	
การพัฒนาเซนเซอร์ทางเคมีไฟฟ้าบนฐานของวัสดุคาร์บอนสำหรับการตรวจวัดสารกำจัดศัตรูพืชชนิดคาร์บาเมต	72
ผู้วิจัย: กาญจนา คุณพาที	
การพัฒนาวิธีการตรวจวัดทางสีโดยใช้อนุภาคซิลเวอร์ฟอสเฟต/ซิลเวอร์นาโนคอมโพสิต เพื่อเป็นตัวติดฉลากโดยอาศัยหลักการภูมิคุ้มกันวิทยาและตัวเร่งในการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหาร	76
ผู้วิจัย: ณัฐพร มาลาหอม	
การพัฒนาเคมีเซลล์เซนเซอร์ด้วยวัสดุนาโนและพอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล สำหรับการตรวจวัดสารบ่งชี้ทางชีวภาพอย่างจำเพาะเจาะจงและมีสภาพไวสูง	80
ผู้วิจัย: นงค์เยาว์ นนทวงษ์	
การปรับปรุงตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัมขนาดนาโนและมีรูพรุนสำหรับการเปลี่ยนสารประกอบคาร์บอนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มโดยอาศัยการศึกษาทางทฤษฎี	84
ผู้วิจัย: ยุวันดา อินจงกล	
การพัฒนาไฮโดรเจลเชื่อมโยงแบบกึ่งโครงร่างตาข่ายที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพของแป้งมันสำปะหลังกราฟต์ด้วยพอลิอะคริลิกแอซิด/ยางธรรมชาติ/พอลิไวนิล แอลกอฮอล์เพื่อเป็นสารเคลือบปุ๋ยยูเรียปลดปล่อยช้า	88
ผู้วิจัย: วารุณี ตานันต์	



สารบัญ

	หน้า
สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ	
การผลิตเอนไซม์เซลลูเลสโดยจุลินทรีย์ที่แยกได้จากธรรมชาติ	91
ผู้วิจัย: สุรียา ดิ่งทอง	
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา	
การพัฒนาระบบสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนแบบกลับด้าน	94
ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ	
ผู้วิจัย: เอกกราช ธรรมษา	

บทคัดย่อ

- เรื่อง : การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมและเศษส่วน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีการสอนแบบ KWDL
- ผู้วิจัย : ปัทมวรรณ กองทุน
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : คณิตศาสตร์ศึกษา
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัช นิลสระคู
- คำสำคัญ : สมรรถนะการเรียนรู้คณิตศาสตร์, การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบ KWDL, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์, ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโตน้อย จังหวัดสุรินทร์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 26 คน แบ่งกลุ่มเป้าหมายเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 13 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 13 คน ดำเนินการวิจัยโดยให้นักเรียน ทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน จากนั้นกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แล้วให้ทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบ หลังเรียนและแบบทดสอบวัดความคงทน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน หลังเรียน และแบบทดสอบวัดความคงทนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ทำการวิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานและการทดสอบที (t - test) และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING COMPETENCIES ON
DECIMALS AND FRACTIONS OF GRADE 7 WITH KWDL TEACHING
METHOD

AUTHOR : PATTAMAWAN KONGTOON

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : MATHEMATICS EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. WEERAYUTH NILSRAKOO, Ph.D.

KEYWORDS : MATHEMATICS LEARNING COMPETENCIES, LEARNING ACTIVITIES
USING KWDL TECHNIQUE, MATHEMATICS WORD PROBLEM SOLVING
ABILITY, MATHEMATICS WORD COMMUNICATION ABILITY,
RETENTION ON MATHEMATICS

The purpose of this research was to assess the ability for mathematics learning and problem-solving skills, math term communication capacity, and retention of mathematical learning by comparing the KWDL technique with conventional learning activities, using a quasi-experimental design. The target group were grade 7 students at Thong Noi School, Surin, during the first semester of the academic year 2020. All 26 students were divided into 2 groups: an experimental group of 13 people and a control group of 13 people. Research was conducted with students in both groups taking pre-tests to measure their math problem-solving and math communication capacity. Then, the experimental group received learning activities that integrated KWDL strategies with a conventional approach for learning decimals and fractions, whereas the control group received only conventional learning approaches. Then both groups were asked to take a post-test and a retention test. The research tools consisted of lesson plans, a problem-solving and communication pre and post-test, and a test to measure learning retention using the KWDL technique. Data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, a t-test, and content analysis.

The results indicated that students who received KWDL teaching techniques showed significantly higher skills in both mathematical problem-solving and

communication as well as having a higher retention capacity than students who received a conventional teaching approach, at a statistically significant 0.05 level. Students who received learning activities using the KWDL technique had higher retention of learning mathematics than those who received conventional learning activities.

บทคัดย่อ

เรื่อง : ผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย : ภัทรสุดา ประสานพันธ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : คณิตศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบซิปปา, โปรแกรมจีโอจีบร้า, ความคล้าย, ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านโนนยานาง จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย จำนวน 10 แผน (2) แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความคล้าย แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ และ (3) แบบสัมภาษณ์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 สามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยภาษาของตนเอง ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง และสรุปแนวคิดจนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่ยั่งยืน

ABSTRACT

TITLE : THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BASED ON CIPPA MODEL
WITH GEOGEBRA PROGRAM ON SIMILARITY TOWARD
MATHEMATICAL CONNECTION SKILLS

AUTHOR : PATTARASUDA PRASANPUN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : MATHEMATICS EDUCATION

ADVISOR : SAKDA NOINANG, Ph.D.

KEYWORDS : CIPPA MODEL, GEOGEBRA PROGRAM, SIMILARITY, MATHEMATICAL
CONNECTION SKILL

The purpose of this research was to study the effect of CIPPA-style learning management with the Geogebra program on Similarity and how it affects associative math skills. The target group involved 20 grade 9 students in the first semester of academic year 2020 at Ban Non Yanang School. The research instruments consisted of (1) 10 lesson plans based on the CIPPA model with the Geogebra program Similarity, (2) an associative math skills test, and (3) an interview form focused on associative math skills. The statistics used for analyzing data were percentage, mean, and standard deviation. The results showed that students who learn with CIPPA -style learning in conjunction with the Geogebra program Similarity demonstrated scores greater than 60% for associative math skills, and could identify the mathematical knowledge required to solve problems, write a description of the solution in their own language, and offer accurate examples or situations in real life, summarizing the concepts until they become a sustainable body of knowledge.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพลวัต GEOGEBRA เรื่อง ปริซึม เพื่อศึกษา
ความคิดเชิงเรขาคณิตสามมิติ

ผู้วิจัย : มลฤดี มณีล้ำ

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : คณิตศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรินทร์ สุวรรณศรี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ ดร.รตนกร วัฒนทวีกุล

คำสำคัญ : ความคิดเชิงเรขาคณิตสามมิติ, ปริซึม, GEOGEBRA

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้และศึกษาผลการเรียน ผ่านชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพลวัต GEOGEBRA เรื่อง ปริซึม ต่อความคิดเชิงเรขาคณิตสามมิติของนักเรียน กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านดงเปือย (มุลศึกษาวิทยา) อำเภอรัตนบุรี จังหวัดสุรินทร์ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพลวัต GEOGEBRA แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบและแบบสัมภาษณ์วัดความคิดเชิงเรขาคณิตสามมิติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสร้างรูปและคลี่รูปของปริซึมแบบต่าง ๆ โดยเชื่อมโยง จากรูปเรขาคณิตสองมิติได้และนักเรียนมีความคิดเชิงเรขาคณิตสามมิติอยู่ในระดับดี ส่งผลให้นักเรียน มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมเพิ่มขึ้น

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF DYNAMIC GEOGEBRA LEARNING ACTIVITY OF PRISM TO STUDY STUDENT'S 3D GEOMETRY THINKING

AUTHOR : MONRUEDEE MANEELAM

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : MATHEMATICS EDUCATION

ADVISORS : ASST. PROF. PAIRIN SUWANNASRI, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. RATANAKORN WATTANATAWEEKUL, Ph.D.

KEYWORDS : STUDENT'S 3D GEOMETRY THINKING, PRISM, GEOGEBRA

The purpose of this research was to develop a set of learning activities through a series of dynamic learning activities among GEOGEBRA strategies focusing on prisms and studying learning outcomes for the three-dimensional geometric thinking of students. Using a selective method, the target group for this research was 8th-grade students at Ban Dong Puey School, Rattanaaburi District Surin, during the second semester, of the academic year 2020. The research instruments consisted of the GEOGEBRA dynamic learning activity series for prisms with lesson plans. The three-dimensional geometric conception test and interview were analyzed through percentages and mean. The results indicated that students can construct and unfold different types of prisms by linking them from 2D geometry, and students acquired a higher level of thinking about 3D geometry, resulting in improved skills in solving problems of surface area and the volume of prisms.

บทคัดย่อ

เรื่อง : ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละ

ผู้วิจัย : สุชากานต์ สิงห์ทอง

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : คณิตศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง

คำสำคัญ : เทคนิค KWDL, ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์,
แบบวัดความพึงพอใจ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 60 และศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านโคกใหญ่ อำเภอนาจะหลวย จังหวัด อุบลราชธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละ ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบ สัมภาษณ์และแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียน

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบ เศษส่วนและจำนวนคละ ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนน เต็ม และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดีขึ้นและมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค KWDL ของ นักเรียนอยู่ในระดับมาก

ABSTRACT

TITLE : THE EFFECT OF INSTRUCTIONAL BASED ON KWDL TECHNIQUE
TOWORD MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY ON
PROBLEMS OF ADDING SUBTRACTING FRACTION AND MIXED
NUMBERS

AUTHOR : SUCHAKAN SINGTHONG

DEGREE : MASRER OF SCIENCE

MAJOR : MATHEMATICS EDUCATION

ADVISOR : SAKDA NOINANG, Ph.D.

KEYWORDS : KWDL TECHNIQUE MATHEMATICAL, PROBLEM SOLVING ABILITY,
QUATIONNAIRE

This research aimed to compare the ability to solve math problems concerning addition, subtraction, fractions, and mixed number problems for students who engaged in learning activities using the KWDL technique with the criteria (60%), to study their ability to solve math problems. On the addition, subtraction, fractions, and mixed number problems, students were taught using KWDL techniques that affected their ability to solve math problems. The target group used in this research were 27 grade 5 students at Ban Khok Yai School, Na Chaluai District, Ubon Ratchathani Province, under the auspices of the Ubon Ratchathani Primary Education Service Area Office 5, during the second semester of the academic year 2020. The research tools consisted of a mathematics learning management plan concerning addition, subtraction, fractions, and mixed number problems for those who studied through learning management that employed the KWDL technique, a test to measure the ability to solve math problems, an interview form, and a questionnaire.

The results demonstrated the ability to solve math problems concerning addition, subtraction, fractions, and mixed numbers, that more than 60 percent of the total number of grade 5 students who had KWDL-based learning management and had passed the 60% criteria of the full score, and students taught with the KWDL technique

had improved math problem-solving abilities and students were very satisfied with learning management using the KWDL technique.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาเอ็นโนโตรซามีนเซนเซอร์ชนิดใหม่โดยใช้ขั้วไฟฟ้ากราฟีนแบบพิมพ์สกรีนดัดแปรด้วยอนุภาคพอลิไดเมทิลซิลอกเซนที่เคลือบด้วยพอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล

ผู้วิจัย : กานทิชา สมเนตร

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.มะลิวรรณ อมตงไชย

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร. จันทร์เพ็ญ คุรุวรรณ

คำสำคัญ : พร้อมใช้งาน, เอ็นโนโตรซามีน, พอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล, คอรัล-เซลล์ไมโครสเฟียร์, การควบคุมคุณภาพอาหาร

งานวิทยานิพนธ์นี้ได้สร้างเซนเซอร์โวลแทมเมตริกขนาดกะทัดรัดสำหรับการตรวจวัดสาร เอ็นโนโตรซามีน (NDPhA) ที่มีความไวและความจำเพาะเจาะจงโดยใช้ขั้วไฟฟ้ากราฟีนแบบพิมพ์สกรีนดัดแปรด้วยอนุภาคพอลิไดเมทิลซิลอกเซนที่เคลือบด้วยพอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล (PdNPs@MIP/SPGrE) นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอแนวทางใหม่สำหรับการพิมพ์ 3 มิติของ NDPhA บนพื้นผิวของอนุภาคพอลิไดเมทิลซิลอกเซน PdNPs ถูกสังเคราะห์ขึ้นครั้งแรกโดยการรีดิวซ์ด้วยโซเดียมโบโรไฮไดรด์ จากนั้นสามารถสร้างพอลิเมอร์แบบคอรัล-เซลล์ได้สำเร็จโดยการเคลือบพื้นผิวของอนุภาคพอลิไดเมทิลซิลอกเซนอย่างต่อเนื่องด้วยพอลิ (ไวนิลไพร์โรลิโดน) และที่ปลายมี MIP ที่ประกอบด้วยพอลิ (เอ็นโนโตรซามีนพิโคลอคริลไมด์) - โค-ไตรเมทิลอลโฟรเพน ไตรเมทิลอะคริเลต

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา โครงสร้าง และการพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิคไฟฟ้าเคมีแสดงให้เห็นว่า PdNPs@MIP มีลักษณะทรงกลม มีขนาดไมโคร มีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาสูง และพื้นที่ผิวจำเพาะที่มีไซต์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลของ NDPhA เป็นจำนวนมาก งานวิจัยนี้สร้างเซนเซอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลของ NDPhA ขนาดกะทัดรัดโดยการเคลือบบนพื้นผิว SPGrE ด้วย PdNPs@MIP การวิเคราะห์เชิงปริมาณดำเนินการโดยการวัดด้วยเทคนิคลิเนียร์สควิป สหรีปิงโวลแทมเมตรี (LSASV) โดยใช้ศักย์ไฟฟ้าในการสะสมที่ +0.02 โวลต์ เป็นเวลา 60 วินาที ช่วงความเป็นเส้นตรงสำหรับการตรวจวัด NDPhA คือ 0.01 - 0.1 ไมโครโมลาร์ ($r^2 = 0.996$) และ 0.1 - 100 ไมโครโมลาร์ ($r^2 = 0.992$) โดยมีความไวที่สอดคล้องกันเท่ากับ 51.935 และ 0.821 (ไมโครแอมแปร์ วินาที) ไมโครโมลาร์⁻¹ ตามลำดับ ระบบให้ความแม่นยำที่ดีที่ %RSD 1.67% โดยมีขีดจำกัดต่ำสุดในการตรวจวัดที่ 0.0013 ไมโครโมลาร์ (3Sb, n = 3) ความถูกต้องในการตรวจวัดภายในวันเดียวกันและระหว่างวัน

พิจารณาจาก %bias ของสารมาตรฐานอ้างอิงรับรอง (certified reference material; CRM) คือ - 0.74% และ -1.01% ตามลำดับ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการใช้งานที่ประสบความสำเร็จของ เซนเซอร์ขนาดกะทัดรัดที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อตรวจวัด NDPhA ในตัวอย่างเครื่องดื่มและตัวอย่าง ส้มเคราะห์ ซึ่งเซนเซอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลของ NDPhA ขนาดกะทัดรัดสามารถใช้เป็น แนวทางทางเลือกในการควบคุมคุณภาพอาหารได้

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF N-NITROSAMINE SENSOR BASED ON GRAPHENE
SCREEN-PRINTED ELECTRODE MODIFIED WITH PALLADIUM
NANOPARTICLES COATED WITH MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER

AUTHOR : KANPITCHA SOMNET

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : ASSOC. PROF. MALIWAN AMATATONGCHAI, Ph.D.

CO- ADVISOR : CHANPEN KARUWAN, Ph.D.

KEYWORDS : READY-TO-USE, N-NITROSAMINE, MOLECULARLY IMPRINTED
POLYMER, CORE-SHELL MICROSPHERE, FOOD QUALITY CONTROL

This research involves the creation of a compact voltammetric sensor for the sensitive and precise determination of N-nitrosodiphenylamine (NDPhA) using screen-printed graphene electrodes modified with a molecularly-imprinted polymer (MIP) coating on a palladium nanoparticle core (PdNPs@MIP/SPGrE). A new approach is also proposed for the 3D printing of NDPhA on a PdNPs surface. PdNPs were first synthesized by chemical reduction using sodium borohydride. The core-shell polymer can then be successfully created by continuously coating the surface of the PdNPs with poly (vinylpyrrolidone) and at the tip there is an MIP containing poly (Nisopropylacrylamide)-co-trimethylolpropane trimethyl acrylate.

Morphological, structural, and electrochemical identification revealed that the prepared microscopic, spherical PdNPs@MIP uniformly possessed high electrocatalytic capability and a specific surface area with a large number of NDPhA MIP sites. In this study, compact NDPhA MIP sensors were created by coating the SPGrE substrate with PdNPs@MIP. The quantitative analysis was performed by linear sweep anodic stripping voltammetry (LSASV) using a cumulative potential of +0.02 V for 60 s. The linearity range for the NDPhA measurement is 0.01 - 0.1 μM ($r^2 = 0.996$) and 0.1 - 100 μM ($r^2 = 0.992$), with a corresponding sensitivity range of 51.935 and 0.821 (μA) μM^{-1} , respectively. The system provides reliable accuracy of %RSD 1.67% with a minimum

detection limit of ($3S_b$, $n = 3$) of $0.0013 \mu\text{M}$. The intraday and inter-day accuracy (%bias) is determined by the certified reference material (CRM) which were -0.74% and -1.01%, respectively. This research demonstrates the successful application of a compact sensor fabricated to measure NDPhA in beverage and synthetic samples. The compact NDPhA the molecular-imprinted sensor can serve as an alternative approach to food quality control.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การใช้ประโยชน์วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานไฟฟ้าเพื่อการเตรียมซีโอไลต์เป็นวัสดุเฉพาะทางและการประยุกต์ใช้ในทางสิ่งแวดล้อมและอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

ผู้วิจัย : ดร.ณิ สุธชิต

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.พรพรรณ พิงโพธิ์

คำสำคัญ : ถ่านลอย, ซีโอไลต์ เอ, การดูดซับ, การเร่งปฏิกิริยา, ไบโอดีเซล

ถ่านลอยเป็นผลพลอยได้จากโรงไฟฟ้าถ่านหิน ซึ่งเป็นที่รู้จักว่าเป็นหนึ่งในของเสียที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งมลพิษทางอากาศและทางน้ำ ปริมาณของถ่านลอยโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว วิธีในการแก้ไขปัญหาถ่านลอยได้อย่างเหมาะสมคือการใช้ถ่านลอยเพื่อเตรียมเป็นซีโอไลต์เป็นวัสดุเฉพาะทาง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประโยชน์ถ่านลอยที่ได้จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ เป็นแหล่งซิลิกอนที่มีต้นทุนต่ำในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ เอ ซึ่งใช้เป็นวัสดุเฉพาะทางสำหรับการประยุกต์ใช้ในทางสิ่งแวดล้อมและอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซีโอไลต์ เอ ที่สังเคราะห์ได้ถูกนำไปพิสูจน์เอกลักษณ์โดย เครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction analysis; XRD), เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (X-ray fluorescence; XRF), กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุ (Scanning electron microscopy with energy dispersive X-ray spectroscopy; SEM-EDX), เทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (Attenuated Total Reflection - Fourier transform infrared spectroscopy; ATR-FTIR) และเครื่องวัดพื้นที่ผิวและความเป็นรูพรุน (Brunauer-Emmett-Teller; BET) เพื่อเป็นการยืนยันว่าเป็นซีโอไลต์ เอ จากนั้นซีโอไลต์ เอ ที่สังเคราะห์ได้นำมาใช้เป็นตัวดูดซับสำหรับการกำจัดสีย้อมมาลาไคท์ กรีน แคลเมียม และตะกั่ว จากสารละลายน้ำ ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับด้วยระบบแบทช์ ทำการศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ได้แก่ ปริมาณการดูดซับ และเวลาในการดูดซับ นอกจากนี้ยังศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับ, จลนพลศาสตร์การดูดซับ และอุณหพลศาสตร์การดูดซับ สำหรับการกำจัดสีย้อมมาลาไคท์ กรีน และโลหะหนักแคลเมียม และตะกั่ว ปริมาณของซีโอไลต์ เอ ที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมมาลาไคท์ กรีน แคลเมียมและตะกั่ว คือ 10, 8 และ 6 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ เวลาที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมมาลาไคท์ กรีน แคลเมียมและตะกั่ว คือ 60, 30 และ 15 นาที ตามลำดับ ประสิทธิภาพการดูดซับสำหรับสีย้อมมาลาไคท์ กรีน เท่ากับร้อยละ 98.71 นอกจากนี้ยังได้ศึกษาการนำกลับมาดูดซับซ้ำของซีโอไลต์ เอ ผลการวิจัยพบว่า ซีโอไลต์ เอ ที่สังเคราะห์สามารถนำกลับมาดูด

ซึบซ้ได้ 8 ครั้ง และประสิทธิภาพการดูดซึบมากกว่าร้อยละ 85 สำหรับประสิทธิภาพการดูดซึบโลหะหนักแคดเมียมเท่ากับร้อยละ 96.44 และตะกั่วเท่ากับร้อยละ 97.95 นอกจากนี้ยังได้ศึกษาการนำกลับมาดูดซึบซ้ำของซีโอไลต์ เอ ผลการวิจัยพบว่า ซีโอไลต์ เอ ที่สังเคราะห์สามารถนำกลับมาดูดซึบซ้ำได้ 5 ครั้ง และประสิทธิภาพการดูดซึบแคดเมียมมากกว่าร้อยละ 80 ไอโซเทอร์มการดูดซึบสอดคล้องกับแลงเมียร์ไอโซเทอร์มซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นการดูดซึบแบบชั้นเดียว การศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซึบสอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับสองเหมือน ค่าที่ได้จากการคำนวณเอนโทรปี (ΔS°), เอนทาลปี (ΔH°) และพลังงานกิบส์ (ΔG°) แสดงให้เห็นว่ากระบวนการดูดซึบเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน และกระบวนการที่เกิดขึ้นได้เอง

นอกจากนี้ได้นำซีโอไลต์ เอ มาดัดแปลงด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 โมลาร์ เพื่อใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน เปลี่ยนจากน้ำมันปาล์มเป็นไบโอดีเซล ผลการศึกษาพบว่าค่าการวิเคราะห์ค่าความแรงเบสเท่ากับ $9.3 < H_- < 18.4$ ค่าการวิเคราะห์ปริมาณพื้นผิวที่เป็นเบสของซีโอไลต์ เอ สังเคราะห์และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดัดแปลงด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์คือ 0.51 และ 1.46 mmol/g ตามลำดับ ผลการศึกษาค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มเท่ากับ 1.15 mg. KOH/g อัตราส่วนโมลที่เหมาะสมของเมทานอลต่อน้ำมัน และอุณหภูมิเท่ากับ 6:1 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสมได้ค่าร้อยละการแปรผันของเมทานอลเท่ากับ 95.70 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นซีโอไลต์ เอ ที่สังเคราะห์ได้จากซิลิกาจากเถ้าลอยโรงไฟฟ้ามีศักยภาพในการประยุกต์ใช้เป็นตัวดูดซึบสำหรับการกำจัดสีย้อม และโลหะหนักในน้ำเสียอุตสาหกรรม และเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีศักยภาพสำหรับปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยการเปลี่ยนจากน้ำมันปาล์มเป็นไบโอดีเซล ผลการศึกษาที่สำคัญคืองานวิจัยนี้เป็นการยกระดับการเตรียมซีโอไลต์ เอ ที่ราคาถูกจากวัสดุต้นทุนต่ำ โดยเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานที่สำคัญ และนำไปสู่วิธีที่มีประสิทธิภาพในการรีไซเคิลขยะของโรงไฟฟ้าซึ่งสอดคล้องกับหลักเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว

ABSTRACT

TITLE : UTILIZATION OF POWER PLANT WASTES FOR PREPARING ZEOLITES
AS FUNCTIONAL MATERIALS AND ITS APPLICATIONS IN
ENVIRONMENT AND PETROCHEMICAL INDUSTRY

AUTHOR : DARUNEE SUKCHIT

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : ASSOC. PROF. PORNPAN PUNGPO, Ph.D.

