

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำมันแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล



รฟ.
พ 2627
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 107894
วัน,เดือน,ปี - 8 ส.ย. 2553

b. 12213238
i.....

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์
ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Method Development for Quality Control of Gasohol and Biodiesel



Miss Pantipa Sarikaputi

Miss Sinee Vacharakiat

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Bachelor

Degree of Science

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง	การพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำมันแก๊สโซฮอล์ และไบโอดีเซล
นักศึกษา	นางสาวพรรณทิพา สาริกภูติ รหัสนักศึกษา 47050470 นางสาวสินี วัชรเกียรติ รหัสนักศึกษา 47050489
ภาควิชา	เคมี คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์
ปีการศึกษา	2550
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ณัฐวุฒิ เจริญชั้น
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ. อรุณี คงศักดิ์ไพศาล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำมันแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล เนื่องจากปริมาณเอทานอลและปริมาณน้ำส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีจุดมุ่งหวังที่จะศึกษาการตรวจวัดปริมาณเอทานอลโดยใช้ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายไดโครเมตในสารละลายกรดซัลฟิวริก แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของโครเมียม(III) ที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร ซึ่งมีแนวโน้มที่จะนำไปปฏิบัติดังกล่าวไปใช้วิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลได้ และยังพบว่ามีแนวโน้มที่จะใช้ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเมทานอลกับสารละลายไดโครเมตในการวิเคราะห์หาปริมาณเมทานอลได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามถ้าวิเคราะห์ในตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงจะต้องทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลออกจากน้ำมันก่อน สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยวิธี Karl-Fisher Coulometric titration นั้นพบว่า ตัวอย่างส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำน้อยกว่าเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด แต่มีอยู่หนึ่งตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำเกิน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะตัวอย่างนั้นเก็บไว้นานกว่า 6 เดือน

Special Project Title	Method development for quality control of gasohol and biodiesel	
Name	Miss Pantipa Sarikaputi ID 47050470 Miss Sinee Vacharakiat ID 47050489	
Department	Chemistry	Faculty of Science
Program	Industry Chemistry-Analytical Instrumentation	
Academic Year	2007	
Special Project Advisor	Assoc. Prof. Arunee	Kongsakphaisal
Special Project Co-advisor	Dr. Nathawut	Choengchan

Abstract

This work presents a method development for quality control of gasohol and biodiesel. For gasohol, trace contaminated water and ethanol are interested, while for biodiesel, only water content is concerned. A method for determination of ethanol is based on the reaction between ethanol and acidic dichromate which leads to chromium (III). Chromium (III) is then spectrophotometrically detected at 590 nm. However, in this work, the possibility to exploit this reaction to determine ethanol was done without any application to real sample. Results were indicated that the reaction between ethanol-dichromate can be used for the ethanol determination. In addition, the acidic dichromate can be employed for determination of methanol. For water analysis, the coulometric Karl-Fisher titration was employed. It was found that the amount of trace water in most of samples were less than legal limiting value. However, there are only one sample that its water content is greater than a permitted value. This is may be due to that sample is kept of more than six months.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการพิเศษนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สืบเนื่องมาจากความร่วมมือ การได้รับการดูแลเอาใจใส่ ช่วยเหลือ แนะนำ และความกรุณาของทุกท่าน ทั้งอาจารย์ที่ปรึกษาคณะกรรมการ และผู้ที่เกี่ยวข้องแก่ผู้จัดทำ ที่กรุณาติดตาม ตรวจสอบดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี และแก้ไขโครงการพิเศษฉบับนี้จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ. อรุณี กงศักดิ์ไพศาล และ ดร.ณัฐวุฒิ เริงชั้น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้คำปรึกษา ช่วยแก้ไขปัญหา ดูแลเอาใจใส่ ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการพิเศษนี้เป็นอย่างดีมาตลอด

ขอขอบพระคุณ ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ และ อ.พรทิพย์ ศัพทอนันต์ อาจารย์คณะกรรมการตรวจสอบโครงการพิเศษที่ให้ความกรุณาแก้ไขโครงการพิเศษให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และ เจ้าหน้าที่ภาคเคมีทุกท่านที่คอยช่วยเหลือให้การทำให้โครงการพิเศษนี้ดำเนินไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณสุรินทร์ เหล่าพระจันทร์ ที่ช่วยดูแลเรื่องการใช้เครื่องยูวีสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และ คุณสุภัทร บานเย็น ที่ช่วยดูแลเรื่องการใช้เครื่องคาร์ลฟีเซอร์ ให้การทำงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องธุรการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี รวมทั้งแม่บ้านที่ได้คอยให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในทุกๆด้าน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติ พี่น้อง และเพื่อนๆรวมถึงรุ่นพี่รุ่นน้องทุกคนที่ให้กำลังใจ และช่วยเหลือในทุกๆด้านจนโครงการพิเศษนี้สำเร็จในที่สุด นอกจากนี้ บุคคลที่มีส่วนช่วยที่มิได้แก่ไว้ ณ ที่นี้ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาวพรรณทิพา สาริกฤติ