KEYWORDS : FLY ASH, ZEOLITE A, ADSORPTION, CATALYSIS, BIODIESEL

Fly ash is a by-product of coal-fired power plants and is known as one of the wastes creating an environmental impact in the form of both air and water pollution. The amount of fly ash at Mae Moh Power Plant, Lampang Province was found to have increased rapidly, and one of the methods to reasonably remedy the issue is to use fly ash to prepare zeolite as functional material. This research aims to utilize fly ash from the Mae Moh power plant as a low-cost silicon source for the synthesis of zeolite A, used as a functional material for environmental applications in the petrochemical industry. The synthetic zeolite A chemistry was identified through X-ray diffraction analysis (XRD), X-ray fluorescence techniques (XRF), scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDX), Attenuated Total Reflection Fourier-transformed infrared spectroscopy (ATR-FTIR) and surface area and porosity analyzers (Brunauer–Emmett–Teller; BET) to confirm that it is zeolite A. The synthesized zeolite A was then used as an adsorbent for the removal of malachite green, cadmium, and lead from aqueous solutions. A batch system was applied to study the adsorption efficiency. The optimum parameters were studied, namely, the amount of adsorption and contact time for adsorption. Additionally, adsorption isotherms, kinetics, and thermodynamics for the removal of malachite green dye and heavy metals, cadmium, and lead, were also evaluated. The optimal amount of zeolite A for the adsorption of malachite green, cadmium, and lead was 10, 8 and 6 g/l, respectively. The optimal contact time for the adsorption of malachite green dye, cadmium, and lead were 60,

30 and 15 minutes, respectively. The adsorption efficiency for malachite green dye was 98.71%. Furthermore, the reuse of zeolite A was also studied. The results showed that the synthesized zeolite A can be used up to 8 times and the adsorption efficiency was still greater than 85%. The adsorption efficiency of the heavy metals cadmium and lead was 96.44% and 97.95%, respectively.

In addition, the reusability of zeolite A was also studied. The results showed that the synthesized zeolite A can be reused up to 5 times and the cadmium adsorption efficiency was still greater than 80%. The adsorbent corresponds to the Langmuir isotherm, indicating monolayer adsorption. The study of adsorption kinetics corresponded to a quasi-second order model. The values obtained by calculating entropy (ΔS°), enthalpy (ΔH°), and Gibbs energy (ΔG°) show that the adsorption process is an endothermic reaction and a spontaneous process. In addition, zeolite A was modified with 5 molar potassium hydroxide (KOH) to be used as a catalyst in the transesterification reaction by switching from palm oil to biodiesel. The results showed that the base strength analysis was $9.3 < H_- < 18.4$. The base surface quantification values of synthetic zeolite A and the KOH-modified zeolite A catalyst were 0.51 and 1.46 mmol/. g respectively. The results of the study on free fatty acid values of palm oil were 1.15 mg. KOH/g. The optimum molar ratio of methanol to oil and the temperature were 6:1 and 60 °C, respectively. Under these optimal conditions, about 95.70% conversion was obtained. Therefore, zeolite A synthesized from power plant fly ash-based silica has potential for application as an adsorbent for dye and heavy metals removal in industrial wastewater and as a potential catalyst for transesterification reactions by conversion from palm oil to biodiesel. An important outcome of this study is that this research is an upgrade of the low-cost zeolite A preparation from low-cost materials. It is an effective method with important applications and leads to an efficient way to recycle power plant waste in accordance with the principles of the Bio-Circular-Green Economy.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับกลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของฟอร์มัลดีไฮด์ (HCHO) โดยใช้ ออกซิเจน (O_2) บนตัวเร่งปฏิกิริยาโมลิบดีนัมไดซัลไฟด์ แบบชั้นเดียวที่เจือด้วยอะตอมโคบอลต์

ผู้วิจัย : ธนดล จิตวัฒนศิริกุล

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร จิ่งสุทธิวงษ์

คำสำคัญ : ปฏิกิริยาการสลายตัวของฟอร์มัลดีไฮด์, ทฤษฎีความหนาแน่นของฟังก์ชัน

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเชิงทฤษฎีสำหรับปฏิกิริยาการสลายตัวของฟอร์มัลดีไฮด์บนตัวเร่งปฏิกิริยาโมลิบดีนัมไดซัลไฟด์แบบชั้นเดียวที่มีการเจือด้วยโคบอลต์อะตอมในตำแหน่งช่องว่างของอะตอมซัลเฟอร์ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาอะตอมเดียวที่มีการสังเคราะห์ได้สำเร็จเมื่อไม่นานมานี้ พบว่าอะตอมโคบอลต์มีความสามารถยึดเกาะกับวัสดุพื้นผิวได้อย่างแข็งแรง ไม่เกิดการจับกลุ่มของโลหะจากการศึกษาขั้นการเกิดปฏิกิริยาเบื้องต้นพบว่าการเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของฟอร์มัลดีไฮด์เกิดผ่านกลไก 2 แบบ ได้แก่ 1) กลไกการเกิดปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องตามลำดับ คือ การเกิดปฏิกิริยาดีไฮโดรจีเนชันของฟอร์มัลดีไฮด์ ($HCHO \rightarrow H_2 + CO$) ตามด้วยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของคาร์บอนมอนอกไซด์ ($2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$) และ 2) เกิดปฏิกิริยาแบบดูดซับร่วม คือ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของฟอร์มัลดีไฮด์ด้วยโมเลกุลออกซิเดชัน ($HCHO + O_2 \rightarrow H_2O + CO_2$) อีกทั้งยังพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาในงานวิจัยนี้ยังมีความสามารถในการกระตุ้นพันธะคาร์บอนกับไฮโดรเจนที่ดีกว่างานวิจัยก่อนหน้า จากผลการวิเคราะห์ทางจลนศาสตร์และอุณหพลศาสตร์ชี้ให้เห็นว่าปฏิกิริยาการสลายตัวของฟอร์มัลดีไฮด์สามารถเกิดขึ้นได้ง่ายผ่านวิถีการเกิดแบบดูดซับร่วมโดยมีค่าพลังงานการกระตุ้นในขั้นกำหนดอัตราเท่ากับ 0.45 อิเล็กตรอนโวลต์ และ มีค่าคงที่อัตราเท่ากับ 4.97×10^5 ต่อวินาทีที่อุณหภูมิ 298.15 องศาเซลเซียส ในงานวิจัยนี้ยังศึกษาแบบจำลองจลนศาสตร์ระดับจุลภาคโดยพิจารณาค่าอัตราการผลิตและค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาสามารถพิสูจน์ได้ว่ากลไกการเกิดปฏิกิริยาแบบดูดซับร่วม มีความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลไกการเกิดปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องตามลำดับ ดังนั้น ตัวเร่งปฏิกิริยาอะตอมเดียวของโคบอลต์ที่เจือบนโมลิบดีนัมไดซัลไฟด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาประสิทธิภาพสูงสำหรับนำมาใช้ในปฏิกิริยาการสลายตัวของฟอร์มัลดีไฮด์ภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำ

ABSTRACT

TITLE : THEORETICAL INVESTIGATION ON THE CATALYTIC OXIDATION
MECHANISM OF FORMALDEHYDE (HCHO) BY OXYGEN (O₂) OVER
CO-EMBEDDED SULFUR VACANT MOS₂ MONOLAYER

AUTHOR : THANADOL JITWATANASIRIKUL

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : PROF. SIRIPORN JUNGSTTIWONG, Ph.D.

KEYWORDS : FORMALDEHYDE DECOMPOSITION, DFT

In this work, a theoretical study was conducted for the catalytic oxidation of formaldehyde (HCHO) by a recently synthesized single atomic catalyst (SAC) on a single-layer cobalt atom-doped molybdenum disulfide catalyst MoS₂ (Co_{sv}Co_{sv}-MoS₂) in the gap position of the sulfur atom monolayer, using density functional theory calculation. The calculations demonstrate that the Co atom is strongly anchored at the S gap position of the MoS₂ monolayer forming a SAC without metal clustering. From the study of the preliminary reaction stage, it was found that the HCHO oxidation occurs through two possible catalytic pathways: 1) a consecutive path: HCHO dehydrogenation (HCHO → H₂ + CO) followed by CO oxidation (2CO + O₂ → 2CO₂), and 2) a co-adsorption path: HCHO oxidation by O₂ (HCHO + O₂ → H₂O + CO₂). It was also found that the catalysts in this study also had a better ability to induce carbon-hydrogen bonds than previous studies have reported. The results of kinetic and thermodynamic analyses show that formaldehyde decomposition reactions can be easily initiated via the dominant coadsorption pathway. The Arrhenius activation energy is only 0.45 eV and has a constant rate of 298.15 K is 4.97 × 10⁵ s⁻¹. In addition, micro-kinetic models were also studied by considering the production rate and the optimum reaction temperature. HCHO oxidation through the co-adsorption mechanism exhibits a better reactivity compared to the continuous sequential reaction mechanism. Therefore, cobalt monoatomic catalysts doped on molybdenum disulfide Co_{sv}Co_{sv}-MoS₂ are highly

efficient catalysts for use in HCHO catalytic oxidation reactions under low temperature conditions.

บทคัดย่อ

เรื่อง : ตัวตรวจวัดเรืองแสงที่ใช้คูมารินชนิดใหม่สำหรับตรวจวัดที่เฉพาะเจาะจงไอออนของฟลูออไรด์ ไฮยาไนต์ ฟอสเฟต ซัลเฟต เพอร์ริก และเหล็ก (III)

ผู้วิจัย : พนิดา สีตะวัน

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รักเกียรติ จิตคติ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติยา วงษ์จันทร์

คำสำคัญ : คูมาริน, อิมิน, ฟลูออเรสเซนซ์เซ็นเซอร์, ฟลูออโรฟอร์, ไอโอโน

งานวิจัยนี้สังเคราะห์อนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่ 4 ตัว ได้แก่ PS01, PS02, PS03 และ PS04 ที่เป็นอนุพันธ์ของแอลดีไฮด์, อิมิน, ไฮดราโซน และฟีนิลไฮดราโซน ตามลำดับ โดยใช้ปฏิกิริยาที่สำคัญ ได้แก่ Sonogashira coupling, Ruthenium cyclization, Vilsmeier Haack สำหรับ PS01 และ imine formation สำหรับ PS02, PS03 และ PS04 ซึ่งโมเลกุลเป้าหมายได้ถูกพิสูจน์เอกลักษณ์ทางโครงสร้างด้วยเทคนิค $^1\text{H-NMR}$ (PS01, PS02, PS03, PS04), $^{13}\text{C-NMR}$ (PS01), IR (PS01, PS02, PS03, PS04) และวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลด้วยเทคนิค MS (PS11 และ PS12)

เมื่อนำสารอนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่ทั้งหมด ไปศึกษาคุณสมบัติการดูดกลืนแสงและการคายแสงเพื่อใช้ในการตรวจวัดไอออน พบว่า PS01และ PS03 มีคุณสมบัติเป็น chelation enhancement of quenching (CEQ) กับไอออนฟลูออไรด์ ส่วน PS02 มีคุณสมบัติเป็น chelation enhancement of fluorescence (CEF) กับไอออนเหล็ก (III) ในขณะที่ PS03 มีคุณสมบัติเป็น CEQ กับไอออนไฮยาไนต์ และพบว่า PS04 มีคุณสมบัติเป็น CEQ กับไอออนเหล็ก (III) แต่มีคุณสมบัติเป็น CEF กับทั้งไอออนไฮโดรเจนฟอสเฟต และไอออนซัลเฟต สารเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นทั้งหมดถูกทำนายโครงสร้างด้วยเทคนิค Job's plot โดยพบว่ามอัตราส่วนสารอนุพันธ์คูมารินต่อไอออนเป็น 1:1 ยกเว้น PS04 กับไอออนเหล็ก (III) ที่มีอัตราส่วนเป็น 1:2

ABSTRACT

TITLE : NOVEL COUMARIN-BASED FLUORESCENT SENSORS FOR SELECTIVE DETECTION OF F^- , CN^- , HPO_4^{2-} , SO_4^{2-} AND Fe^{3+} IONS

AUTHOR : PANIDA SEETAWAN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : ASST. PROF. RUKKIAT JITCHATI, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. KITTIYA WONGKHAN, Ph.D.

KEYWORDS : COUMARIN, FLUORESCENT SENSOR, FLUOROPHORE, IONOPHORE

In this study, four novel coumarin derivatives (i.e., **PS01**, **PS02**, **PS03** and **PS04**) were synthesized from aldehyde, imine, hydrazone and phenylhydrazone, respectively. The Sonogashira coupling, Ruthenium cyclization, Vilsmeier-Haack were used to synthesize **PS01** and imine formation for **PS02**, **PS03** and **PS04**. All targeted molecules were structurally identified by 1H -NMR (**PS01**, **PS02**, **PS03**, **PS04**), ^{13}C -NMR (**PS01**), IR (**PS01**, **PS02**, **PS03**, **PS04**) and their molecular weight was confirmed by molecular weight analysis (MS **PS11** and **PS12**). The absorbance and emission properties of all new coumarin derivatives were investigated. It was found that **PS01** and **PS03** was selectively chelated, showing a chelation enhancement of quenching (CEQ) with fluoride and cyanide ions, respectively. In distinction to this, **PS02** was chelated with iron (III) ions with a chelation enhancement of fluorescence (CEF) with iron (III) ions, whereas **PS03** was CEQ with cyanide ions. Interestingly, **PS04** show both CEQ (with iron (III) ions) and CEF (with hydrogen phosphate and sulfate (II) ions). Job's plot technique was used to propose the chelation complex structure. It was found the mole ratio of **PS01**, **PS02** and **PS03** coumarin derivatives to ion is 1:1 except **PS04** which was found to be 1:2 with iron (III) ions.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การเตรียมคอมโพสิตเมมเบรนเคลือบด้วยแผ่นฟิล์มบางพิเศษสำหรับใช้เป็นวัสดุกรองระดับนาโน

ผู้วิจัย : เพ็ชรี คำภาฑู

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.พรพรรณ พิงโพธิ์

คำสำคัญ : การกรองระดับนาโน, คอมโพสิตเมมเบรนเคลือบด้วยแผ่นฟิล์มบางพิเศษ, โพลีไวนิลิดีนฟลูออไรด์แบบเส้นชนิดทอกลวง

โลกของเรากำลังประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำจืดและการเสื่อมโทรมลงของคุณภาพของน้ำ โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีเมมเบรนเป็นอีกทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาโคพอลิเอไมด์คอมโพสิตเมมเบรนที่มีความชอบน้ำ สำหรับใช้เป็นวัสดุกรองในระดับนาโน โคพอลิเอไมด์คอมโพสิตเมมเบรนประดิษฐ์ขึ้นเป็นชั้นเลือกผ่านบนพื้นผิวด้านนอกของวัสดุรองรับโพลีไวนิลิดีนฟลูออไรด์แบบเส้นชนิดทอกลวงโดยวิธีจุ่มเคลือบเพื่อสร้างชั้นเคลือบสองชั้น ชั้นแรกคือแทนนินเพื่อสร้างหมู่ไฮดรอกซิลบนพื้นผิวที่มีรูพรุนของวัสดุรองรับ และชั้นสุดท้ายเป็นโคพอลิเอไมด์ทำหน้าที่เป็นชั้นเลือกผ่าน เตรียมโดยการรวมกันของสารอะลิฟาติกไดอะมีน (1,4-ไดอะมีโนบิวเทน (1,4-Diaminobutane)) และโมโนเมอร์อะโรมาติกไดอะมีน (เอ็ม-ฟีนีลีนไดอะมีน (*m*-Phenylenediamine)) ในเฟสน้ำ และ 1,3,5-เบนซีนไตรคาร์บอกซิลิก แอซิด (1,3,5-Benzenetricarboxylic acid,) ในเฟสอินทรีย์ ทำการพิสูจน์เอกลักษณ์ของคอมโพสิตเมมเบรนโดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy เครื่องวัดมุมสัมผัสหยดน้ำ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง gel permeation chromatography UV-vis spectroscopy และการทดสอบประสิทธิภาพการกรองของคอมโพสิตเมมเบรน โดยการกรองเกลือและสีย้อมต่างๆที่ความดันใช้งาน 3 บาร์ และได้ใช้ระเบียบวิธีทฤษฎีฟังก์ชันนอลความหนาแน่น ทำการศึกษากลไกการเกิดปฏิกิริยาในระดับโมเลกุลพลังงานของสถานะแทรนซิชัน และกลไกการแยกสารของเมมเบรนและอันตรกิริยาที่สำคัญที่เกิดขึ้นในกระบวนการแยก ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเมมเบรนตัวอย่าง 9a-2 มีความชอบน้ำมากขึ้น ค่ามุมสัมผัสน้ำของเมมเบรนตัวอย่าง 9a-2 ลดลงถึง 61.76% เมื่อเทียบกับวัสดุรองรับโพลีไวนิลิดีนฟลูออไรด์เริ่มต้น นอกจากนี้เมมเบรนตัวอย่าง 9a-2 มีรัศมีของรูพรุนเท่ากับ 0.49 นาโนเมตร และประสิทธิภาพการกรองระดับนาโนที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับเมมเบรนพอลิเอไมด์ทั่วไป เมมเบรนตัวอย่าง 9a-2 มีค่าการซึมผ่านของน้ำเท่ากับ 2.45 ลิตรต่อ

ตารางเมตรต่อชั่วโมง นอกจากนี้เมมเบรนตัวอย่าง 9a-2 ยังมีค่าร้อยละการกำจัดเกลือที่ดีที่สุดสำหรับการกำจัดแมกนีเซียมซัลเฟต โซเดียมซัลเฟต แมกนีเซียมคลอไรด์ และโซเดียมคลอไรด์เท่ากับ 80.38 77.84 67.78 และ 34.78 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อมเมทิลีน บลูและคองโก เรด ของเมมเบรนตัวอย่าง 9a-2 เท่ากับ 93.43 และ 99.98 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า จุดไอโซอิเล็กทริกของเมมเบรนตัวอย่าง 9a-2 อยู่ที่พีเอชเท่ากับ 7.03 ยืนยันว่าชั้นเคลือบโคพอลิเอไมด์ ของเมมเบรนตัวอย่าง 9a-2 มีประจุบวก จากการคำนวณพลังงานการดูดซับของไอออนเกลือต่างๆ พบว่าซัลเฟตไอออนสามารถดูดซับบนพื้นผิวของแบบจำลองโมเลกุลได้ดีกว่าคลอไรด์ไอออน เนื่องจากมี พลังงานดูดซับที่ต่ำกว่า ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการดูดซับของไอออนของเกลือบนพื้นผิวเมมเบรน คือกระบวนการดูดซับแบบอิเล็กโตรสแตติก โดยพื้นผิวของเมมเบรนตัวอย่าง 9a-2 มีหมู่เอมีน ส่งผลให้ พื้นผิวเมมเบรนมีประสิทธิภาพสำหรับการกรองเกลือ จากผลลัพธ์ในการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า โคพอลิเอไมด์คอมโพสิตเมมเบรนที่เตรียมได้ในงานวิจัยนี้ เป็นเมมเบรนที่มีความชอบน้ำที่สูง และ มีความสามารถในการเลือกผ่านที่สูงสำหรับการประยุกต์ใช้เป็นวัสดุกรองในระดับนาโน

ABSTRACT

TITLE : PREPARATION OF ULTRATHIN-FILM COMPOSITE MEMBRANE USE AS
NANOFILTRATION MATERIALS

AUTHOR : PHETCHAREE KHMABHATOO

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : ASSOC. PROF. PORNPAN PUNGPO, Ph.D.

KEYWORDS : NANOFILTRATION, THIN-FILM COMPOSITE MEMBRANE,
POLYVINYLDENE FLUORIDE (PVDF) HOLLOW FIBER MEMBRANE

Our world is experiencing a shortage of fresh water and deterioration in water quality, and now membrane technology is an attractive solution for this problem. Therefore, the objective of this research is to develop a hydrophilic co-polyamide composite membrane for use in nanofiltration (NF). The co-polyamide composite membrane is fabricated as a selective layer on the outer surface of a hollow, fibrous polyvinylidene fluoride (PVDF) substrate through a dip-coating method to form two coating layers. The first layer is tannin to form hydroxyl groups on the porous surface of the supporting material. The final layer is a copolyamide acting as a passive layer prepared through interfacial polymerization by a combination of aliphatic diamine (1,4-diaminobutane) and aromatic diamine monomers (M-phenylene diamine (m-phenylenediamine) in the aqueous phase and 1,3,5-benzenetricarbonyl trichloride in the organic phase. The composite membranes were characterized by attenuated total reflectance Fourier transformed infrared spectroscopy, a water contact angle analyzer, scanning electron microscopy, gel permeation chromatography, UV-vis spectroscopy, and NF performance. The NF performance of the membrane was tested with various salts and dyes at an operating pressure of 3 bars. Additionally, the method of density functional theory was applied to study the reaction mechanism at the energy molecular level of the transition state, and the membrane separation mechanism, and the important interactions that occur in the separation process. The results showed that the membrane sample 9a-2 was more hydrophilic. The water contact angle of the

9a-2 sample membrane was reduced by 61.76% compared to the initial polyvinylidene fluoride backing. In addition, the 9a-2 sample membrane has a pore radius of 0.49 nm and has better nanofiltration efficiency compared to conventional polyamide membranes. The membrane sample 9a-2 had a water permeability of 2.45 liters per square meter per hour. In addition, the 9a-2 sample membrane had the best salt removal percentage for MgSO_4 , Na_2SO_4 , MgCl_2 and NaCl with 80.38%, 77.84%, 67.78% and 34.78%, respectively. The removal efficiency of methylene blue and Congo red dyes of the membrane sample 9a-2 were 93.43 and 99.98 percent, respectively. It was also found that the isoelectric point of sample 9a-2's membrane was at a pH of 7.03, confirming that the co-polyamide layer of sample 9a-2's membrane was positively charged. By calculating the adsorption energy of various salt ions, it was found that sulfate ions could adsorb better on the surface of the model than chloride ions because they have lower absorbing energy. The main factor affecting the adsorption of salt ions on the membrane surface is the electrostatic adsorption process. The membrane surface of the sample 9a-2 contains an amine group, resulting in an effective membrane surface for salt filtration. The results of this study show that a co-polyamide composite membrane prepared in this research is a membrane with high hydrophilicity and has a high selectivity for application as a filter material at the nanoscale.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาวัสดุคาร์บอนที่ประกอบด้วยโลหะทรานซิชันชนิดใหม่เพื่อใช้ในการกักเก็บไฮโดรเจน โดยวิธีทางทฤษฎี

ผู้วิจัย : รัชฎาธิ์ อินตะยศ

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร จิ่งสุทธีวงศ์

คำสำคัญ : ทฤษฎีฟังก์ชันความหนาแน่น, วัสดุคาร์บอน, โลหะทรานซิชัน, การกักเก็บไฮโดรเจน

ในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาคุณสมบัติการดูดซับไฮโดรเจนบนวัสดุชนิดใหม่โดยใช้ระเบียบวิธีทฤษฎีฟังก์ชันความหนาแน่น โดยศึกษาผลของการเจืออะตอมบนวัสดุคาร์บอนสำหรับคุณสมบัติการยึดเหนี่ยวระหว่างโลหะกับพื้นผิวและประสิทธิภาพในการกักเก็บไฮโดรเจน ซึ่งปรับปรุงพื้นผิวแกรฟีนโดยการตกแต่งด้วยโลหะไทเทเนียมและการเจืออะตอมของโบรอนและไนโตรเจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บไฮโดรเจน ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเจืออะตอมของโบรอนบนพื้นผิวแกรฟีนสามารถเพิ่มอันตรกิริยาระหว่างโลหะและพื้นผิวแกรฟีนได้ดีที่สุด โดยมีพลังงานการยึดเหนี่ยวเท่ากับ -6.45 eV นอกจากนี้การเจือโบรอนบนพื้นผิวแกรฟีนสามารถป้องกันการรวมกลุ่มกันของโลหะไทเทเนียมได้ สำหรับการดูดซับไฮโดรเจนพบว่า ไฮโดรเจนโมเลกุลที่หนึ่งที่ถูกดูดซับบนวัสดุเกิดการแตกพันธะเป็นโลหะไฮไดรด์ ซึ่งโลหะไฮไดรด์นั้นเกิดจากการซ้อนทับกันอย่างแรงระหว่างออร์บิทัล $1s$ และ $3d$ ของไฮโดรเจนและไทเทเนียม ตามลำดับ นอกจากนี้พื้นผิวแกรฟีนที่เจือด้วยอะตอมของโบรอนและตกแต่งด้วย Ti_4 (Ti_4/BGr) มีประสิทธิภาพในการกักเก็บไฮโดรเจนได้ดีที่สุด จากการศึกษาพบว่าวัสดุ Ti_4/BGr สามารถดูดซับไฮโดรเจนได้เท่ากับ 8 โมเลกุล โดยมีประสิทธิภาพในการกักเก็บไฮโดรเจนเชิงมวลเท่ากับ 4.08 wt% และสามารถดูดซับไฮโดรเจนแบบผันกลับได้เท่ากับ 6 โมเลกุล เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดอื่นพบว่า วัสดุ Ti_4/BGr ไม่เพียงแต่เพิ่มความเสถียรระหว่างโลหะกับพื้นผิวแกรฟีนเท่านั้น แต่ยังเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บไฮโดรเจนได้อีกด้วย ดังนั้นพื้นผิวแกรฟีนที่เจือด้วยอะตอมของโบรอนและตกแต่งด้วย Ti_4 จึงเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เป็นวัสดุตัวกลางในการกักเก็บไฮโดรเจน เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีเสถียรภาพและประสิทธิภาพการกักเก็บไฮโดรเจนสูง

ABSTRACT

TITLE : THEORETICAL STUDY OF TRANSITION-METAL DECORATION ON
CARBON-BASED MATERIALS FOR ENHANCING HYDROGEN STORAGE
CAPACITY

AUTHOR : RATCHADAREE INTAYOT

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : PROF. SIRIPORN JUNGSTIWIWONG, Ph.D.

KEYWORDS : DENSITY FUNCTIONAL THEORY, CARBON-BASED MATERIALS,
TRANSITION METAL, HYDROGEN STORAGE

In this research, we investigated the adsorption properties of the hydrogen atom on newly designed materials using DFT calculations. We focused on the role of dopants in modulating the binding properties of the metal. We proposed Ti_4 embellished on a pristine B- and N-doped graphene surface to enhance hydrogen storage capacity. The computational results indicate that the doping of B on graphene maximizes the interaction between the metal clusters and the graphene substrate, with a very high binding energy of -6.45 eV, the strongest among our proposed catalysts. This strong binding energy prevents the aggregation and formation of Ti-metal clusters. For hydrogen adsorption, we found a dissociative chemisorption of the first H_2 molecule on all materials. The metal hydrides are optimally formed through strong overlap between the H-1s and Ti-3d orbitals. Furthermore, Ti_4 embellished on B-graphene is the most effective material with a high level of hydrogen and reversible hydrogen adsorption. We confirmed that eight H_2 molecules can be stably adsorbed on Ti_4/BGr material with a hydrogen gravimetric density of 4.08 wt%, including six reversible hydrogen adsorptions. In comparison with various surfaces, our proposed new B-doped graphene of Ti_4/BGr engenders not only high cluster stability on the substrate but increases hydrogen adsorption for hydrogen storage. Therefore, Ti_4 embellished on B-graphene is a promising candidate for high capacity hydrogen storage, applicable to the design of a hydrogen storage medium.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การเตรียมโพลีเมอร์จากน้ำยางธรรมชาติที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำอย่างยิ่งยวดและชอบน้ำมันอย่างยิ่งยวดโดยการเคลือบที่นาโนไฮดรอลอยไซด์ที่ถูกดัดแปรพื้นผิวด้วยเฮกซะเดคซิลไตรเมทอกซีไซเลนเพื่อนำไปใช้ในการจัดคราบน้ำมัน

ผู้วิจัย : ศิริรัตน์ ศรีสมบัติ

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวัฒน์ ระดาบุตร

คำสำคัญ : โพลีเมอร์ธรรมชาติ, ไฮโดรไลนาโนทิวบ์, เฮกซะเดคซิลไตรเมทอกซีไซเลน, ความไม่ชอบน้ำอย่างยิ่งยวด, ความชอบน้ำมันอย่างยิ่งยวด

การรั่วไหลของน้ำมันลงสู่ทะเลส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล ซึ่งกระบวนการจัดการคราบน้ำมันรั่วไหลที่เกิดขึ้นนั้นมีค่าใช้จ่ายที่สูงในการจัดเก็บและมีผลข้างเคียงของสารเคมีที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต จากข้อจำกัดดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงทำการเตรียมโพลีเมอร์จากน้ำยางธรรมชาติ (NRLF) ที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำอย่างยิ่งยวดและชอบน้ำมันอย่างยิ่งยวดเพื่อนำไปใช้ในการจัดคราบน้ำมัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระบบวัลคาไนซ์ (vulcanization systems) และการปรับปรุงพื้นผิวของโพลีเมอร์จากน้ำยางธรรมชาติที่เคลือบที่นาโนไฮดรอลอยไซด์ที่ถูกดัดแปรพื้นผิวด้วยเฮกซะเดคซิลไตรเมทอกซีไซเลน (HDTMS@HNTs) ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยระบบวัลคาไนซ์ของโพลีเมอร์ธรรมชาติ ประกอบด้วย ระบบกำมะถันปกติ (CV) ระบบกึ่งประสิทธิภาพ (semi-EV) และระบบประสิทธิภาพ (EV) ซึ่งได้จากการแปรปริมาณของกำมะถัน ที่ 1, 2 และ 3 ส่วนในร้อยส่วนของยาง (phr.) นอกจากนี้สาร HDTMS@HNTs ที่นำมาปรับปรุงพื้นผิว NRLF มีความเข้มข้นที่ต่างกัน ที่ 2, 4, 6 และ 8 ร้อยละโดยน้ำหนัก (wt%) โดยสมบัติไม่ชอบน้ำอย่างยิ่งยวดและชอบน้ำมันอย่างยิ่งยวดของโพลีเมอร์ธรรมชาติที่ถูกปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารเคลือบนี้ ถูกตรวจสอบโดยเทคนิคการหาค่ามุมสัมผัส, เทคนิค SEM-EDS เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและองค์ประกอบทางเคมี และเทคนิค FT-IR เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างโมเลกุล นอกจากนี้ได้ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมัน ประสิทธิภาพการแยกน้ำมันออกจากน้ำ และการหน่วงไฟ จากการศึกษาพบว่า NRLF มีค่ามุมสัมผัส น้ำมากขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณกำมะถันส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันลดลง เนื่องจากพันธะการเชื่อมโยงเพิ่มขึ้นขนาดรูพรุนจึงลดลง นอกจากนี้ NRLF ที่ถูกปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารเคลือบ HDTMS@HNTs พบว่า มีค่ามุมสัมผัสมากขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารเคลือบ โดยที่ความเข้มข้น 6 wt%. ในระบบ CV มีค่ามุมสัมผัส เท่ากับ 151° ซึ่งแสดงถึงสมบัติความไม่ชอบน้ำอย่าง

ยิ่งยวดและแสดงพฤติกรรมที่ชอบน้ำมัน นอกจากนี้ ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารเคลือบ เนื่องจากความเป็นรูปทรงของโพลีเมอร์ลดลง และเมื่อความหนืดของน้ำมันเพิ่มขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันลดลงเช่นกัน นอกจากนี้ NRLF ที่ถูกปรับปรุงพื้นผิวที่ความเข้มข้น 6 %wt. สามารถนำมาใช้ซ้ำได้ไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และที่ความเข้มข้น 6 และ 8 wt%. สามารถเพิ่มความหน่วงไฟได้ จึงสรุปได้ว่า NRLF ระบบ CV ที่ถูกปรับปรุงพื้นผิวด้วยสาร HDTMS@HNTs ที่ความเข้มข้น 6 wt%. สามารถใช้เป็นวัสดุดูดซับน้ำมันได้

ABSTRACT

TITLE : PREPARATION OF SUPERHYDROPHOBIC AND SUPEROLEOPHILIC
NATURAL RUBBER LATEX FOAM COATING BY HALLOYSITE
NANOTUBE MODIFIED HEXADECYLTRIMETHOXYLANE AND ITS
APPLICATION FOR OIL-SPILL CLEANUP

AUTHOR : SIRIRAT SRISOMBUT

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : ASST. PROF. SIRIWAT RADABUTAR, Ph.D.

KEYWORDS : NATURAL RUBBER LATEX FOAM, HALLOYSITE NANOTUBES,
N-HEXADECYLTRIMETHOXYLANE, SUPERHYDROPHOBIC,
SUPEROLEOPHILIC

Oil spills into the sea affect and damage marine ecosystems. The process of handling oil spills is costly and has the side effects of chemicals that are toxic to living organisms. For such problems, this research therefore prepares superhydrophobic and superoleophilic natural rubber latex foam (NRLF) for oil-spill cleanup. The objective was to study the effect of vulcanization systems and surface modifications of natural rubber latex foam coated by different concentrations of n-hexadecyltrimethoxysilane modified Halloysite nanotubes (HDTMS@HNTs). The vulcanization systems of NRLF including conventional (CV), efficiency (EV), and semi-efficiency (semi-EV) were obtained by varying the amount of sulfur content at 1, 2, and 3 parts per hundred of rubber (phr). In addition, HNT was chemically modified by HDTMS to enhance HDTMS@HNTs. NRLF was further coated by HDTMS@HNTs in different concentrations at 2, 4, 6 and 8 wt%. Superhydrophobic and superoleophilic characteristics were determined by a contact angle method. The surface morphology and surface chemical composition were detected by both a scanning electron microscope (SEM) and energy dispersive X-Ray spectrometer (EDS). The molecular structure was characterized by a Fourier transformed infrared spectrometer (FT-IR) and oil adsorption capacity, oil-water selectivity, and fire retardancy were also investigated. It was found that the water

contact angle of NRLF significantly increased with the increasing sulfur content resulting in reduced oil adsorption capacity. This was due to declining pore size in contrast to the cross-linking density that increased with increasing sulfur content. In addition, NRLF surface treated with variable HDTMS@HNTs coating was found to have a greater water contact angle with increased coating concentration where a concentration of 6 wt% in the CV system had a contact angle of 151° , indicating extremely hydrophobic properties and exhibiting superoleophilic behavior. In addition, oil adsorption capacity decreased with an increase of the HDTMS@HNTs coating and oil due to reduced porosity of the modified NRLF with an increase in HDTMS@HNTs content. The modified NRLF of CV with 6 wt.% HDTMS@HNTs can be reused at least 10 times and the fire retardancy was improved by 6 and 8 wt.% of HDTMS@HNTs. It can be concluded that the modified NRLF of CV with 6 wt%. HDTMS@HNTs can be used as oil adsorption material.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาเซนเซอร์แบบคู่สำหรับตรวจวัดไกลโฟเสตและพาราควอตโดยใช้
ชีวไฟฟ้ากราไฟต์แบบพิมพ์สกรีนดัดแปรด้วยอนุภาคซิลิกาที่มีรูพรุนระดับ
เมโซ-แมโครที่เคลือบด้วยพอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล

ผู้วิจัย : สุภัตสร ทิมลนีย์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. มะลิวรรณ อมตงไชย

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร. จันทรเพ็ญ ครุวรรณ

คำสำคัญ : เซนเซอร์แบบคู่, สารกำจัดวัชพืช, ซิลิกาที่มีรูพรุนระดับเมโซ-แมโคร, ชีวไฟฟ้าแบบพิมพ์สกรีน, พอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้พัฒนาเซนเซอร์คู่ที่พร้อมใช้งานชนิดใหม่โดยอาศัยชีวไฟฟ้าที่พิมพ์สกรีนด้วยกราไฟต์ที่ดัดแปลงด้วยพอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลเคลือบบนซิลิกาที่มีรูพรุนระดับเมโซ-แมโครที่ทำหน้าที่เป็นแกน (MSN-PtNPs@d-MIP/GSPE) สำหรับตรวจวัดพาราควอต (PQ) และไกลโฟเสต (GLY) พร้อมกัน ซิลิกาที่มีรูพรุนระดับเมโซ-อะมิโน (MSN-NH₂) ถูกสังเคราะห์ขึ้นครั้งแรกโดยวิธีการควบแน่นร่วมกันโดยใช้ออร์กาโนซิลิเกตของเตตระเอทิลออร์โธซิลิเกต (TEOS) และ 3-อะมิโนโพรพิลไตรเมทอกซีไซเลน (APTMS) MSN-PtNPs ถูกสังเคราะห์อาศัยปฏิกิริยารีดักชันทางเคมีของ Pt⁴⁺ เป็น PtNPs สำหรับการตกแต่งบนพื้นผิวของ MSN-NH₂ การเคลือบพอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลบนซิลิกาที่มีรูพรุนระดับเมโซ-แมโคร (MSN-PtNPs@d-MIP) ด้วยการใช้กรดอะคริลิก และ เอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน เป็นโมโนเมอร์ เอ็น, เอ็น-(1,2-ไดไฮดรอกซีเอทิลลีน)บิส(อะคริลาไมด์) เป็นสารเชื่อมขวาง ทำปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันภายใต้แสงยูวีแล้วทำให้เป็นพอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์ด้วยความร้อน เทคนิคไฟฟ้าโพรงเรซินสพัลส์โวลแทจเมทรีใช้สำหรับการวิเคราะห์เชิงปริมาณพร้อมกัน สัญญาณกระแสออกซิเดชันปรากฏที่ -0.95 โวลต์ สำหรับ PQ และ +0.97 โวลต์ สำหรับ GLY เซนเซอร์แบบรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลคู่ให้ช่วงการตอบสนองแบบเป็นเส้นตรงที่ยอดเยียมสำหรับการวิเคราะห์ทั้งสารทั้งคู่ในช่วง 0.025 ถึง 500 ไมโครโมลาร์ โดยขีดจำกัดต่ำสุดการตรวจจับอยู่ที่ 3.1 นาโนโมลาร์ สำหรับ PQ และ 4.0 นาโนโมลาร์ สำหรับ GLY เซนเซอร์แบบรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลคู่มีความสามารถในการคัดเลือกและความจำเพาะสูง เนื่องจากรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลบนแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นและเกิดแรงกระทำระหว่างรอยพิมพ์ประทับกับโมเลกุลเป้าหมาย PQ และ GLY เซนเซอร์แบบรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลคู่ที่พัฒนาขึ้นแสดงความสามารถในการทำซ้ำที่ดี (RSD < 3.0%, n = 10) และความ

เสถียรสูง (ยังคงประสิทธิภาพ 82% หลังจากใช้งาน 4 สัปดาห์) เซนเซอร์แบบใหม่ที่น่าเสนอประสบความสำเร็จในการตรวจวัดความเข้มข้นของ PQ และ GLY พร้อมกันใน CRM และตัวอย่างน้ำ ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี HPLC เซนเซอร์ที่พร้อมใช้งานชนิดใหม่นี้ยอดเยี่ยมสำหรับการควบคุมคุณภาพน้ำและการทำงานด้านสิ่งแวดล้อมในสถานที่โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF A DUAL SENSOR FOR GLYPHOSATE AND
PARAQUAT DETECTION BASED ON GRAPHITE SCREEN-PRINTED
ELECTRODE MODIFIED WITH MESOPOROUS SILICA-PLATINUM
COATED WITH MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER

AUTHOR : SUPHATSORN THIMOONNEE

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : ASSOC. PROF. MALIWAN AMATATONGCHAI, Ph.D.

CO- ADVISOR : CHANPEN KARUWAN, Ph.D.

KEYWORDS : DUAL-SENSOR, HERBICIDES, MESOPOROUS SILICA-PLATINUM
NANOPARTICLES, SCREEN-PRINTED ELECTRODE, MOLECULARLY
IMPRINTED POLYMER

This thesis concerns the development of a ready-to-use dual sensor based on graphite screen-printed electrodes modified with molecularly imprinted polymers coating a mesoporous silica-platinum core (MSN-PtNPs@d-MIP/GSPE) for simultaneous measurement of paraquat (PQ) and glyphosate (GLY). Amino mesoporous silica nanoparticles (MSN-NH₂) were first synthesized through a condensation method using organo-silicates of tetraethyl orthosilicate (TEOS) and 3-Aminopropyltrimethoxysilane (APTMS). MSN-PtNPs were synthesized by chemical reduction of Pt⁴⁺ to PtNPs for embellishing the PtNPs on the surface of MSN-NH₂. Finally, the dual-MIP was successfully coated on the MSN-PtNPs core with pre-polymerization acrylic acid (AA) and N-vinyl-2-pyrrolidone (VP) monomers with N, N'-(1,2-dihydroxyethylene) bis(acrylamide) (DHEBA) cross-linker under UV light and then was completely polymerized by heating. Additionally, differential pulse voltammetry (DPV) was used for simultaneous quantitative analysis.

Oxidation current signals appear at -0.95 V for PQ and +0.97 V for GLY and the dual-MIP sensor showed excellent linear calibration curves for both analysis in the range of 0.025 to 500 μ M with a minimum detection limit of 3.1 nM for PQ and 4.0 nM

for GLY. Dual molecular imprint sensors (MIP) offer high selectivity and specificity due to the increased interaction of the imprinted cavities formed on the polymer film with the target PQ and GLY molecules. The developed dual-MIP sensor exhibits good reproducibility (RSD < 3.0%, n = 10) and high stability (remaining 82% effective after 4 weeks). The proto-type dual-MIP sensor successfully monitored PQ and GLY concentrations simultaneously in certified reference material (CRM) and water samples. Results obtained from this method are consistent with those obtained from the HPLC method. The ready-to-use dual-MIP sensor is excellent for water-quality control and on-site environmental applications without sophisticated instrumentation.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การวิเคราะห์ความรู้สึกจากข้อความภาษาไทยของข้อคิดเห็นในเฟซบุ๊กด้วย
นาอ็ฟเบย์

ผู้วิจัย : ชวิต ภูมิพนา

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐ ดิษเจริญ

คำสำคัญ : นาอ็ฟเบย์, การทำเหมืองความคิดเห็น, การจำแนกข้อมูล, การวิเคราะห์
ความรู้สึก, โครงข่ายประสาทเทียม

ความคิดเห็นของผู้บริโภคถือว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากทำให้ผู้ประกอบการหรือเจ้าของธุรกิจสามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาธุรกิจให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพตรงกับความต้องการของผู้บริโภคได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และจำแนกข้อคิดเห็นเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวและที่พักจากผู้ให้บริการบนเฟซบุ๊ก ด้วยการจำแนกความรู้สึกจากข้อคิดเห็นว่ามีแนวโน้มเป็นบวก เป็นลบ หรือเป็นกลาง โดยใช้หลักการการทำเหมืองความคิดเห็น และเทคนิคนาอ็ฟเบย์พัฒนาโมเดลจำแนกข้อความ วิธีวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) รวบรวมข้อมูลจากคอมเมนต์บนเฟซบุ๊ก 2) การตัดคำภาษาไทย 3) ตรวจสอบฐานข้อมูลคำศัพท์จากพจนานุกรม 4) จัดหมวดหมู่ข้อความ 5) สร้างโมเดลจำแนกความรู้สึก ผู้วิจัยพัฒนาระบบวิเคราะห์และจำแนกความรู้สึกจากโมเดลที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษาซีชาร์ป เอเอสพีดอทเน็ตและไมโครซอฟต์ดอทเน็ตเฟรมเวิร์ค ร่วมกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล ผลการวิจัย พบว่า การวิเคราะห์และจำแนกความรู้สึกจากความคิดเห็นจากวิธีที่พัฒนาขึ้นมีค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก ค่าความถูกต้อง และค่าถ่วงดุล เท่ากับ ร้อยละ 98.50, 98.40, 98.44 และ 98.40 ตามลำดับ ผลการประเมินระบบวิเคราะห์และจำแนกความรู้สึก ซึ่งรวบรวมโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบ จำนวน 14 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.76)

ABSTRACT

TITLE : SENTIMENT ANALYSIS FROM THAI TEXT IN FACEBOOK COMMENTS
USING NAÏVE BAYES

AUTHOR : CHAWIT PHOOMPHANA

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : INFORMATION TECHNOLOGY

ADVISOR : ASST. PROF. NADH DITCHAROEN, Ph.D.

KEYWORDS : NAÏVE BAYES, OPINION MINING, DATA CLASSIFICATION, SENTIMENT ANALYSIS, NEURAL NETWORK

Consumer opinions are considered very important because they enable entrepreneurs or business owners to improve and develop their businesses for quality and efficiency meeting the needs of consumers. This research aims to analyze and classify opinions about tourist attractions and accommodation from users on Facebook. By categorizing feelings from opinions that tend to be positive, negative, or neutral, using the opinion mining principle and the Naïve Bayes technique, we developed a text classification model. The research method consisted of 5 steps: 1) collecting data from Facebook comments, 2) cutting Thai words, 3) examining the vocabulary database from a dictionary, 4) categorizing the text, 5) creating a sentiment classification model. The researcher developed a system for analyzing and classifying feelings from a model developed in the form of a web application using C#, ASP.NET, and a Microsoft.net framework together with the MySQL database. The results showed that the precision, recall, accuracy, and f-measure of the sentiment analysis and classification of our developed method were 98.50%, 98.40%, 98.44%, and 98.40%, respectively. The developed system was evaluated in terms of user satisfaction using questionnaires collected from 14 users. The testing results showed that the average of the users' satisfaction was at a high level (mean = 4.10, SD = 0.76).

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาวิธีการจำแนกภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ โรคหลอดเลือดสมอง ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบสังวัตนาการ

ผู้วิจัย : ญัฐนันท์ ลำสมุทร

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.สมปอง เวฬุวนาธร

คำสำคัญ : ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์, โรคหลอดเลือดสมอง, โครงข่ายประสาทเทียม, แบบสังวัตนาการ, คัลเลอร์แมป, โอเวอร์เลย์คัลเลอร์แมป

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการจำแนกภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์โรคหลอดเลือดสมอง ด้วยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบสังวัตนาการ (Convolutional neural network: CNN) โดยใช้ชุดข้อมูลภาพที่ผู้วิจัยรวบรวมจากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่เป็นมาตรฐาน DICOM ซึ่งผ่านการวินิจฉัยจากแพทย์ในกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเป็นภาพความเข้มเทา (Grayscale) ขนาด 512 * 512 พิกเซล จำนวน 990 ภาพ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ภาพผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองตีบ ภาพผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองแตก และภาพหลอดเลือดสมองปกติ ประเภทละ 330 ภาพ ชุดข้อมูลภาพดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการเรียนรู้และทดสอบด้วย CNN โดยใช้วิธีการตรวจสอบไขว้ (5 Fold Cross Validation) จำนวนรอบที่ใช้ในการฝึกสอนและทดสอบเท่ากับ 1,000 รอบ โดยมีการเตรียมข้อมูลภาพเพื่อใช้ในการทดลอง 5 รูปแบบ เพื่อเปรียบเทียบกัน ดังนี้ 1) ชุดข้อมูลภาพความเข้มเทา จาก DICOM ที่ไม่มีการปรับแต่งใด ๆ 2) ชุดข้อมูลภาพจาก DICOM ที่ถูกแปลงเป็นปริภูมิสีแบบ HSV และมีการจัดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวกับรอยโรคด้วยการกัดกร่อนลักษณะรูปร่าง (Erosion Image Processing: EIP) 3) ชุดข้อมูลภาพแบบที่ 2 ที่ผ่านการปรับค่าความสว่างและค่าความคมชัด 4) ชุดข้อมูลภาพจากแบบที่ 3 ที่มีการแปลงภาพเป็นแบบคัลเลอร์แมป และ 5) ชุดข้อมูลภาพจากแบบที่ 4 ที่ผ่านการทำโอเวอร์เลย์คัลเลอร์แมป (Overlay Colormap) ผลการทดลองพบว่าชุดข้อมูลภาพแบบที่ 5 มีความแม่นยำมากที่สุดที่ร้อยละ 94.23 ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับภาพรังสีเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์หรือภาพถ่ายทางการแพทย์ในกลุ่มโรคอื่นได้เป็นอย่างดี

ABSTRACT

TITLE : A DEVELOPMENT OF STROKE CLASSIFICATION ON COMUTERIZED
TOMOGRAPHY SCAN IMAGES USING CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK

AUTHOR : NATTANON LAMSAMUT

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : INFORMATION TECHNOLOGY

ADVISOR : SOMPONG VALUVANATHORN, Ph.D.

KEYWORDS : COMPUTERIZED TOMOGRAPHY SCAN IMAGES, STROKE DISSEASE,
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK, COLORMAP, OVERLAY
COLORMAP

The purpose of this research was to develop a method of computerized tomography imaging of strokes using the Convolutional Neural Network (CNN) method. The image datasets were collected by researchers from standard DICOM computed tomography images. These tomography images were diagnosed by a doctor in a group of stroke patients, through 990 total grayscale images, with each image being 512 * 512 pixels, divided into three types: images of ischemic stroke patients, images of hemorrhagic stroke patients, and images of normal cerebrovascular types, with 330 images per type. The image dataset was used in CNN learning and testing using the cross-validation method (5 Fold Cross Validation). The number of training and testing cycles was 1,000 cycles. The image data was prepared for use in five trials to compare: 1) the unadjusted DICOM grayscale image dataset, 2) the same DICOM image dataset (1) converted to Hue Saturation Value (HSV) color space, with the elimination of unrelated elements through Erosion Image Processing (EIP), 3), the same image 2 dataset that has been adjusted for brightness and contrast, 4) the same image data from set 3 that has been converted into a colormap image and 5) the image data from set 4 that has been processed with an overlay colormap. The results showed that the fifth image dataset had the highest accuracy at 94.23%. The method can be applied well to computed tomography or medical imaging for other diseases.

บทคัดย่อ

เรื่อง : วิธีทางเลือกสำหรับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมโดยใช้วัตถุแบบไดนามิก

ผู้วิจัย : ทศพร งามเถื่อน

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.อนุสรณ์ บรรเท็ง

คำสำคัญ : สื่อการเรียนรู้, ความจริงเสริม, วัตถุแบบไดนามิก

การพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสริมโดยทั่วไปมักจะใช้การสร้างโมเดลสามมิติสำหรับทุก ๆ มาร์กเกอร์ไว้ล่วงหน้า ทำให้ส่งผลต่อขนาดของแอปพลิเคชัน และการใช้ทรัพยากรแรม งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสริมโดยใช้วัตถุแบบไดนามิก ซึ่งจะมีประโยชน์ในกรณีที่ต้องใช้โมเดลเดียวกันในหลายมาร์กเกอร์ แต่มีการจัดวางตำแหน่งและมีรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยในงานวิจัยนี้จะใช้กรณีศึกษาการพัฒนา สื่อการเรียนรู้เรื่อง โทโพโลยีระบบเครือข่าย ซึ่งปกติในแต่ละโทโพโลยีจะใช้โมเดลเหมือนกันแตกต่างกันที่การจัดวางตำแหน่งและแอนิเมชัน การพัฒนาแบบเดิมจะต้องสร้างโมเดลการเชื่อมต่อของโทโพโลยีเอาไว้ล่วงหน้า แต่ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการสร้างโมเดลขึ้นใหม่จากต้นแบบโมเดลในขณะที่โปรแกรมทำงานอยู่ เพื่อลดการโหลดโมเดลล่วงหน้า และใช้เพื่อแสดงผลในหลายมาร์กเกอร์ได้ ซึ่งสายแลนที่ใช้แสดงการเชื่อมโยงระหว่างคอมพิวเตอร์และฮับสร้างจากอัลกอริทึมเส้นโค้งเบซิเยร์ ผลการทดลองการวัดขนาดแอปพลิเคชันและการใช้ทรัพยากรระบบพบว่าขนาดของแอปพลิเคชันน้อยลงเฉลี่ย 19.5% ใช้ทรัพยากรแรมเฉลี่ยน้อยลงเฉลี่ย 24.97% เมื่อเทียบกับวิธีการแบบเดิม ผลการประเมินด้านความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน จากตัวอย่างกลุ่มผู้ใช้งานเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คน และครูผู้เชี่ยวชาญด้านเน็ตเวิร์ค 1 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ เท่ากับ 4.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.86 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ABSTRACT

TITLE : AN ALTERNATIVE APPROACH TO AUGMENTED REALITY LEARNING
MEDIA DEVELOPMENT USING DYNAMIC OBJECTS

AUTHOR : THOTSAPHORN NGAMTHUEAN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : INFORMATION TECHNOLOGY

ADVISOR : ANUSORN BUNTEONG, Ph.D.

KEYWORDS : LEARNING MEDIA, AUGMENTED REALITY, DYNAMIC OBJECT

Augmented Reality application typically involves 3D modeling for every pre-marker affecting the size of the application and use of RAM resources. This research presents a method for developing augmented reality applications using dynamic objects. This is useful when the same model is to be used in multiple markers but with different forms and positions. In this research, case studies were used concerning the development of augmented reality learning media network topology. Usually, each topology uses the same model, differing in positioning and animation. Conventional development must first model the connection of the topology, but in this research, the method will be used to create a new model from the model prototype while the program is running, to reduce the preloading of the model, and to use for displaying results for multiple markers. The LAN cable used to represent the link between the computer and the hub is generated by the Bezier curve algorithm. The application size was decreased by 19.5% and RAM storage required was decreased by 24.97% compared with the original method. A satisfactory assessment was carried out on 28 Grade-8 students and 1 teacher who specializes in networking. The results showed an average score of 4.27, the standard deviation was 0.86 and thus, satisfaction was at a high level.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาวิธีวัดความคล้ายคลึงของข้อความเพื่อการเทียบโอนหน่วยกิตโดยใช้
โครงข่ายประสาทเทียม

ผู้วิจัย : พิมพ์นารา รามางกูร

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐ ดิษเจริญ

คำสำคัญ : การวัดความคล้ายคลึงของข้อความ, การเทียบโอนหน่วยกิต, การคัดเลือก
คุณลักษณะ, โครงข่ายประสาทเทียม

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาวิธีทางเลือกในการวัดความคล้ายคลึงของข้อความเพื่อการเทียบโอนหน่วยกิตโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม และ 2) พัฒนาระบบเทียบโอนหน่วยกิตในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันจากวิธีที่พัฒนาขึ้น ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองเป็นข้อมูลคำอธิบายรายวิชาในภาษาไทยของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยนครพนม ซึ่งรวบรวมจากผลการพิจารณาเทียบโอนหน่วยกิตในปีการศึกษา 2560 – 2562 จำนวน 60 รายวิชา วิธีการวัดความคล้ายคลึงของข้อความเพื่อการเทียบโอนหน่วยกิต ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ การตัดคำภาษาไทย การรวมความหมายคำโดยใช้พจนานุกรมเป็นฐาน การกำจัดคำหยุด การวิเคราะห์คำเชิงความหมาย การหาค่าน้ำหนักของคำด้วยวิธีความถี่ของเทอม การคัดเลือกคุณลักษณะ และการจำแนกด้วยโมเดลที่พัฒนาด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบมัลติเลเยอร์เพอร์เซ็ปตรอน ผู้วิจัยได้ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลในการจำแนกที่สร้างร่วมกับ การ คัด เลื อ ก คุ ณ ลั ก ษ ณ ะ 3 วิธี ได้แก่ 1) Correlation - based Feature Selection (CFS) 2) Information Gain และ 3) วิธีการหาค่าเฉลี่ยจากผลรวมของความถี่ของเทอม โดยใช้โปรแกรม Weka ในการวิเคราะห์และพัฒนาโมเดล และใช้ภาษา PHP ร่วมกับฐานข้อมูล MySQL ในการพัฒนาระบบเทียบโอนหน่วยกิต ผลการวิจัยพบว่า วิธีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธี CFS ร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยมีค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่าระลอก และค่าความถ่วงดุล เท่ากับร้อยละ 100 ทุกค่า ผลการประเมินระบบเทียบโอนหน่วยกิต ซึ่งรวบรวมโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบจำนวน 36 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.85)

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF TEXT SIMILARITY MEASUREMENT FOR CREDIT
TRANSFER USING NEURAL NETWORK

AUTHOR : PIMNARA RAMANGKUL

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : INFORMATION TECHNOLOGY

ADVISOR : ASST. PROF. NADH DITCHAROEN, Ph.D.

KEYWORDS : TEXT SIMILARITY MEASUREMENT, CREDIT TRANSFER, FEATURE
SELECTION, ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

The objectives of this research were 1) to develop an alternative method to measure the similarity of text for credit transfer using a neural network, and 2) to develop a web-based credit transfer system from the developed method. The data used in the experiment were 60 Thai course descriptions collected from the results of a credit transfer assessment in the academic year 2017 – 2019 at the Bachelor of Engineering Program in Energy Engineering, Nakhon Phanom University. The text similarity measurement method for credit transfer consisted of 7 steps: Thai word segmentation, dictionary-based meaning combination, the elimination of stop words, lexical semantic analysis, term weighting using a term frequency method, feature selection, and classification with models developed using a multilayer perceptron neural network method (MPNN). We compared the efficiency of the classification model created with three methods of feature selection: 1) Correlation-based Feature Selection (CFS), 2) Information Gain, and 3) a method for averaging the sum of the frequency of terms. The Weka program was used to analyze and develop the models while the web-based credit transfer system was developed by PHP and MySQL. The results showed that the CFS method of trait selection in combination with a neural network method (MPNN) is most efficient with 100% in all metrics (accuracy, precision, recall, and F-measure). The developed system was evaluated in terms of user satisfaction using questionnaires collected from 36 users. The testing results showed that the average user satisfaction was at a high level (mean = 3.87, SD = 0.85).

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพยากรณ์การออกกลางคันของนักศึกษามหาวิทยาลัยจากการปรับปรุงด้วยการคัดเลือกคุณลักษณะร่วมกับเทคนิคเหมืองข้อมูล

ผู้วิจัย : อนุวัฒน์ เปาพาทย์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรงค์ ศรีไกร

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐ ดิษเจริญ

คำสำคัญ : การออกกลางคันของนักศึกษา การพยากรณ์ การคัดเลือกคุณลักษณะ การทำเหมืองข้อมูล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการและระบบต้นแบบการพยากรณ์การออกกลางคันของนักศึกษามหาวิทยาลัยด้วยการคัดเลือกคุณลักษณะร่วมกับเทคนิคเหมืองข้อมูล และศึกษาประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยรวบรวมมาจากการทะเบียนนักศึกษาและประมวลผล กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 1,029 รายการ การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการตามวิธีการคริปติเอ็ม หลังจากผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลแล้วคงเหลือข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง จำนวน 822 รายการ จำแนกเป็น 14 คุณลักษณะ จากนั้นสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์การออกกลางคันของนักศึกษาด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ นาอีฟเบย์ โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ร่วมกับการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีอัตราส่วนเกน ไคสแควร์ และการคัดเลือกคุณลักษณะบนฐานสหสัมพันธ์ (ซีเอฟเอส) โดยหาประสิทธิภาพของแบบจำลองด้วยวิธีการตรวจสอบไขว้สิบส่วน เปรียบเทียบค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก ค่าความถ่วงดุล และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยสำคัญในการพยากรณ์การออกกลางคันของนักศึกษามี 5 คุณลักษณะ ได้แก่ (1) ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม (2) ผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกลุ่มวิชาในคณะ (3) ผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกลุ่มวิชานอกคณะ (4) การกู้ยืมหรือทุนการศึกษา และ (5) สถานภาพนักศึกษา (คลาสเป้าหมาย) แบบจำลองในการพยากรณ์การออกกลางคันของนักศึกษาที่มีค่าความถูกต้องสูงที่สุดถูกสร้างด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นร่วมกับการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีซีเอฟเอส โดยมีค่าความถูกต้องหลังจากปรับค่าพารามิเตอร์ในการสร้างแบบจำลอง เท่ากับ 90.26% เมื่อนำแบบจำลองไปใช้พัฒนาระบบต้นแบบการพยากรณ์การออกกลางคันของนักศึกษาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน และประเมินระบบจากผู้ที่ใช้ทดสอบด้วยวิธีการแบบกล่องดำ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจต่อระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.61$, $SD=0.52$)

ABSTRACT

TITLE : IMPROVED UNIVERSITY STUDENT DROPOUT PREDICTION USING
FEATURE SELECTION WITH DATA MINING TECHNIQUES

AUTHOR : ANUWAT PAPHAT

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : INFORMATION TECHNOLOGY

ADVISOR : ASST. PROF. WONGKOT SRIURAI, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASST. PROF. NADH DITCHAROEN, Ph.D.

KEYWORDS : STUDENT DROPOUT, PREDICTION, FEATURE SELECTION,
DATA MINING

This research aims to develop a method and system prototype for predicting university student dropouts by selecting characteristics in combination with data mining techniques and to study the efficiency of the developed system. The data used in the research was gathered from the Office of Student Registrar and Evaluation, Division of Educational Services, Ubon Ratchathani University, and consisted of 1,029 items. Data analysis was performed using the cryptographic (CRISP-DM) method. After the data preparation process, 822 records remained to create the model, classified into 14 attributes. Then the model for predicting student dropout were developed using the Naive Bayes, a multilayer perceptron neural network, and support vector machine methods together with trait selection by gain ratio, chi-square, and correlation-based trait selection (CFS). The efficiency of the model was determined using a ten-segment cross-validation method to compare accuracy, precision, recall, f-measure, and mean absolute error. The results showed that the key factors for predicting student dropout are as follows: (1) cumulative grade point average (2) cumulative grade point average in the student's faculty (3) cumulative grade point average for subjects outside of the student's faculty, (4) loans or scholarships, and (5) student graduation status (target class).

บทคัดย่อ

เรื่อง : ศึกษาคุณสมบัติของแบตเตอรี่ลิเทียมเมื่อโดปด้วยโลหะทรานสิชัน LiMnO_2 , LiCoO_2 กับ Sc, V, Tc

ผู้วิจัย : นนทวัฒน์ ไชโยชะ

ชื่อปริญญา : มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : ฟิสิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.วรศักดิ์ สุขบท

คำสำคัญ : แบตเตอรี่ลิเทียม, โดปด้วยโลหะทรานสิชัน, ทฤษฎีฟังก์ชันนอลความหนาแน่น อิเล็กตรอน

ลิเทียมไอออนแบตเตอรี่ถูกใช้ประโยชน์ในการประยุกต์หลายด้านเช่น โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ กล้องดิจิทัล รถยนต์ไฟฟ้าและรถยนต์ไฮบริด งานวิจัยนี้จะปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้วแคโทดจาก LiCoO_2 and LiMnO_2 เมื่อเจือด้วยโลหะทรานสิชัน (สแกนเดียม, วานาเดียม และ เทคนีเทียม) ด้วยการคำนวณทฤษฎีฟังก์ชันความหนาแน่น โดยจะแสดงผลคำนวณดังนี้ ค่าคงที่แลชทิส ปริมาตร ช่องว่างพลังงาน แถบพลังงาน ความหนาแน่นสถานะและพลังงานก่อเกิดเพื่อวิเคราะห์ระบบดังกล่าว

จากการคำนวณพบว่า ค่าคงที่แลชทิสและปริมาตรของสารชนิด LiCoO_2 and LiMnO_2 เพิ่มขึ้นเมื่อเจือด้วยโลหะทรานสิชัน การเจือวานาเดียมทำให้โครงสร้างของสาร LiCoO_2 and LiMnO_2 เสถียรเนื่องจากมีพลังงานก่อเกิดน้อยที่สุด ช่องว่างพลังงานต่ำที่สุดเท่ากับ 0.396 eV ตรวจพบในโครงสร้าง LiCoO_2 ที่เจือด้วยเทคนีเทียม LiMnO_2 เจือด้วยสแกนเดียมมีช่องว่างพลังงานต่ำที่สุด การลดลงของช่องว่างพลังงานเกิดจากการปรากฏของดีออร์บิทัลในบริเวณขอบล่างสุดของแถบนำพลังงาน

ABSTRACT

TITLE : ELECTRONICS PROPERTIES OF LITHIUM-BASE BATTERY DOPED WITH
TRANSITION METAL LiMnO_2 , LiCoO_2 AND Sc, V, Tc

AUTHOR : NONTAWAT CHAIYAOCHA

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : PHYSICS

ADVISOR : ASSOC. PROF. WORASAK SUKKABOT, Ph.D.

KEYWORDS : LITHIUM BATTERY, DOPING MATERIAL, DENSITY FUNCTIONAL
THEORY

Rechargeable lithium-ion batteries have been used extensively in numerous applications such as mobile phones, computers, digital cameras, electric and hybrid vehicles. This research seeks to improve the efficiency of LiCoO_2 and LiMnO_2 cathodes when doped with transition metals (scandium, vanadium, and technetium) by employing Density Functional Theory. The lattice parameters, volumes, band gaps, band structures, density of states, and generation energies were used to analyze the systems studied.

From the calculations, the lattice parameters and volumes of LiCoO_2 and LiMnO_2 material increased when doped with transition metals. Vanadium doping stabilizes the structures of LiCoO_2 and LiMnO_2 since it has the lowest generating energy. The lowest band gap of 0.396 eV was detected in technetium-doped LiCoO_2 structures. Scandium-doped LiMnO_2 had the lowest band gap of 0.204 eV. The narrowing of the band gap is due to the presence of the d-orbital in the lower edge of the conductive band.

บทคัดย่อ

เรื่อง : แนวทางการพัฒนาการขนส่งอย่างยั่งยืนเพื่อการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว:
กรณีศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผู้วิจัย : ตระการ พรหมสำลี

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ทัศนีย์ เจียรพสุนันต์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล ทองปลิว

คำสำคัญ : การขนส่งอย่างยั่งยืน, มหาวิทยาลัยสีเขียว, ก๊าซเรือนกระจก, การประเมิน
ต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจก

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางและประเมินก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเดินทางและการขนส่งของนักศึกษาและบุคลากรเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการพัฒนามหาวิทยาลัยอุบลราชธานีให้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดย สำรวจแนวทางการพัฒนาการขนส่งอย่างยั่งยืนจากภาพวาดแห่งอนาคต 3 รูปแบบ คือ 1) สถานการณ์แบบเป็นไปตามปกติ (Business as usual scenario; BAU scenario) 2) สถานการณ์ที่มีรถขนส่งมวลชนไฟฟ้า (Electric vehicle scenario; EV scenario) และ 3) สถานการณ์ที่มีทางเท้าและเส้นทางจักรยาน (Non-motorized transport scenario; NMT scenario) ทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเดินทางในปี พ.ศ. 2563 และการคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นในอีก 10 ปีข้างหน้า และ วิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจก (Marginal abatement cost; MAC) ผลการศึกษาจากตัวอย่างกลุ่มประชากร 400 คน พบว่า นักศึกษาและบุคลากรส่วนใหญ่เดินทางด้วยรถจักรยานยนต์ ร้อยละ 82.00 และรถยนต์ร้อยละ 14.00 โดยที่ระยะทางเฉลี่ยที่เกิดขึ้นเท่ากับ 2.97 กิโลเมตร/คน/วัน และมีการใช้ยานพาหนะ 1 คัน ต่ออัตราผู้โดยสารเฉลี่ย 1.19 คน การศึกษาแนวทางในการพัฒนาการขนส่งอย่างยั่งยืนพบว่า นักศึกษาและบุคลากรส่วนใหญ่มีความสนใจในเรื่อง EV scenario ร้อยละ 55.00 และ MNT scenario ร้อยละ 23.80 และยังพบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2563 ทั้งหมด 1,028.07 tCO₂eq/ปี มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นต่อคนเท่ากับ 0.06 tCO₂eq/คน/ปี และผลการศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573 โดยพิจารณาจากสัดส่วนการเลือกภาพวาดแห่งอนาคตของนักศึกษาและบุคลากร พบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจาก EV scenario และ MNT scenario มีค่าน้อยกว่า BAU scenario 648.78 และ 271.73 tCO₂eq ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่า MAC ของ EV scenario มีค่าเท่ากับ 2,169.19 บาท/

tCO₂eq และสามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 6,037.73 tCO₂eq/10 ปี และในส่วนของ NMT scenario มีค่าเท่ากับ 23,158.43 บาท/tCO₂eq และสามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 2,520.97 tCO₂eq/10 ปี จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าการพัฒนาการขนส่งอย่างยั่งยืนภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีควรเลือกการให้บริการขนส่งมวลชนไฟฟ้า เนื่องจากจะช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงแล้วยังมีต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจกที่น้อยกว่าการพัฒนาทางเท้าและทางจักรยาน

ABSTRACT

TITLE : ALTERNATIVE FOR DEVELOPING SUSTAINABLE TRANSPORT TO
ACHIEVE GREEN UNIVERSITY: A CASE STUDY OF UBON RATCHATHANI
UNIVERSITY

AUTHOR : TRAKAN PROMSUMLEE

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : BIOLOGICAL SCIENCES

ADVISOR : TASSANEE JIAPHASUANAN, Ph.D.

CO- ADVISOR : ASST. PROF. NATAPOL THONGPLEW, Ph.D.

KEYWORDS : SUSTAINABLE TRANSPORT, GREEN UNIVERSITY, GREENHOUSES GAS,
MARGINAL ABATEMENT COST

This research is a survey of travel behavior and an assessment of greenhouse gas emissions (GHG) due to student and staff commutes as a strategy for developing Ubon Ratchathani University into a green university. The survey of guidelines for sustainable transport alternatives were based on three scenarios: 1) A “business as usual” scenario (a BAU scenario) 2) an electric vehicle scenario (an EV scenario) and 3) a non-motorized transport scenario (an NMT scenario). It assessed the GHG emissions generated by travel in 2020, forecasting the amount for the next 10 years of greenhouse gas emissions and analyzing the marginal abatement cost (MAC) of those scenarios. The results of the study from a sample of 400 people found that most of the students and staff commuted by motorcycle, (82.0%), and by car (14.0%), with the mean distance occurring at 2.97 km/person/day with an average passenger vehicle occupancy rate of 1.19 people. The study of guidelines for sustainable transport development found that most of the students and staff were interested in the EV scenario (55.00%), followed by the NMT scenario (23.80%). It was also found that the total GHG emissions in 2020 were 1,028.07 tCO₂eq/year, and the incidence per person was 0.06 tCO₂eq/person/year, along with the results of GHG emissions by 2030. Upon analysis, the student and staff preference for sustainable transportation modes of GHG emissions by 2030 for the EV scenario and NMT scenarios for GHG emissions were found to be less than the BAU

scenario, at 648.78 and 271.73 tCO₂eq respectively. In addition, the study also found that the MAC of the EV scenario is 2,169.19 baht/tCO₂eq and can reduce greenhouse gas emissions by 6,037.73 tCO₂eq/10 years, and in the NMT scenario, it is 23,158.43 baht/tCO₂eq, reducing the amount of GHG emissions to 2520.97 tCO₂eq/10 years. From the results of the study, it can be concluded that appropriate, sustainable alternative transportation development at Ubon Ratchathani University is found with the provision of electric public buses because this alternative minimizes the GHG emissions at a lower cost compared to the development of footpaths and bicycle lanes.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาประสิทธิภาพของการจัดเก็บตัวอย่างเซลล์เยื่อบุกระพุงแก้ม
ด้วยก้านสำลีสำหรับการเพิ่มปริมาณพีซีอาร์โดยตรงเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์
บุคคลโดยใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

ผู้วิจัย : วิทยา วงษ์ตรี

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.สุรสิทธิ์ สุทธิคำภา

คำสำคัญ : ดีเอ็นเอ, พีซีอาร์, การทดสอบเอกลักษณ์บุคคล

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ก้านสำลี cotton bud ที่วางจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาดซึ่งมีราคาถูก ทดแทนการใช้ก้านสำลีสำหรับจัดเก็บวัตถุพยานซึ่งมีราคาสูงในการจัดเก็บดีเอ็นเอจากเซลล์เยื่อบุกระพุงแก้ม โดยจัดเก็บให้ได้ปริมาณดีเอ็นเอที่เหมาะสมสำหรับการทำพีซีอาร์โดยตรง การสกัดดีเอ็นเอด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ทดแทนการใช้ชุดน้ำยาสกัดสำเร็จรูป ศึกษาการทำพีซีอาร์โดยตรงเพื่อลดขั้นตอนและระยะเวลาในการตรวจวิเคราะห์ผล และการศึกษาผลของดีเอ็นเอที่ได้เมื่อลดปริมาณน้ำยาสำเร็จรูป ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การจัดเก็บเซลล์เยื่อบุกระพุงแก้มด้วยการสำลี cotton bud เพียงหนึ่งรอบ มีปริมาณดีเอ็นเอที่เหมาะสมสำหรับการนำไปเพิ่มปริมาณ ดีเอ็นเอด้วยวิธีพีซีอาร์โดยไม่จำเป็นต้องมีการเจือจางดีเอ็นเอลงเหมือนในขั้นตอนการปฏิบัติงานปกติ การสกัดดีเอ็นเอด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิห้อง สามารถทดแทนการสกัดดีเอ็นเอด้วยชุดน้ำยาสำเร็จรูปได้ ทั้งยังมีราคาถูกและช่วยลดขั้นตอนการสกัดและการหาปริมาณดีเอ็นเอลงไปได้ นอกจากนี้เมื่อนำดีเอ็นเอที่สกัดได้ไปเพิ่มปริมาณพีซีอาร์โดยตรง สามารถให้ผลดีเอ็นเอสมบูรณ์และสามารถลดปริมาณการใช้ น้ำยาลงเหลือ 1/4 ของปริมาณที่แนะนำโดยบริษัทผู้ผลิต โดยที่ยังสามารถให้ผลเทียบเท่ากับดีเอ็นเอที่สกัดโดยวิธีปกติ ซึ่งสามารถช่วยเป็นทางเลือกสำหรับห้องปฏิบัติการที่มีข้อจำกัดในเรื่องงบประมาณ อุปกรณ์และสารเคมีได้

ABSTRACT

TITLE : STUDY OF EFFICIENCY BUCCAL CELL SAMPLING USING COTTON BUD
FOR DIRECT PCR AND HUMAN IDENTIFICATION DNA TESTING

AUTHOR : WITTAYA WONGTRI

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : BIOLOGICAL SCIENCE

ADVISOR : SURASIT SUTTHIKHAMPA, Ph.D.

KEYWORDS : DNA, PCR, HUMAN IDENTIFICATION TESTING

The purpose of this research is to study the use of commercially available inexpensive cotton buds instead of using an expensive cotton swab for collecting evidence from buccal epithelial cells DNA samples by preserving an appropriate amount of DNA directly for PCR. DNA extraction with a sodium hydroxide solution was used instead of using a commercial extraction kit. Direct studies of PCR were undertaken to reduce the processes required for analysis, along with studying the effect of DNA profiles when reducing the quantity of PCR reagents. The results of the research indicate that a collection of buccal epithelial cells with just one round of the cotton bud is sufficient providing a suitable amount of DNA for further enrichment. DNA by PCR was employed without the need for DNA dilution as per normal operation procedures. DNA extraction with sodium hydroxide solution at room temperature was also employed. This replaces DNA extraction with a relatively inexpensive commercial extraction kit, simplifying the process of DNA extraction and quantification. In addition, when the extracted DNA was put through the PCR process, it gave complete DNA results, reducing the amount of solution used to 1/4 of the amount recommended by the manufacturer, while still capable of yielding results comparable to DNA extracted by common methods. This provides an option for laboratories with limited budgets, equipment and chemicals.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การอธิบายแบบ ข้อสรุป-หลักฐาน-เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จากการทดลองเรื่องแรงและการเคลื่อนที่

ผู้วิจัย : ทิวักร แก่นชา

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม

คำสำคัญ : เกณฑ์ประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์, คำอธิบายแบบข้อสรุป-หลักฐาน-
เหตุผลและการทดลองแบบสืบเสาะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและใช้เกณฑ์ประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับแนวคิดเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ตามกรอบแนวคิดของ McNeill และ Krajcik หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และศึกษาการอธิบายแบบ ข้อสรุป-หลักฐาน-เหตุผล ของนักเรียนจากการทดลองเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างถูกเลือกแบบเจาะจงจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 52 คนที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (ฟิสิกส์) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้การทดลองแบบสืบเสาะหาความรู้จำนวน 3 แผน และแบบประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ข้อ ได้แก่ (1) การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวโค้งภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก (2) ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง และมวลกับความเร่ง (3) การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของแรงสองแรง และ (4) การเคลื่อนที่แนวโค้งภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ผลการวิจัยพบว่า เกณฑ์การวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากกระบวนการของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีประสิทธิภาพ และมีความเป็นปรนัยและแปรผลง่ายในการนำไปใช้เมื่อนำเกณฑ์การวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างพบว่านักเรียนได้คะแนนข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ร้อยละ 66.73 39.42 และ 55.58 ตามลำดับ

ABSTRACT

TITLE : THE CLAIM-EVIDENCE-REASONING EXPLANATION OF GRADE 11
STUDENTS BY FORCE AND MOTION EXPERIMENTS

AUTHOR : TIWAGORN KANSA

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. SURA WUTTIPROM, Ph.D.

KEYWORDS : SCIENTIFIC EXPLANATION, CLAIM-EVIDENCE-REASONING
EXPLANATION, INQUIRY EXPERIMENTS

The purpose of this research was to establish and implement scientific explanation criteria for the concept of force and motion based on McNeill and Krajcik's framework, after students' inquiry-based learning and their explanation of the claim-evidence-reasoning (CER) approach through force and motion experiments. Fifty-two samples were purposively chosen among grade 11 students studying Physical Science (Physics) during the first semester of the academic year 2020. The research instruments involved 3 lesson plans, an exploratory experiment, and a 4 question scientific explanation assessment form: (1) the vertical motion of an object under the gravitational pull of the earth, (2) the relationship among force, mass, and acceleration, (3) determination of the magnitude and direction of the resultant force of two forces, and (4) arc motion under Earth's gravity. The results showed that the analytical criteria for creating scientific explanations from the expert group process are effective, easy to implement and use. When this scientific explanation-building analysis was applied to the student sample, the students achieved scores of 66.73%, 39.42%, and 55.58%, for claims, evidence, and reasoning respectively.

บทคัดย่อ

- เรื่อง : การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ
- ผู้วิจัย : ปริญวรรณ สุนทรักษ์
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะวัน วุฒิเสลา
- คำสำคัญ : ตารางธาตุ, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา, ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบเจาะจง แบบแผนการวิจัย คือ การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัย พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ABSTRACT

TITLE : ENHANCING GRADE 11 STUDENT'S PROBLEM-SOLVING SKILLS BY
STEM EDUCATION IN PERIODIC TABLE

AUTHOR : PARINYAWAN SUNTHARAK

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : ASST. PROF. KARNTARAT WUTTISELA, Ph.D.

KEYWORDS : PERIODIC TABLE, LEARNING ACHIEVEMENT, STEM EDUCATION,
PROBLEM-SOLVING SKILLS

The purpose of this research was to develop students' problem-solving skills and to compare learning achievement by using STEM Education regarding the periodic table. The participants were 30 students, purposively selected from a population of grade-11 students. The research model involved a one-group pretest and posttest. The tools used in the research were STEM Education techniques concerned with periodic table problem-solving ability and a learning achievement test. The results revealed that the posttest score for students' problem-solving skills and the academic achievement of students with STEM learning management after learning were significantly higher than before at a p-value of 0.05.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบหายใจ ด้วยกิจกรรมการลงมือปฏิบัติบนพื้นฐานการสืบเสาะวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย : ศรัญญา ศรีเนตร

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร

คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, กิจกรรมการลงมือปฏิบัติบนพื้นฐานการสืบเสาะ วิทยาศาสตร์, ระบบหายใจ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) และดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติบนพื้นฐานการสืบเสาะวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 และ 0.5 ตามลำดับ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 3) วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน ซึ่งกำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโยธินวิทยาาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นใช้การทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติบนพื้นฐานการสืบเสาะวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ 6 แผน และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) และประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 82.0/80.5 (เท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน 75/75) และ 0.7 (สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 0.5) ตามลำดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับสูง และพบว่า แผนจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างปอดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ที่ใช้กิจกรรมผ่าปอดหมูและเล่นเกมจิกซอร์ นักเรียนมีค่า E_1/E_2 (84.8/85.7) และค่า $<g>$ มากที่สุด เป็นกิจกรรมที่ควรนำไปใช้ในห้องเรียนอย่างยิ่ง

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING GRADE 11 STUDENTS' LEARNING ACHIEVEMENT IN
TOPIC OF RESPIRATORY SYSTEM USING A SCIENCE INQUIRY-BASED
HANDS-ON ACTIVITY

AUTHOR : SARUNYA SRINET

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. SUPAPORN PORNTRI, Ph.D.

KEYWORDS : LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENCE INQUIRY-BASED HANDS-ON
ACTIVITY, RESPIRATORY SYSTEM

The objectives of this research were to 1) study the efficiency of the process (E1), the efficiency of the outcomes (E2) and the effectiveness (E.I.) of science-based hands-on learning activities concerning the respiratory system based upon 75/75 and 0.5 standard criterion, respectively, 2) to compare pre- and post-learning achievement, and 3) analyze the learning progress of the sample group of randomly selected 35 11th grade students at the Yasothon Phitthayakhom School during the second semester of academic year 2020. This research is preliminary and experimental, using pre- and post-tests. Research instruments were comprised of a 6 lesson plan that employed a science inquiry-based hands-on activity on the topic of the respiratory system and an achievement test comprised of 35 items in 4 multiple-choice tests. The results showed that the process and outcome efficiency (E_1/E_2), and effectiveness (E.I.) of the lesson plan were 82.0/80.5 (equal to the standard criterion 75/75) and 0.7 (higher than the standard criterion, 0.5), respectively. The post-learning achievement was statistically significantly higher than the pre-learning achievement ($p < 0.05$), and the students' learning progression was at a high level. The research demonstrated that the lesson plan for Mammalian lung structure employing a dissected pig's lung and playing jigsaw games had the highest values E_1/E_2 (84.8/85.7) and the highest $\langle g \rangle$. Therefore these activities are recommended for application in the classroom.

บทคัดย่อ

- เรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้ และการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะ 5 ชั้น
- ผู้วิจัย : ศศิธร กุแก้ว
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร
- คำสำคัญ : การสืบพันธุ์ของพืชดอก เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้, การเรียนรู้แบบ
สืบเสาะ 5 ชั้น, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความก้าวหน้าทางการเรียน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน (2) วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน และ (3) ศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้ โดยใช้แบบแผนวิจัยกึ่งทดลอง ระเบียบวิธีวิจัยประกอบด้วยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เก็บข้อมูลจากใบงานและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ กิจกรรมนี้ใช้เวลา 10 คาบ แต่ละคาบประกอบด้วย 5 ชั้น ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นสร้างคำอธิบาย ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 18.67) ในการทดสอบก่อนเรียนไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.52) ในการทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) การเพิ่มขึ้นนี้สะท้อนให้เห็นว่าความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 80.00 ($<g> = 0.80$) จัดเป็นความก้าวหน้าระดับสูง นอกจากนี้ประสิทธิภาพและค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมนี้ เท่ากับ 87.78/83.52 และ 0.79 ตามลำดับ

ABSTRACT

TITLE : THE DEVELOPMENT OF GRADE 11 STUDENTS' LEARNING
ACHIEVEMENT ON REPRODUCTION OF FLOWERING PLANT BY USING
AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY AND 5E INQUIRY LEARNING

AUTHOR : SASITORN KUKAEW

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. SUPAPORN PORNTAI, Ph.D.

KEYWORDS : REPRODUCTION OF FLOWERING PLANTS, AUGMENTED REALITY
TECHNOLOGY, 5E INQUIRY LEARNING, LEARNING ACHIEVEMENT,
LEARNING PROGRESS

This research sought to (1) compare pre- and post-learning achievement, (2) analyze student learning progression, and (3) study the efficiency (E1/E2) and effectiveness index (E.I.) of 5E inquiry integrated with augmented reality technology based on a quasi-experimental research design. The research methodology consisted of developing learning activities and achievement tests, applied to a sample group of 35 11th grade students in the first semester of the 2020 academic year, obtained by random cluster sampling. Data were collected from worksheets and a pre- and post-achievement test comprised of 30 questions with four-choices. This activity involved 10 periods of learning comprised of 5 steps: engagement, exploration, explanation, elaboration, and evaluation. The results showed that the students improved their achievement from a low level (18.67%) on the pre-test to an excellent level for the post-test (83.52%), a statistically significant increase ($p < .05$). This increase reflected that 80.00% of students' learning progress ($\langle g \rangle = 0.80$) was categorized as "high gain". In addition, the efficiency and effectiveness index of this activity were 87.78/83.52 and 0.79, respectively.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการปฏิบัติ
บนฐานการสืบเสาะหา ความรู้ 5Es

ผู้วิจัย : สุปรานี หัวดอน

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร

คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, กิจกรรมการลงมือปฏิบัติบนฐานการสืบเสาะแบบ 5E
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม, พันธุกรรม

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ตรวจสอบประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และประสิทธิผล (E.I.) ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติบนฐานการสืบเสาะแบบ 5E เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และ 0.5 ตามลำดับ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 3) วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 29 คน ซึ่งกำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินวิทยาเขต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นใช้การทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติบนฐานการสืบเสาะแบบ 5E เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เวลาในการทำกิจกรรม 10 ชั่วโมงและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.0 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.40-0.80 และ 0.33-0.80 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.94 ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 86.14/85.86 (สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80) และ 0.7897 (สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 0.5) ตามลำดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับสูง การค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติบนฐานการสืบเสาะแบบ 5E นี้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลอยู่ในระดับมาตรฐาน จึงควรนำไปขยายผลและประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่นต่อไป

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING GRADE-9 STUDENTS' LEARNING ACHIEVEMENT IN THE TOPIC OF GENETIC INHERITANCE USING 5E INQUIRY-BASED HANDS-ON ACTIVITY

AUTHOR : SUPRANI HUADON

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. SUPAPORN PORNTRI, Ph.D.

KEYWORDS : LEARNING ACHIEVEMENT, 5E INQUIRY-BASED HANDS-ON ACTIVITY, GENETIC INHERITANCE

This research sought to 1) investigate the efficiency (E_1/E_2) and the effectiveness (E_1) of a 5E inquiry-based hands-on learning activity on the topic of genetic inheritance based upon 80/80 and 0.5 standard criterion, respectively, 2) compare pre- and post-learning achievement, and 3) analyze the learning progress of the sample group of 29 9th-grade student studying in at the Yasothon Phitthayakhom School in the second semester of academic year 2020, selected by random cluster sampling. This research is preliminary and experimental, using one-group pre- and post-tests. The research instruments were comprised of a 10-hour lesson plan that employed a 5E inquiry-based hands-on learning activity on the topic of genetic inheritance. It included an achievement test comprised of 30 questions with 4 choices each, for which the indices of Item-Objective Congruence (IOC) were 1.0, the difficulty indices (p) were 0.40-0.80, and the discrimination indices (r) were 0.33-0.80 with a reliability of 0.94. The results showed that the efficiency (E_1/E_2) and effectiveness ($E.I.$) of the lesson plan were 86.14/85.86 (higher than the standard criterion of 80/80) and 0.7897 (higher than the standard criterion 0.5), respectively. The post-learning achievement was statistically significantly higher than the pre-learning achievement ($p < 0.05$), and the students' learning progression was at a high level. The findings indicate that the 5E inquiry-based hands-on learning activity is effective and efficient at a standardized level. Therefore, it should be further expanded and applied to other content.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาแบบจำลองความคิดจากการวาดภาพ เรื่องระบบสุริยะของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย : สุวรรณิ โลมกลาง

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม

คำสำคัญ : แบบจำลองทางความคิด, วาดภาพ, ระบบสุริยะ, การ์ดเกม, เทคโนโลยี
เสมือนจริง

แบบจำลองทางความคิดเป็นสิ่งที่สะท้อนความรู้ความเข้าใจที่แฝงอยู่ในตัวผู้เรียนออกมาให้เห็น แบบจำลองทางความคิดจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ทำให้เข้าใจผู้เรียน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดประเภทแบบจำลองภาพของนักเรียน เรื่อง ระบบสุริยะ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับสื่อการสอนที่หลากหลาย ได้แก่ การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบจำลองทางความคิดที่นักเรียนวาดภาพระบบสุริยะ ร่วมกับการสัมภาษณ์ กึ่งโครงสร้างของนักเรียนเป็นรายบุคคล แบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดการจำลองระบบสุริยะ ผลวิจัยแบ่งความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับระบบสุริยะออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง และกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่าโลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวหาง และดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องการจำลองระบบสุริยะเพิ่มขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับสื่อการสอนที่หลากหลายเป็นวิธีการสอนที่ดี

ABSTRACT

TITLE : THE STUDY OF MENTAL MODEL THROUGH DRAWING ABOUT SOLAR SYSTEM FOR GRADE 4 STUDENTS

AUTHOR : SUWANNEE LOMKLANG

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. SURA WUTTIPROM, Ph.D.

KEYWORDS : MENTAL MODEL, DRAWING, SOLAR SYSTEM, GAME CARD, AUGMENTED REALITY

A mental model is a reflection of students' implicit knowledge. Mental modeling is thus a useful tool for analyzing learner comprehension. The goal of this study was to examine students' mental models of the solar system, also known as "visual models". This involved an inquiry-based learning strategy integrating diverse media, such as game cards and augmented reality 3D pop-up books, analyzed before and after the study. The sample consisted of 23 fourth-graders in the second semester of the 2020 school year. The tools used to collect information included a mental model in which students sketch a picture of the solar system along with a semi-structured interview. The assessment checklist checks their understanding of solar system simulation concepts. The research results divided students' understanding of the solar system into two groups: those with correct ideas and those with misconceptions such as that some students think that the Earth is the center of the solar system that comets and moons are planets, et al. Students acquire correct conceptions of the solar system after learning management. Therefore, an inquiry-based learning approach combined with multiple media is an effective teaching method.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ผู้วิจัย : อำพร ฟ้าห่วน

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร

คำสำคัญ : การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม, การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 3) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน (<g>) กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 39 คน โรงเรียนจัตุรัสวิทยาคาร อำเภोजัตุรัส จังหวัดชัยภูมิ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย การทดสอบก่อนเรียน จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ และการทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ ร้อยละ 84.82/82.24 และ 72.36 ตามลำดับ นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (ร้อยละ 82.24) สูงวก่อนเรียน (ร้อยละ 35.77) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปสู่ระดับดีเยี่ยม และนักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียน (<g>) เท่ากับ 0.7236 จัดเป็นความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง

ABSTRACT

TITLE : THE DEVELOPMENT OF LEARNING ACHIEVEMENT OF GRADE 9
STUDENTS BY USING INQUIRY CYCLES (5E) IN GENETIC INHERITANCE

AUTHOR : AMPORN FAHUAN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOT : ASST. PROF. SUPAPORN PORNTRAI, Ph.D.

KEYWORDS : GENETIC INHERITANCE, 5E INQUIRY LEARNING, LEARNING
ACHIEVEMENT

The objectives of this research were to 1) study the efficiency and effectiveness index of an inquiry-cycles-based 5-step (5E) lesson plan on genetic inheritance, 2) compare the student learning achievement before and after learning, and 3) study the students' average normalized gain (<g>). The sample consisted of 39 9th-grade students in the second semester of 2562 at the Chaturatwittayakarn School, obtained by random cluster sampling. The research instruments included 5 lesson plans and an achievement test with 40 multiple-choice questions (4 choices per question). The process consisted of a pre-test examination, learning management using the lesson plans that were developed, and a post-test examination. The research found that the efficiency (E1/E2) of the 5-step inquiry-cycles-based (5E) learning management was 84.82/82.24 and the effectiveness index was 72.36 respectively. The students improved their learning achievement from a low level of 35.77% (pre-test) to an excellent level of 82.24% (post-test) at a statistically significant level of .05. The average normalized gain (<g>) was 0.7236, categorized as a high level of progress.

บทคัดย่อ

เรื่อง : แบบจำลองการหักเหของแสงอย่างง่ายเพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย : อิศระ พิมวัน

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม

คำสำคัญ : การหักเหของคลื่นแสง, แบบจำลองการหักเหอย่างง่าย, กฎของสเนลล์, หนึ่งยาง

การทดลองเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้ ทดสอบสมมติฐาน หรือศึกษาปรากฏการณ์ การทดลองการหักเหของคลื่นแสงจำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ที่แสดงให้เห็นปรากฏการณ์ได้อย่างชัดเจน เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยจึงพัฒนาแบบจำลองการหักเหของคลื่นแสงอย่างง่ายจากหนึ่งยาง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่องการหักเหของคลื่นแสงของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองการหักเหของคลื่นแสงอย่างง่าย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 36 คนได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 2 แผน และแบบทดสอบความเข้าใจเรื่องการหักเหของแสง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบทีและค่าความก้าวหน้าทางการเรียนตามวิธีของ Hake ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีคะแนนจากแบบทดสอบเรื่องการหักเหของคลื่นแสงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน เท่ากับ 0.71 จัดอยู่ในระดับสูงและยังพบอีกว่า หลังเรียน นักเรียนให้เหตุผลถูกต้องเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองการหักเหของแสงอย่างง่ายสามารถพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่องการหักเหของคลื่นแสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ABSTRACT

TITLE : SIMPLE REFRACTION MODEL TO PROMOTE THE SCIENTIFIC
CONCEPTS OF GRADE 11 STUDENTS

AUTHOR : ITSARA PHIMWAN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. SURA WUTTIPROM, Ph.D.

KEYWORDS : LIGHT WAVE REFRACTION, SIMPLE MODEL OF LIGHT WAVE
REFRACTION, SNELL'S LAW, RUBBER BAND

An experiment is a scientific procedure used to discover knowledge, test hypotheses, or study phenomena. Light wave refraction experiments need to use materials that can clearly demonstrate the phenomenon to prevent students from misunderstanding the concept. Researchers therefore created a simple model of light wave refraction with rubber bands. The goal of this study is to improve students' conceptual understanding of light wave refraction before and after teaching via inquiry-based learning through a simple model of light wave refraction. 36 grade 11 students in the second semester of the academic year 2020 served as the purposive sample. The research tools included two inquiry-based lesson plans, a simple model of light wave refraction, and a light wave refraction conceptual test. The t-test statistic and Hake's method for learning gain were used to analyze the data. The result indicated that the students' post-test on the refraction of light waves conceptual were significantly higher than their pre-test at .05. Hake's method for learning gain value was at a high level of 0.71. It was also discovered that after studying, students provided more accurate reasoning. An inquiry-based learning approach combined with a simple model of light wave refraction has been shown to effectively improve understanding of the concept of light wave refraction.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาเซนเซอร์ทางเคมีไฟฟ้าบนฐานของวัสดุคาร์บอนสำหรับการตรวจวัดสารกำจัดศัตรูพืชชนิดคาร์บาเมต

ผู้วิจัย : กาญจนา คุณพาทิ

ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อัญชลี สำเภา

คำสำคัญ : เซนเซอร์ทางเคมีไฟฟ้า, วัสดุขนาดนาโน, สารกำจัดศัตรูพืช, คาร์บาเมต

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นการพัฒนาเซนเซอร์ทางเคมีไฟฟ้าโดยใช้วัสดุนาโนสำหรับตรวจวัดสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนแรก คือ การพัฒนาเซนเซอร์ทางเคมีไฟฟ้าตรวจวัดปริมาณสารฟิโนบูคาร์บโดยอาศัยการปรับปรุงขั้วไฟฟ้าพิมพ์สกรีนคาร์บอนด้วยสารผสมนาโนคอมโพสิต แกรฟีนนาโนริบบอน ไอออนิกลิควิด และโพลีเมอร์พอลิไธยอนีน ตรวจวัดร่วมกับระบบการไหลแบบอัตโนมัติ ผลการศึกษาพบว่า ขั้วไฟฟ้าที่ปรับปรุงด้วยสารผสมนาโนคอมโพสิตสามารถตอบสนองต่อสารฟิโนบูคาร์บโดยให้สภาพไวของการตรวจวัดสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขั้วไฟฟ้าที่ไม่ได้ปรับปรุง เนื่องจากแกรฟีนนาโนริบบอนและไอออนิกลิควิดเป็นสารนำไฟฟ้าได้ดีและโพลีเมอร์พอลิไธยอนีนเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้าที่ดี ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมของเซนเซอร์ทางเคมีไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น พบว่าในช่วงความเป็นเส้นตรงในการตรวจวัดฟิโนบูคาร์บที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.025 ถึง 110 ไมโครโมลาร์ ชีตความสามารถต่ำสุดในการตรวจพบและขีดความสามารถต่ำสุดในการตรวจวัด เท่ากับ 0.009 และ 0.025 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ งานส่วนที่สอง คือ การพัฒนาเซนเซอร์ทางเคมีไฟฟ้าแบบใช้แล้วทิ้งสำหรับการตรวจวัดสารแบบเดี่ยวและแบบตรวจวัดคราวเดียวกันของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมต ได้แก่ คาร์บาริล ฟิโนบูคาร์บ และคาร์โบซัลแฟน โดยปรับปรุงผิวหน้าขั้วไฟฟ้าพิมพ์สกรีนคาร์บอนด้วยสารผสมกราฟีนนาโนเพลตเลตและนาโนแมงกานีสไดออกไซด์ ผลการศึกษา พบว่า ขั้วไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถเร่งปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้าสูงที่สุดต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของคาร์บาเมต เนื่องจากกราฟีนนาโนเพลตเลตมีความนำไฟฟ้าสูงและนาโนแมงกานีสไดออกไซด์สามารถเร่งปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้าของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตได้ดี เซนเซอร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ให้ช่วงความเป็นเส้นตรงในการตรวจวัดสารคาร์บาริล ฟิโนบูคาร์บ และคาร์โบซัลแฟนแบบเฉพาะตัวในช่วงความเข้มข้น 1-40 5-150 และ 50-600 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ ชีตความสามารถต่ำสุดในการตรวจพบเท่ากับ 0.30 1.30 และ 14.90 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ประเมินการทำงานของเซนเซอร์แบบใช้แล้วทิ้งสำหรับการตรวจวัดสารคาร์บาริล ฟิโนบูคาร์บ และคาร์

โบซัลแฟนในคราวเดียวกัน พบว่า ให้ช่วงความเป็นเส้นตรง ช่วงความเข้มข้น 1-30 5-80 และ 50-400 ไมโครโมลาร์ ชีตความสามารถต่ำสุดในการตรวจพบ เท่ากับ 0.30 1.40 และ 15.15 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ งานส่วนสุดท้าย คือ การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดทางเคมีไฟฟ้าบนฐานกระดาษสำหรับการแยกและตรวจวัดสารกำจัดศัตรูพืชคาร์โบฟูแรนและคาร์บาริลในคราวเดียวกัน การแยกสารประกอบคาร์บาเมตทั้งสองชนิดบนอุปกรณ์นี้อาศัยความแตกต่างด้านการเคลื่อนที่ของสารบนกระดาษโครมาโทกราฟีระหว่างการไหลของเฟสเคลื่อนที่ สารกำจัดศัตรูพืชที่ถูกแยกมานั้นจะถูกตรวจวัดด้วยวิธีทางเคมีไฟฟ้าโดยใช้เทคนิคแอมเพอโรเมทรี อุปกรณ์ที่นำเสนอนี้ให้ช่วงความเป็นเส้นตรงในการตรวจวัดคาร์โบฟูแรนและคาร์บาริลในคราวเดียวกัน ตั้งแต่ 0.1-2.0 และ 0.5-7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ชีตความสามารถต่ำสุดในการตรวจพบ เท่ากับ 0.06 และ 0.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

จากที่กล่าวมาทั้งหมด เซนเซอร์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถประยุกต์ใช้ตรวจวัดสารกำจัดศัตรูพืชในตัวอย่างจริงได้แก่ ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (เช่น ผักกาดขาว แตงกวา และข้าว) และตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อม (น้ำในแหล่งเพาะปลูก และน้ำจากแม่น้ำ) ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้จากวิธีมาตรฐาน (โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง) นอกจากนี้ เซนเซอร์นี้ยังตรวจวัดได้ง่าย ราคาประหยัด สามารถใช้แล้วทิ้ง พกพาได้ และมีแนวโน้มเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในตัวอย่าง ณ ภาควิชาเคมี

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF ELECTROCHEMICAL SENSORS BASED ON CARBON NANOMATERIALS FOR THE DETECTION OF CARBAMATE PESTICIDES

AUTHOR : KANJANA KUNPATEE

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : ASSOC. PROF. ANCHALEE SAMPHAO, Ph.D.

KEYWORDS : ELECTROCHEMICAL SENSOR, NANOMATERIAL, PESTICIDE, CARBAMATE

This thesis focuses on the development of electrochemical sensors using nanomaterials for the determination of carbamate pesticides which can be divided into three parts. The first part is the development of an electrochemical sensor that measures phenobucarb content by using screen-printed carbon electrode modified with graphene nanoribbons - ionic liquid - cobalt phthalocyanine (GNRs-IL-CoPc/SPCE) nanocomposite and coupled with a flow injection analysis. The results showed that the nanocomposite-enhanced electrodes were responsive to phenobucarb with the highest sensitivity compared to unmodified electrodes due to GNRs and IL being good electrical conductors and CoPc is an excellent electrochemical catalyst. Under optimal conditions, the proposed electrochemical sensor was found to provide a linear range of measurements for phenobucarb at concentrations from 0.025 to 110 μM . The minimum detecting capacity and the minimum detection capability is 0.009 and 0.025 μM , respectively. The second part of the work is the development of disposable electrochemical sensors for the individual and composite determination of carbamate pesticides (carbaryl (CBR), fenobucarb (FNB), and carbosulfan (CBS)). The surface of the screen- printed carbon electrodes was modified with a mixture of graphene nanoplatelets (GNPs) and manganese dioxide (MnO_2) nanoparticles. The results showed that the modified electrode was able to catalyze the highest electrocatalytic activity to carbamate pesticide due to the graphene nanoplatelets' high electrical conductivity and nano MnO_2 can catalyze the electrocatalytic activity of carbamate pesticides. The

developed sensors provide a linear range for the determination of CBR, FNB, and CBS at concentration ranges of 1-40 μM , 5-150 μM and 50-600 μM with a low detection limit of 0.30 μM , 1.30 μM , and 14.90 μM , respectively. In addition, functional evaluations of disposable sensors for the simultaneous detection of CBR, FNB, and CBS exhibited a linear range of 1-30 μM , 5-80 μM , and 50-400 μM , with the limit of detection at 0.30, 1.40, and 15.15 μM , respectively. The final part of the work was the development of a paper-based electrochemical measuring device (ePAD) for the simultaneous separation and measurement of carbofuran and carbaryl pesticides. The separation of the two carbamate compounds on this device was based on the differences in the movement of the substance on the chromatographic paper during the moving phase flow. The isolated pesticides were electrochemically measured using amperometry techniques. The proposed device provides a linear range for the simultaneous determination of carbofurans and carbaryls from 0.1-2.0 and 0.5-7.5 mg/l. The lowest detection rates were 0.06 and 0.40 mg/l, respectively.

From all of the above, the proposed sensors could be applied to the measurement of pesticides in real examples: agricultural products (such as Chinese cabbage, cucumbers and rice) and environmental samples (water in the cultivation areas and rivers). The results were satisfactory and consistent with those obtained from the standard method (High-Performance Liquid Chromatography). In addition, the proposed sensors are easy to use, affordable, disposable, portable, and are a promising tool for quantifying pesticides from field samples.

บทคัดย่อ

- เรื่อง : การพัฒนาวิธีการตรวจวัดทางสีโดยใช้อุณหภูมิของซิลเวอร์ฟอสเฟต/ซิลเวอร์นาโนคอมโพสิตเพื่อเป็นตัวติดตามโดยอาศัยหลักการภูมิคุ้มกันวิทยาและตัวเร่งในการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหาร
- ผู้วิจัย : ณัฐพร มาลาหอม
- ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต
- สาขาวิชา : เคมี
- อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ปฐม จารุจรัส
- คำสำคัญ : อุณหภูมิของซิลเวอร์ฟอสเฟต, ตัวติดตามปฏิกิริยาแบบอิมมูโนวิทยา, ตัวเร่งปฏิกิริยาทางสี อุปกรณ์ของไหลจุลภาคที่ประดิษฐ์มาจากกระดาษ, สารซาบูทามอล, โซดาไฟ, การวิเคราะห์ตัวอย่างอาหาร

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการพัฒนาอุณหภูมิของซิลเวอร์ฟอสเฟตร่วมกับการประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ของไหลจุลภาคที่ประดิษฐ์มาจากกระดาษเพื่อใช้ในการเป็นตัวติดตามปฏิกิริยาแบบอิมมูโนวิทยาและตัวเร่งปฏิกิริยาทางสี ตามลำดับ โดยสังเคราะห์อุณหภูมิของซิลเวอร์ฟอสเฟตผ่านกระบวนการเคมีอย่างง่าย ซึ่งการเร่งปฏิกิริยาของอุณหภูมิของซิลเวอร์ฟอสเฟตนี้กับสารเอปิตีเอสเพื่อประยุกต์ใช้เป็นเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสจำลอง พบว่ามีสัมประสิทธิ์ที่สูง โดยมีค่าคงที่ของมิเชลิส-เมนเทนเท่ากับ 0.44 มิลลิโมลาร์

สำหรับการนำอุณหภูมิของซิลเวอร์ฟอสเฟตไปประยุกต์ใช้เป็นตัวติดตามปฏิกิริยาแบบอิมมูโนวิทยา ได้นำเสนอการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดชนิดใหม่ที่ประดิษฐ์มาจากกระดาษโดยอาศัยหลักภูมิคุ้มกันวิทยาแบบแข่งขันในการวิเคราะห์หาสารปริมาณซาบูทามอลในตัวอย่างจากเนื้อและปัสสาวะจากสุกร ซึ่งอุปกรณ์ตรวจวัดชนิดใหม่นี้ประดิษฐ์มาจากกระดาษที่สร้างด้วยเทคนิคการพิมพ์สกรีนโดยใช้โซดาไฟ ซึ่งมีความง่าย ราคาถูก ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม อุปกรณ์ตรวจวัดที่พัฒนาขึ้นนี้แสดงให้เห็นถึงช่วงความเป็นเส้นตรงในการตรวจวัดตั้งแต่ 0.025 ถึง 1.00 ไมโครกรัมต่อลิตร

นอกจากนี้แล้วยังพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคมาตรฐานโดยอาศัยหลักภูมิคุ้มกันวิทยา พบว่ามีจุดเด่นเหนือกว่า อาทิ เช่น ใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่สั้น (ไม่เกิน 1 ชั่วโมงต่อขั้นตอน) ใช้สารเคมีและสารตัวอย่างในปริมาตรที่น้อย (น้อยกว่า 100 ไมโครลิตรต่อขั้นตอน) อีกทั้งยังสามารถทำการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณได้โดยอาศัยเพียงแค่กล้องถ่ายรูปทั่วไปประกอบกับการใช้โปรแกรมประมวลผลอย่างง่าย ในการอ่านค่าสีจากรูปถ่ายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นตรงบริเวณที่ตรวจวัด

ในส่วนถัดมาได้นำอนุภาคเงินนาโนคอมโพสิตไปประยุกต์ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางสีได้ร่วมกับการพัฒนาชุดทดสอบภาคสนามที่มีการประดิษฐ์กระดาษร่วมด้วย ในการตรวจวัดทางสีของไซยาไนด์ในตัวอย่างอาหารโดยอาศัยการดักจับแก๊สไฮโดรเจนไซยาไนด์ด้วยอนุภาคเงินนาโนคอมโพสิต โดยเริ่มแรกจะทำการสร้างบริเวณของการตรวจวัดไว้ที่ส่วนฝาของอุปกรณ์ด้วยการประดิษฐ์กระดาษกรองเข้าไป จากนั้นจะทำการหดยาสารละลายอนุภาคเงินนาโนคอมโพสิตไว้ที่บริเวณดังกล่าว ต่อมาทำการเปลี่ยนสารละลายไซยาไนด์ให้อยู่ในรูปแก๊สไฮโดรเจนไซยาไนด์ด้วยกรดซัลฟูริก จากนั้นไอของแก๊สไฮโดรเจนไซยาไนด์ที่เกิดขึ้นถูกดักจับที่บริเวณของการตรวจวัด แล้วเกิดปฏิกิริยากับไอออนเงินผ่านพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์กลายเป็นสารประกอบซิลเวอร์ไซยาไนด์ ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณของไอออนเงินที่ได้จากการแตกตัวของสารละลายอนุภาคเงินนาโนคอมโพสิตภายใต้สภาวะกรดที่จะต้องทำหน้าที่ในการออกซิไดซ์สารละลายเอปียีเอสนั้นลดลง ทำให้ความเข้มของสีเขียวอมน้ำเงินที่บริเวณการตรวจวัดนั้นมีสีลดลงตามความเข้มข้นของไซยาไนด์ที่เพิ่มขึ้น โดยชุดทดสอบภาคสนามที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถให้ช่วงความเป็นเส้นตรงในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารไซยาไนด์ตั้งแต่ 2.50 ถึง 20.0 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ยังมีค่าขีดจำกัดต่ำสุดในการตรวจวัดและค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดที่ 0.48 และ 1.59 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ อีกทั้งชุดทดสอบภาคสนามที่พัฒนาขึ้นนี้ยังแสดงให้เห็นถึงความรวดเร็ว ราคาถูก ความจำเพาะเจาะจงและค่าความทนทานต่อตัวรบกวนต่าง ๆ ที่สูง เมื่อทำการวิเคราะห์ในตัวอย่างจริง พบว่าให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องเมื่อเทียบกับเทคนิคไทเทรตมาตรฐาน

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF COLORIMETRIC METHODS BY USING $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}$ NANOCOMPOSITE AS IMMUNOASSAY LABEL AND CATALYST APPLIED TO FOOD MONITORING

AUTHOR : NUTTHAPORN MALAHOM

DEGREE : DOCTOR OF SCIENCE

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : ASSOC. PROF. PURIM JARUJAMRUS, Ph.D.

KEYWORDS : $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}$ NANOCOMPOSITE, IMMUNOGENIC LABEL CATALYTICAL COLORIMETRY, MICROFLUIDICS PAPER-BASED DEVICE SALBUTAMOL, CYANIDE, FOOD MONITORING

This thesis presents the development of $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}$ nanocomposite, a fabrication of microfluidic paper-based devices for use as immunogenic labels and catalytical colorimetry, respectively. The $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}$ nanocomposite synthesized via a one-step chemical bath method could instantly oxidize the chromogenic substrate ABTS for color development under acidic conditions without the requirement of H_2O_2 . The $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}$ nanocomposite exhibited high affinity with color substrates (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)-diammonium salt; ABTS) with the Michaelis-Menten constant (K_M) of 0.44 mM in a test for their peroxidase-like activity.

For the immunogenic label application, a novel approach for competitive paper-based colorimetric immunoassay (PCI) using the $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}$ nanocomposite as label was developed for the sensitive and specific determination of SAL in the flesh of swine and urine. The fabrication process of the PCI was simple and cost-effective. In particular, the novel PCI also exhibits simplicity and cost-effectiveness in the fabrication process through a simple wax screen-printing technique. Under optimal conditions, the competitive PCI exhibited a linear measurement range of 0.025–1.00 $\mu\text{g L}^{-1}$.

The approach developed offers advantages over the conventional ELISA for the purpose of routine use since it requires a shorter incubation time (<1 h), significantly small volumes of reagents and samples (<100 μL each), and an inexpensive consumer-

grade digital camera coupled with a simple gray-scale transformation of the RGB color image for the purpose of quantifying the detection.

For the catalytical colorimetry application, it describes a paper-based test kit for selective and sensitive determination of cyanide in food samples by using an $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}$ nanocomposite. During the detection step, cyanide in the sample was converted into gaseous hydrogen cyanide (HCN) using sulfuric acid. The HCN species then reacted with the generated Ag^+ species via coordinate covalent bonding to form silver cyanide complex ions $[\text{Ag}(\text{CN}_2)]^-$ on the detection zone. The amount of Ag^+ species used for oxidizing ABTS subsequently decreased and so did the color intensity on the paper-based test kit. Specifically, the color intensity decreased with increasing cyanide concentrations in the range of 2.50 to 20.0 mg L^{-1} . Moreover, the limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ) were 0.48 mg L^{-1} and 1.59 mg L^{-1} , respectively. The test kit developed showed relatively high selectivity towards cyanide and high tolerance towards other cations and anions present in real samples. When applied to real samples, including fruit juices and food products, the performance of the rapid and low-cost test kit was thoroughly validated by a conventional precipitation titration method.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาเคมีคัลเซนเซอร์ด้วยวัสดุนาโนและพอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับ
โมเลกุลสำหรับการตรวจวัดสารบ่งชี้ทางชีวภาพอย่างจำเพาะเจาะจงและมีสภาพ
ไวสูง

ผู้วิจัย : นงศ์เยาว์ นนทวงษ์

ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.มะลิวรรณ อมตธงไชย

คำสำคัญ : เคมีคัลเซนเซอร์, พอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล, สารบ่งชี้ทางชีวภาพ,
ชีวไฟฟ้าคาร์บอนเพสต์, อุปกรณ์วิเคราะห์บนกระดาษแบบสามมิติ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้พัฒนาเคมีคัลเซนเซอร์ชนิดใหม่โดยอาศัยการตรวจวัดทางเคมีไฟฟ้าสำหรับ
วิเคราะห์สารบ่งชี้ทางชีวภาพที่สำคัญสำหรับการนำไปใช้งานทางด้านการวินิจฉัยทางการแพทย์ ซึ่ง
สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ในส่วนแรกเป็นการสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดทางเคมีไฟฟ้าแบบสามมิติบน
ฐานกระดาษร่วมกับชีวไฟฟ้ากราฟไฟต์แบบพิมพ์สกรีนสำหรับตรวจวัดกรดแอสคอร์บิก โดพามีน และ
กรดยูริกในตัวอย่างยาและปัสสาวะ อุปกรณ์ในการตรวจวัดถูกสร้างขึ้นโดยใช้เทคนิคการสร้างส่วนที่ไม่
ชอบน้ำบนกระดาษกรองด้วยเทคนิคการพิมพ์อัลคิลซีทีทีนโดเมอร์ด้วยเครื่องพิมพ์แบบอิงค์เจ็ทเป็นส่วน
ตรวจวัดรูปวงกลมเพื่อใช้สำหรับหดยสารละลายตัวอย่าง ควบคู่กับการพิมพ์สกรีนชีวไฟฟ้าบนกระดาษ
การตรวจวัดทางเคมีไฟฟ้าประกอบด้วยสามชีวไฟฟ้ากราฟไฟต์ที่ดัดแปรด้วยวัสดุเชิงประกอบ
 $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{@Au-Cys/PANI}$ ชีวไฟฟ้าที่สร้างขึ้นทั้งสามชีว ($\text{Fe}_3\text{O}_4\text{@Au-Cys/PANI/GFE}$) ทำหน้าที่เป็น
ชีวไฟฟ้าใช้งาน ชีวไฟฟ้าอ้างอิง และชีวไฟฟ้าช่วย ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นให้ช่วง
ความเป็นเส้นตรงในการตรวจวัด 20 ถึง 700 ไมโครโมลาร์ สำหรับกรดแอสคอร์บิกและ 20 ถึง
1,000 ไมโครโมลาร์ สำหรับโดพามีนและกรดยูริก ขีดจำกัดต่ำสุดในการตรวจวัดกรดแอสคอร์บิก
เท่ากับ 3.20 โดพามีนเท่ากับ 2.19 และกรดยูริกเท่ากับ 1.80 ไมโครโมลาร์ นอกจากนี้อุปกรณ์ตรวจวัด
ทางเคมีไฟฟ้าแบบสามมิติบนฐานกระดาษมีข้อดีได้แก่ การตรวจวัดที่ง่ายต่อการใช้งาน ราคาไม่แพง
และขนาดเล็กกะทัดรัดเป็นทางเลือกใหม่สำหรับการติดตามปริมาณสารบ่งชี้ทางชีวภาพเพื่อการ
วินิจฉัย

ส่วนที่สองพัฒนาแอมเพอร์โรเมทริกซ์ โพลีอินเจคชันอะนาไลซิสชนิดใหม่ (AMP-FIA) สำหรับ
ตรวจวัดครีเอตินีน (Cre) โดยอาศัยเซนเซอร์ที่ประกอบด้วยอนุภาคคอปเปอร์ออกไซด์ขนาดนาโน
เคลือบด้วยพอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล (CuO@MIP) ซึ่งถูกสังเคราะห์โดยใช้ CuO ทำหน้าที่

เป็นแกน Cre เป็นโมเลกุลแม่แบบ กรดเมทาคริลิกเป็นมอนอเมอร์ เอ็น, เอ็น-(1,2-ไดไฮดรอกซีเอทิล ลีน)บิส(อะคริลาไมด์) เป็นสารเชื่อมขวางและ 2, 2-เอโซบิส(2-เมทิลโพรพิโอไนไตร์ล)เป็นตัวริเริ่ม ปฏิกริยาผ่านกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชัน จากนั้นนำ CuO@MIP มาตกแต่งบนขั้วไฟฟ้าคาร์บอน เพสท์จะได้ขั้วไฟฟ้า CuO@MIP/CPE แอมเพอร์โรเมทริกซ์ในระบบโพลีอินเจคชันอะนาไลซิสถูก นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณของ Cre ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ พีเอช 8.0 เป็นสารละลายตัวพา เซนเซอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นแสดงประสิทธิภาพที่ ดีเยี่ยมสำหรับการตรวจวัดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ Cre ที่ศักย์ไฟฟ้า +0.35 โวลต์ และอัตราการไหล 0.6 มิลลิลิตรต่อนาที โดยให้ช่วงความเป็นเส้นตรงในการตรวจวัด Cre จาก 0.5 ถึง 200 ไมโครโม ลาร์ ($r^2 = 0.995$) ขีดจำกัดต่ำสุดในการตรวจวัดเท่ากับ 0.083 ไมโครโมลาร์ ($S/N = 3$) เซนเซอร์ที่ พัฒนาขึ้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัด Cre ในตัวอย่างปัสสาวะได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

ส่วนสุดท้ายเป็นการพัฒนาแอมเพอร์โรเมทริกซ์เซนเซอร์แบบรอยพิมพ์ประทับคู่ชนิดใหม่สำหรับ ตรวจวัด Cre และ 8-ไฮดรอกซี-2'-ดีออกซีกัวโนซีน หรือ 8-OHdG พร้อมกันในตัวอย่างปัสสาวะและ เซรุ่มของมนุษย์ โดยใช้เทคนิคมัลติเพล-พัลส์ แอมเพอร์โรเมทรีควบคู่กับโพลีอินเจคชันอะนาไลซิส (MPA-FIA) สำหรับการตรวจวัด Cre อาศัย CuO@MIP ส่วนการตรวจวัด 8-OHdG จะอาศัยอนุภาค แพลตินัมนขนาดนาโนที่ฝังบนรีดิวซ์กราฟีนออกไซด์จากนั้นนำมาเคลือบด้วยพอลิโดพามีนที่มีรอยพิมพ์ ประทับโมเลกุลโดยใช้กัวโนซีนเป็นโมเลกุลแม่แบบจะได้ PtNPs-rGO@MIP จากนั้นนำวัสดุเชิง ประกอบขนาดนาโนที่สังเคราะห์ได้ทั้งสองชนิดมาตัดแปรรบนขั้วไฟฟ้า CPE จะได้ MIP เซนเซอร์แบบ รอยพิมพ์ประทับคู่ (CuO@MIP และ PtNPs-rGO@MIP/CPE) เมื่อให้ศักย์ไฟฟ้าสองค่าเป็นฟังก์ชันกับ เวลาโดยที่ศักย์ไฟฟ้าที่หนึ่ง ($E_{det.1}$) เท่ากับ +0.4 โวลต์เป็นเวลา 150 มิลลิวินาที สำหรับการตรวจวัดที่ จำเพาะต่อ Cre และศักย์ไฟฟ้าที่สอง ($E_{det.2}$) เท่ากับ +0.6 โวลต์เป็นเวลา 250 มิลลิวินาที สำหรับการ วิเคราะห์สารเชิงประกอบ Cre และ 8-OHdG ในเวลาเดียวกัน การลบกันของสัญญาณที่ได้จาก ศักย์ไฟฟ้า +0.6 โวลต์กับสัญญาณที่ศักย์ไฟฟ้า +0.4 โวลต์ โดยใช้ correction factor ตามลำดับ ทำ ให้เซนเซอร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถวิเคราะห์เชิงปริมาณของ 8-OHdG โดยปราศจากการรบกวนจาก Cre เซนเซอร์แบบรอยพิมพ์ประทับคู่ให้ช่วงการตอบสนองแบบเป็นเส้นตรงในการตรวจวัดเท่ากับ 0.5 ถึง 150 ไมโครโมลาร์ สำหรับ Cre และ 0.005 ถึง 50 ไมโครโมลาร์ สำหรับ 8-OHdG ขีดจำกัดต่ำสุดใน การตรวจวัดอยู่ในระดับนาโนโมลาร์ วิธีที่นำเสนอนี้ประสบความสำเร็จในการนำไปใช้ในการตรวจวัด เชิงปริมาณของ Cre และ 8-OHdG แบบพร้อมกันในตัวอย่างปัสสาวะและเซรุ่มได้อย่างถูกต้องและ แม่นยำ

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF NANOMATERIALS AND MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER BASED CHEMICAL SENSORS FOR SELECTIVE AND SENSITIVE DETERMINATION OF BIOMARKERS

AUTHOR : NONGYAO NONTAWONG

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : ASSOC. PROF. MALIWAN AMATONGCHAI, Ph. D.

KEYWORDS : CHEMICAL SENSOR, MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER, BIOMARKER, CARBON-PASTE ELECTRODE, THREE DIMENTIONAL ELECTROCHEMICAL PAPER BASED ANALYTICAL DEVIDE (3D-ePAD)

This thesis focuses on the development of a new chemical sensor based on electrochemical measurements for the analysis of important biomarkers for medical diagnostic applications, which can be divided into 3 main parts. The first part focuses on the development of a paper-based 3D electrochemical probe (3D-ePAD) with screen-printed graphite electrodes for the determination of ascorbic acid (AA), dopamine (DA), and uric acid (UA) in pharmaceutical and urine samples. The device was fabricated by alkyl ketene dimer (AKD)-inkjet printing to form a circular hydrophobic zone on filter paper for the application of aqueous samples coupled with screen-printed electrodes on the paper. The electrochemical detection performed consists of three electrodes of graphite modified $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{@Au-Cys/PANI}$ nanocomposites. The three $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{@Au-Cys/PANI/GFE}$ electrodes screen-printed on the layout paper served as the working electrode, reference electrode, and counter electrode, respectively. Under optimum conditions, the fabricated device gave a linearity range of 20-700 μM for AA, and 20-1,000 μM for DA and UA. The detection limits were 3.20, 2.19, and 1.80 μM for AA, DA and UA, respectively. Additionally, the fabricated paper-based 3D electrochemical device has the following advantages: it is easy-to-use, inexpensive, and is a portable alternative for point of care monitoring. The second part focuses on the development of a novel amperometric flow-injection analysis (AMP-FIA) for

determination of creatinine (Cre) based on a sensor consisting of copper oxide nanoparticles coated with a molecularly-imprinted polymer (CuO@MIP). The CuO@MIP was synthesized using CuO as the supporting core, Cre as the template, methacrylic acid (MAA) as functional monomer, N, N-(1,2-dihydroxyethylene)bis(acrylamide) (DHEBA) as cross-linker, and 2,2-azobis (2-methylpropionitrile) (AIBN) as initiates the polymerization process. CuO@MIP was then decorated on carbon-paste electrodes to obtain the CuO@MIP/CPE. The AMP-FIA system was used to quantitatively determine Cre at the CuO@MIP/CPE sensor, in a 0.1 M phosphate buffer (pH 8.0) carrier. The imprinted sensor exhibits excellent performance for Cre oxidation at an applied potential of +0.35V and a flow rate of 0.6 mL min⁻¹. The sensor exhibits a linear dynamic range for Cre detection from 0.5 to 200 μM ($r^2 = 0.995$) with a minimum detection of 0.083 μM (S/N = 3). The developed sensor was successfully applied for Cre determination in urine samples with accuracy and precision. The final part is the development of a novel dual-imprinted amperometric sensor for simultaneous determination of Cre and 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine or 8-OHdG in human urine and serum. The determination used multiple-pulse amperometric detection coupled with flow injection analysis (MPA-FIA). For Cre sensing, CuO@MIP was applied. For 8-OHdG sensing, platinum nanoparticles embedded on reduced graphene oxide and then coated with guanosine poly-dopamine MIP to obtain PtNPs-rGO@MIP were applied. A dual MIP sensor (CuO@MIP and PtNPs-rGO@MIP/CPE) was then formed by CPE modified with both nanocomposites. A dual-potential waveform as a function of time, with $E_{det,1}$ at +0.4 V/150 ms to determine Cre selectively and $E_{det,2}$ at +0.6 V/250 ms for simultaneous analysis of both (Cre and 8-OHdG) compounds. Subtraction of a +0.6 V signal and +0.4 V signal using the respective correction factor, allows the developed sensor to perform quantitative analysis of 8-OHdG without Cre interference. The dual-imprinted sensor has a linear range of 0.5-150 μM for Cre and 0.005-50 μM for 8-OHdG, with limits of detection at the nano-molar level. The proposed method has been successfully applied in the simultaneous and accurate quantitative determination of Cre and 8-OHdG in urine and serum samples.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การปรับปรุงตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัมขนาดนาโนและมีรูพรุนสำหรับการเปลี่ยนสารประกอบคาร์บอนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มโดยอาศัยการศึกษาทางทฤษฎี

ผู้วิจัย : ยุวันดา อินจงกล

ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุษฐ์บัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร. ศิริพร จิงสุทธินงษ์

คำสำคัญ : คาร์บอนไดออกไซด์, เฮกเซน, แพลทินัม, ไฮโดรจีเนชัน, ไอโซเมอไรเซชัน, ทฤษฎีความหนาแน่น

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการเปลี่ยนสารประกอบคาร์บอนเป็นสารเคมีที่มีมูลค่าเพิ่มบนตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัมขนาดนาโนและมีรูพรุนโดยใช้ทฤษฎีฟังก์ชันความหนาแน่น กลไกปฏิกิริยาที่ศึกษามีสองปฏิกิริยา ได้แก่ 1) กลไกปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์บนตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัมที่เจือปนโบรอนไนไตร์นาโนซีท (Pt-BNNSs) และ 2) กลไกปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชันของเฮกเซนบนตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัม-ฟาวจาไซต์ (Pt-FAU) สำหรับปฏิกิริยาแรก อะตอมแพลทินัมมีความเสถียรเมื่ออยู่บนตำแหน่งช่องว่างของโบรอน (Pt-BV) จากการศึกษากลไกการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นั้น สามารถเกิดผ่านสามกลไกคือ (i) กลไกการดูดซับร่วม (ii) กลไกการแตกตัวของไฮโดรเจน และ (iii) กลไกการแตกตัวของไฮโดรเจนตามด้วยการไฮโดรจีเนชันของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กลไกการดูดซับร่วมพร้อมกับการแตกตัวของไฮโดรเจนเป็นกลไกที่ดีที่สุดจากทั้งสามกลไกที่เสนอมา การค้นพบที่สำคัญของงานนี้คือ โมเลกุลคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการแตกตัวของไฮโดรเจนมีบทบาทที่สำคัญต่อการผลิตกรดฟอร์มิกบนตัวเร่งปฏิกิริยา Pt-BV นอกจากนี้ เราพบว่าปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านสารตัวกลางคาร์บอกซิเลตเป็นขั้นกำหนดอัตราซึ่งเป็นขั้นตอนการแตกตัวของไฮโดรเจน มีค่าพลังงานการกระตุ้นเท่ากับ 0.63 eV นอกเหนือจากนี้แบบจำลองทาง microkinetic ยืนยันว่ากลไกที่เกิดผ่านสารตัวกลางคาร์บอกซิเลตนั้น มีความเป็นไปได้มากกว่ากลไกที่เกิดผ่านสารตัวกลางฟอร์เมต ทั้งด้านพลังงานความเสถียรและทางจลนศาสตร์ ที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส และที่ความดันเท่ากับ 5 บาร์ ผลการคำนวณได้ให้ข้อมูลที่สำคัญสำหรับการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยา Pt-BV และอาจช่วยแนะนำในการออกแบบในเชิงทดลองของตัวเร่งปฏิกิริยา Pt-BV ใหม่สำหรับปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และการแปลงก๊าซเรือนกระจกให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มได้

สำหรับปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชันของเฮกเซน โดยทั่วไปแล้ว ฟาวจาไซต์ซีโอไลต์ (HY) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีสำหรับการแตกตัวของไฮโดรคาร์บอน ความน่าสนใจในการหาตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งส่งเสริมการเกิดปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชันของเฮกเซน โดยไม่เกิดสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการแตกตัวมากเกินไป สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการเพิ่มอะตอมแพลทินัม (Pt) ลงใน HY เพื่อเพิ่มการเร่งปฏิกิริยาแบบผลิตฟังก์ชันสำหรับการเปลี่ยนอัลเคนให้เป็นสารไฮโดรคาร์บอนแบบกิ่ง ปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชันบนตัวเร่งแพลทินัมฟาวจาไซต์ซีโอไลต์ (Pt-HY) เลือกเกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์หลักและสารผลิตภัณฑ์รองคือ 2-เมทิลเพนเทน (2MP) และ 3-เมทิลเพนเทน (3MP) ตามลำดับ เพื่อเข้าใจผลของอะตอมแพลทินัมบนซีโอไลต์สำหรับปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชัน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากลไกการเกิดปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชันของเฮกเซนเป็นสารผลิตภัณฑ์ 2MP และ 3MP โดยใช้แบบจำลอง HY ขนาด 30T และใช้ B3LYP-D3 เป็นฟังก์ชันนอลในการคำนวณ จากการคำนวณพบว่าการเกิด 2MP และ 3MP สามารถเกิดผ่านกลไก A1 (C3—C4 bond activation) และ B2 (C2—C3 bond activation) โดยมีพลังงานการกระตุ้นในขั้นกำหนดอัตราเท่ากับ 0.97 และ 1.20 eV ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการทดลอง นอกเหนือจากนี้ การมีอยู่ของอะตอม Pt บน HY ยังมีบทบาทสำคัญสำหรับขั้นตอน C—C bond activation และ C—C bond formation บนตัวเร่งปฏิกิริยา Pt-HY สุดท้ายนี้ เราสามารถใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Pt-HY สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพของแก๊สปีโตรเลียมได้โดยปรับปรุงค่าออกเทนทั้งในด้านประสิทธิภาพการในเร่งปฏิกิริยาและการเลือกเกิดผลิตภัณฑ์โดยการเปลี่ยนอัลเคนแบบสายโซ่ตรงเป็นไอโซเมอร์แบบสายโซ่กิ่ง

ABSTRACT

TITLE : THE MODIFICATION OF PT-BASED NANOSTRUCTURED AND
NANOPOROUS CATALYSTS FOR CARBON COMPOUNDS CONVERSION
INTO VALUE-ADDED PRODUCTS USING THEORETICAL STUDY

AUTHOR : YUWANDA INJONGKOL

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : PROF. SIRIPORN JUNGSTIWIWONG, Ph.D.

KEYWORDS : CARBONDIOXIDE, HEXANE, PLATINUM, HYDROGENATION,
ISOMERIZATION, DENSITY FUNCTIONAL THEORY

Researcher studied the conversion of carbon compounds into value-added chemicals by Pt-based nano-structured and nanoporous catalysts employing Density Functional Theory (DFT). There were two reaction mechanisms studied: 1.) CO₂ hydrogenation on a platinum catalyst doped on boron nitride nanosheets (Pt-BNNSs) and 2.) *n*-hexane isomerization on Pt-FAU zeolites. For the CO₂ hydrogenation reaction, Pt adatoms can be effectively stabilized at boron vacancy sites (Pt-BV). Our investigation demonstrated that the reaction mechanisms of CO₂ hydrogenation over Pt-BV can be found in three possible reaction pathways: (i) co-adsorption, (ii) H₂ dissociation, and (iii) H₂ dissociation followed by CO₂ hydrogenation pathways. Co-adsorption together with H₂ dissociation provides the most favorable pathway among these three proposed mechanisms. The important finding of our study is that the presence of CO₂ at the stage of hydrogen dissociation plays an important role in producing formic acid (FA) on the Pt-BV catalyst. In addition, we found that the hydrogenation of CO₂ via carboxylate (COOH) has a rate-determined step of 0.63 eV in the process of hydrogen dissociation. Furthermore, the microkinetic modelling suggests that the COOH route is found to be more energetically and kinetically feasible over the formate route (HCOO) at a reaction temperature of 350 K at a pressure of 5 bar. The results of our calculations provide important information for developing Pt-BV catalysts and may guide the experimental

design of novel Pt-BV catalysts for CO₂ hydrogenation and the conversion of greenhouse gases into value-added products.

HY zeolites have typically proven to be active hydrocarbon-cracking catalysts for *n*-hexane isomerization. The challenge has been to find an effective catalyst that favors the isomerization of *n*-alkanes without excessive cracking of product substances. In this work, adding Pt atoms to HY zeolite provided an enhanced multifunctional catalyst for converting *n*-alkanes to branched hydrocarbons. The isomerization reaction on Pt-HY selectively produces primary and secondary products i.e. 2-methylpentane (2MP) and 3-methylpentane (3MP) respectively, on high cracking products including C1, C2, C3, C4, and C5. To understand the effect of Pt on zeolite for the isomerization of the *n*-hexane process, we investigated the reaction mechanism of *n*-hexane isomerization to 2MP and 3MP by using a cluster of 30T HY zeolite modeled by B3LYP+3D calculations. Calculations found that the 2MP and 3MP can occur via route A1 (C3—C4 bond activation) and B2 (C2—C3 bond activation), with activation energies for rate-determining steps of 0.97 and 1.20 eV, respectively, consistent with the experimental data. Furthermore, the presence of Pt on HY zeolite plays an important role in C—C bond formation and C—C bond activation on the Pt-HY catalyst. Finally, the Pt-HY zeolite can be used to enhance petroleum efficiency by improving the octane number in both catalytic performance and product selection by isomerizing straight chain alkanes to its branched-chain isomers.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาไฮโดรเจลเชื่อมโยงแบบกึ่งโครงร่างตาข่ายที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพของแป้งมันสำปะหลังกราฟต์ด้วยพอลิอะคริลิกแอซิด/ยางธรรมชาติ/พอลิไวนิลแอลกอฮอล์เพื่อเป็นสารเคลือบปุ๋ยยูเรียปลดปล่อยช้า

ผู้วิจัย : วารุณี ตานันต์

ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต

สาขาวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.สายันต์ แสงสุวรรณ

คำสำคัญ : ไฮโดรเจลร่างตาข่ายแบบกึ่งสอตไขว้, ยางธรรมชาติ, การบวมตัว แบบจำลองทางคณิตศาสตร์, ปุ๋ยปลดปล่อยช้า

งานวิจัยนี้เตรียมไฮโดรเจลโครงร่างตาข่ายแบบกึ่งสอตไขว้ของแป้งมันสำปะหลังที่กราฟต์ด้วยพอลิอะคริลิกแอซิด/พอลิไวนิลแอลกอฮอล์/ยางธรรมชาติ (CSt-g-PAA/NR/PVA) ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ สำหรับเป็นวัสดุเคลือบปุ๋ยยูเรียปลดปล่อยช้าเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยยูเรีย การสังเคราะห์ไฮโดรเจลใช้ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน โดยใช้ N, N'-methylene bis acrylamide (MBA) เป็นสารเชื่อมขวาง และใช้แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต (APS) เป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยา ศึกษาผลของปริมาณ CSt, AA, NR, PVA, APS, MBA, pH ของสารละลาย และผลของสารละลายเกลือต่อความสามารถในการดูดซับน้ำ จากการศึกษาพบว่าไฮโดรเจลสามารถดูดซับน้ำได้ดีในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน มีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้ดี โดยมีอัตราการกักเก็บน้ำลดลงตามระยะเวลา มีความไวสูงต่อสารละลายเกลือ ชนิดไอออนบวกในสารละลายเกลือ และค่า pH ของสารละลาย และยังพบว่าไฮโดรเจลมีความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพได้ดี โดยมีอัตราในการย่อยสลายร้อยละ 0.626 โดยมวลต่อวัน จากนั้นเตรียมปุ๋ยยูเรียปลดปล่อยช้า (BHWCU) โดยนำไฮโดรเจลที่เตรียมได้ไปเคลือบปุ๋ยยูเรียโดยเคลือบปุ๋ยยูเรียชั้นในด้วยไฮโดรเจลและเคลือบชั้นนอกด้วยซีเมนต์ (BHWCU) ศึกษาความสามารถในการปลดปล่อยของปุ๋ยยูเรียหลังการเคลือบ ผลการศึกษาพบว่า BHWCU/9:1 แสดงความสามารถในการปลดปล่อยปุ๋ยยูเรียได้ดีที่สุด โดยมีความสามารถในการลดอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจน เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ โดยพบว่าการปลดปล่อยไนโตรเจนในดินร้อยละ 38.5 ในระยะเวลา 30 วัน และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นพริก นอกจากนี้ได้ใช้สมการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายพฤติกรรมการปลดปล่อยของปุ๋ยยูเรีย พบว่ากลไกในการปลดปล่อยปุ๋ยยูเรียทั้งในน้ำและในดินสอดคล้องกับแบบจำลองทางจลนพลศาสตร์ของ Korsmeyer-Peppas

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF BIODEGRADABLE SEMI-IPN HYDROGELS BASED ON CASSAVA STARCH-G-POLYACRYLIC ACID/NATURAL RUBBER/POLY VINYL ALCOHOL AS COATING MATERIAL FOR SLOW RELEASE UREA FERTILIZER

AUTHOR : WARUNEE TANAN

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : CHEMISTRY

ADVISOR : ASSOC. PROF. SAYANT SAENG SUWAN, Ph.D.

KEYWORDS : SEMI-IPN HYDROGEL, NATURAL RUBBER, SWELLING MATHEMATICAL MODEL, SLOW-RELEASE FERTILIZER

This work presents a new low-cost and eco-friendly semi-interpenetrating polymer network (semi-IPN) hydrogels of cassava starch-g-polyacrylic acid/natural rubber/polyvinyl alcohol blends (CSt-g-PAA/NR/PVA), which are used as fertilizers coating material to improve the efficiency of urea fertilizer use. The hydrogel was synthesized through an aqueous solution polymerization method in the presence of initiator ammonium persulfate (APS) and N,N'-methylene-bis-acrylamide (MBA) serves to crosslink these. Factors affecting the swelling capacity, such as CSt, AA, NR, PVA APS and MBA contents were evaluated and optimized. The swelling indicated that the sample possessed excellent water absorbency in different environments. It also exhibited excellent water retention and a lower decreasing rate and was highly sensitive to salt concentrations, the cation type and the pH solution. The semi-IPN hydrogel demonstrated effective biodegradation with a rate of 0.626wt%/day. Moreover, the biodegradable hydrogel wax coated urea (BHWCU) was successfully produced by coating urea particles with a biodegradable hydrogel as an inner coating and using wax as an outer coating. After studying the release of the nutrient in the encapsulated urea fertilizer (BHWCU), the BHWCU/9:1 exhibited exceptional release behavior, compared to an uncoated product. BHWCU could effectively reduce the N release rate (70.3% of N was released after 30 days) in soil, and consequently facilitate the growth of chili

plants. In addition, it was observed that the kinetic release of BHWCU was well followed the Korsmeyer-Peppas model.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การผลิตเอนไซม์เซลลูเลสโดยจุลินทรีย์ที่แยกได้จากธรรมชาติ
ผู้วิจัย : สุริยา ดิ่งทอง
ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภิวัฒน์
สาขาวิชา : เทคโนโลยีชีวภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตภา แสงสวรรค์
คำสำคัญ : เซลลูเลส, ฟางข้าว, แอคติโนมัยซีท

ฟางข้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทางเลือกที่มีราคาถูกในการผลิตเอนไซม์เอนโดกลูคาเนสโดยจุลินทรีย์ ดังนั้นเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้ คือ ทำการค้นหาจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการผลิตเอนไซม์เอนโดกลูคาเนสจากฟางข้าว โดยสามารถคัดแยกจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญบนอาหารแข็ง carboxymethylcellulose (CMC) จำนวน 40 ไอโซเลต และมีจำนวน 16 ไอโซเลตที่สามารถสร้างโซนใสบนอาหารแข็ง โดยมีค่า HC value อยู่ในช่วง 1.15 ± 0.02 ถึง 4.40 ± 0.52 เมื่อพิจารณาจากค่า HC value และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนใส ไอโซเลต CP1 CP2 และ CP3 ถูกนำมาทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์เอนโดกลูคาเนสในอาหารเหลว CMC ผลการทดลองพบว่าไอโซเลต CP1 มีการผลิตเอนไซม์ที่สูงและเสถียรกว่าไอโซเลตอื่นจึงถูกมาใช้ในการทดลองต่อไป ไอโซเลต CP1 สามารถผลิตเอนไซม์เอนโดกลูคาเนสจากฟางข้าวได้ดีที่สุดที่ค่าพีเอชเท่ากับ 5.0 ปริมาณสปอร์เริ่มต้นเท่ากับ 10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เมื่อใช้ฟางข้าวที่ผ่านการปรับสภาพด้วยต่างเป็นซับสเตรต หมักแบบไม่เขย่าค่ากิจกรรมของเอนไซม์เอนโดกลูคาเนสสูงที่สุดเท่ากับ 0.142 ± 0.008 U/mL เมื่อใช้ฟางข้าวปริมาณ 60 กรัมต่อลิตร เมื่อนำเอนไซม์สกัดหยาบไปทำให้เข้มข้นขึ้นแล้วนำมาหาขนาดโปรตีนพบโปรตีนขนาดประมาณ 34, 42 และ 47 kDa สภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์คือที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พีเอชเท่ากับ 5.0 และมีกิจกรรมเอนไซม์เอนโดกลูคาเนสคงเหลือร้อยละ 88.14 เมื่อบ่มเอนไซม์สกัดหยาบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง จากการเทียบเคียงลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rRNA เทียบกับฐานข้อมูลของ GENBANK พบว่าไอโซเลต CP1 มีความใกล้เคียงกับเชื้อ *Streptomyces thermocrophilus* (99% similarity) ไอโซเลต CP2 และ CP3 มีความใกล้เคียงกับเชื้อ *S. rubiginosus* (99% similarity) จุลินทรีย์ที่คัดแยกได้ในครั้งนี้ไม่เพียงแต่จะมีความสำคัญในด้านอุตสาหกรรมยังส่งผลดีทางด้านสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ABSTRACT

TITLE : CELLULASE PRODUCTION BY MICROORGANISM ISOLATED FROM NATURE
 AUTHOR : SURIYA TINGTHONG
 DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY
 MAJOR : BIOTECHNOLOGY
 ADVISOR : ASST. PROF. JIDAPA SANGSWAN, Ph.D.
 KEYWORDS : CELLULASE, RICE STRAW, ACTINOMYCES

Rice straw is an agricultural waste product that can be used as a cheap alternative feedstock for the microbial production of endoglucanase (CMCase). Therefore, the goal of this study was to search for potential microorganisms to produce endoglucanase from rice straw. From compost samples, 40 bacterial colonies were isolated on carboxymethylcellulose (CMC) agar. Among them, 16 isolates showed a hydrolysis zone on a CMC agar plate with hydrolysis (HC) values ranging from 1.15 ± 0.02 to 4.40 ± 0.52 . Based on hydrolysis zone diameter and the HC value, isolates CP1, CP2 and CP3 were tested for endoglucanase production in CMC broth. Based on optimal endoglucanase production and stability, the CP1 isolate was selected for further study. The optimal pH, initial spore amounts, and temperature for endoglucanase production from isolate CP1 were 5, 10^7 spores/mL and 45°C , respectively. When using pretreated rice straw as a substrate for semi-solid-state fermentation, the highest endoglucanase activity of 0.142 ± 0.008 U/mL was obtained in a medium containing pre-treated rice straw of 60 g/L. Crude enzymes were concentrated and then used to determine the protein size. Protein bands with a molecular weight of 37, 42, and 47 kDa were observed. The optimum temperature and pH for enzyme working conditions were 50°C and 5.0, respectively. In addition, enzyme activity remained constant at 88.14% at 50°C for 6 hours. The sequence alignment analysis and phylogenetic analysis suggested that the isolate CP1 was likely to be *Streptomyces thermocoprophilus* (99% similarity) and isolates CP2 and CP3 were likely to be *S. rubiginosus* (99% similarity). The microorganism

obtained from this study may be not only industrially important but also beneficial for the environment.

บทคัดย่อ

- เรื่อง : การพัฒนาระบบสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนแบบกลับด้านร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ
- ผู้วิจัย : เอกราช ธรรมษา
- ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุสิตบัณฑิต
- สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐ ดิษเจริญ
- คำสำคัญ : ระบบสอนเสริมอัจฉริยะ, การจัดการเรียนรู้, ห้องเรียนกลับด้าน, ปัญหาเป็นฐาน, การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบวนซ้ำ

การเรียนรู้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความสำคัญสำหรับนักศึกษา โดยเฉพาะสาขาคอมพิวเตอร์ ที่มีความรู้พื้นฐานเริ่มต้นและทักษะการเขียนโปรแกรมที่แตกต่างกัน จำเป็นต้องมีระบบที่ช่วยปรับทักษะของนักศึกษาให้สามารถบรรลุเป้าหมายในการเรียนได้ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการพัฒนา ระบบสอนเสริมอัจฉริยะ และการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนแบบกลับด้านร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้ระบบสอนเสริมอัจฉริยะสนับสนุน สำหรับการเรียนรู้เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน ทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรมและเจตคติ ระบบสอนเสริมอัจฉริยะพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ด้วยภาษาพีเอชพี จาวาสคริปต์ บุตสแตรเบเฟรมเวิร์ค และฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย ระบบสอนเสริมอัจฉริยะ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะ และแบบวัดเจตคติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยที่กำลังศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ชั้นปีที่ 3 จำนวน 17 คน ทดลองกับระบบสอนเสริมที่พัฒนาขึ้น และชั้นปีที่ 1 จำนวน 22 คน ทดลองกับการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนแบบกลับด้านร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้ระบบสอนเสริมอัจฉริยะสนับสนุน โดยเลือกด้วยวิธีการเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐานค่าที่ และความก้าวหน้าทางการเรียน ผลการวิจัย พบว่า ระบบสอนเสริมอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 63.83/59.61 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 60/60 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (ค่าเฉลี่ย = 59.61, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 12.13) ด้วยระบบสอนเสริมอัจฉริยะสูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย = 24.45, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 12.39) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.45 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง เจตคติต่อระบบสอนเสริมอัจฉริยะในเรียนรู้การเขียนโปรแกรมอยู่ใน

ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.43, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.65) และการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนแบบกลับด้านร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานโดยใช้ระบบสอนเสริมอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นสนับสนุนมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 61.56/60.07 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 60/60 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนแบบกลับด้านร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานโดยใช้ระบบสอนเสริมอัจฉริยะสนับสนุน (ค่าเฉลี่ย = 60.07, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 14.32) สูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย = 19.61, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 12.19) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.49 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมได้ตามหัวข้อที่กำหนดคิดเป็นร้อยละ 70.91 และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนแบบกลับด้านร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานโดยใช้ระบบสอนเสริมอัจฉริยะสนับสนุนอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.47, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.59) เมื่อนำผลที่ได้จากทั้งสองกลุ่มทดลองไปทดสอบสมมติฐานค่าที พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความก้าวหน้าทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีประโยชน์ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรม และเป็นทางเลือกสำหรับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ที่ตอบสนองความต้องการในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF INTELLIGENT TUTORING SYSTEM TO SUPPORT
FLIPPED CLASSROOM AND PROBLEM-BASED LEARNING FOR
COMPUTER PROGRAMMING ON LOOPS

AUTHOR : EKARACH THAMMASA

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. NADH DITCHAROEN, Ph.D.

KEYWORD : INTELLIGENT TUTORING SYSTEM, LEARNING MANAGEMENT, FLIPPED
CLASSROOM, PROBLEM-BASED LEARNING, COMPUTER
PROGRAMMING ON LOOPS

Learning computer programming is important for students, even more so for those majoring in computer science. Student's prior knowledge and programming skills are diverse. There is a need for a system to help adjust students' skills to achieve their academic goals. This research, therefore, presents the development of an Intelligent Tutoring System (ITS). This supports learning management by way of the Flipped Classroom, integrating Problem-Based Learning (ITS-FCPBL) by using an intelligent reinforcement tutoring system for learning computer programming and developing academic achievement and progress, programming skills and to assess students' satisfaction with ITS-FCPBL. The Intelligent Tutoring System (ITS) was developed in the form of a web application employing PHP, JavaScript, Bootstrap Framework and MySQL database. Research instruments consisted of the Intelligent Tutoring System, a learning achievement test, a programming skill test, and questionnaires. The purposive samples used in the experiment were 2019 second semester university students studying in Ubon Ratchathani Province, majoring in computer-related disciplines. 17 third-year students experimented with the ITS, while 22 first-year students experimented with the ITS-FCPBL. The data were analyzed by mean, standard deviation, dependent samples t-test, and normalized gain. The results showed that the ITS prototype had an efficiency (E1/E2) at 63.83/59.61, which was within the specified criteria of 60/60. The average ITS

post-learning achievement scores (Mean = 59.61, SD = 12.13) were statistically higher than before (Mean = 24.45, SD = 12.39), which differed significantly at the .01 level. The average of the normalized gain for the class was 0.45 which is moderate. Satisfaction with the ITS for learning computer programming was at a high level (Mean = 3.43, SD = 0.65). The efficiency (E1/E2) of the proto-type ITS-FCPBL was 61.56/60.07, within the specified criteria of 60/60. The mean scores of academic achievement after learning through the ITS-FCPBL (mean = 60.07, SD = 14.32) were statistically higher than before (Mean = 19.61, SD = 12.19), which differed at the statistically significant .01 level. The students had an average educational progress of 0.49 which was at a moderate level. The average of the learner's programming skill tests 70.91%, and the attitude towards the ITS-FCPBL was at a high level (Mean = 3.47, SD = 0.59). When the results from both experimental groups were compared using dependent sample t-testing, it was found that post-learning achievement and learning progress were not statistically different at the significant .01 level. The results suggested that the proposed system could be beneficial in developing academic achievement and programming skills, and it is an option for managing online learning that meets the needs of the Covid-19 pandemic learning environment.