นางสาวสินี วัชรเกียรติ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญ และที่มาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	6
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักการ UV-VIS Spectrophotometer (ใช้สำหรับวัดเอทานอลในแก๊สโซฮอล์)	7
2.2 หลักการ Karl Fischer (ใช้สำหรับวัดน้ำปริมาณน้อยในแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล)	9
2.3 การสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	
3.1 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในน้ำมันแก๊สโซฮอล์	13
3.2 วิธีวิเคราะห์หาน้ำปริมาณน้อยในน้ำมันแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล	16
3.3 แผนการดำเนินการวิจัย	19
บทที่ 4 ผลการทดลอง และการอภิปราย	
4.1 การศึกษาความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ ด้วยปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์กับสารละลายโคโครเมต	21
4.2 การวิเคราะห์น้ำปริมาณน้อยในปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง ด้วยวิธี Karl Fisher (KF) Coulometric titration	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 ข้อสรุป และข้อเสนอแนะ	
5.1 การศึกษาความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์เอทานอล ด้วยปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์โคโครเมต	28
5.2 การวิเคราะห์น้ำปริมาณน้อยในน้ำมันเชื้อเพลิง ด้วยวิธี KF Coulometric titration	28
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.1 แสดงผลการวิเคราะห์การศึกษาความเป็นไปได้ ของการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ด้วยปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์ กับสารละลายโคโครเมต	30
ภาคผนวก ก.2 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำปริมาณน้อย ในปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยวิธี Karl Fisher (KF)	32

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการพิเศษ	12
ตารางที่ 3.1 แสดงสถานะในการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาน้ำปริมาณน้อย ด้วยวิธี Coulometric Karl Fisher Titration	16
ตารางที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการวิจัย	18
ตารางที่ 4.1 แสดง %RSD ของปริมาณน้ำในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ปริมาตรต่างๆ	24
ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณน้ำที่ปนเปื้อนในตัวอย่าง แก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซลที่วิเคราะห์ได้	25
ตารางที่ ก.1.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากปฏิกิริยาระหว่าง สารละลายมาตรฐานเอทานอลและสารละลายไอโครเมต	28
ตารางที่ ก.1.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากปฏิกิริยาระหว่าง สารละลายมาตรฐานเมทานอลและสารละลายไอโครเมต	28
ตารางที่ ก.2.1.1 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อนิยตสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น ของน้ำที่แน่นอน (SRM) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตรต่อปริมาตร จำนวน 100 ไมโครลิตร	29
ตารางที่ ก.2.1.2 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อนิยตสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น ของน้ำที่แน่นอน (SRM) ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 ปริมาตรต่อปริมาตร จำนวน 100 ไมโครลิตร	30
ตารางที่ ก.2.2.1 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อนิยตสารตัวอย่างจำนวน 250 ไมโครลิตร	31
ตารางที่ ก.2.2.2 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อนิยตสารตัวอย่างจำนวน 100 ไมโครลิตร	32
ตารางที่ ก.2.2.3 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อนิยตสารตัวอย่างที่ 50 ไมโครลิตร	32
ตารางที่ ก.2.3.1 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อนิยตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ตัวอย่างที่ 1 จำนวน 50 ไมโครลิตร	37
ตารางที่ ก.2.3.2 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อนิยตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ตัวอย่างที่ 2 จำนวน 50 ไมโครลิตร	38
ตารางที่ ก.2.3.3 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อนิยตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ตัวอย่างที่ 3 จำนวน 50 ไมโครลิตร	39

สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ ก.2.3.4 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีด น้ำมันไบโอดีเซล B5 จำนวน 50 ไมโครลิตร	40
ตารางที่ ก.2.3.5 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีด น้ำมันไบโอดีเซล B100 จำนวน 50 ไมโครลิตร	41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงภาพน้ำมันไบโอดีเซล	3
รูปที่ 1.2 แสดงภาพเมล็ดพืชที่นำมาทำน้ำมันไบโอดีเซล	3
รูปที่ 1.3 แสดงปฏิกิริยาการเกิดน้ำมันไบโอดีเซล	4
รูปที่ 2.1 แสดงการดูดกลืนแสงที่ผ่านเซลล์ในเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	7
รูปที่ 2.2 เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	9
รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของเครื่อง KF Coulometric titration	9
รูปที่ 2.4 เครื่อง Karl Ficher ที่ใช้	10
รูปที่ 2.5 Reagent (AG-H) ที่ใช้	10
รูปที่ 4.1 แสดงกราฟมาตรฐานของเอทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0.75-20 ปริมาตรต่อปริมาตร) เมื่อใช้สารละลายไดโครเมต เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 โมลาร์	18
รูปที่ 4.2 แสดงกราฟมาตรฐานของเมทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0.75-40 ปริมาตรต่อปริมาตร) เมื่อใช้สารละลายไดโครเมต เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 โมลาร์	19
รูปที่ 4.3 แสดงความไวในการวิเคราะห์ของปฏิกิริยาระหว่าง สารละลายมาตรฐานเอทานอลร้อยละ 0.75-20 ปริมาตรต่อปริมาตร กับสารละลายไดโครเมต และ สารละลายมาตรฐานเมทานอล ร้อยละ 0.75-40 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไดโครเมต (โดยใช้ความเข้มข้นของไดโครเมต 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 โมลาร์)	20
รูปที่ 4.4 แสดงจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 0.75-20 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไดโครเมต และสารละลายมาตรฐานเมทานอลร้อยละ 0.75-40 ปริมาตรต่อปริมาตรกับ สารละลายไดโครเมต (โดยใช้ความเข้มข้นของไดโครเมต 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 โมลาร์)	21

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.5 แสดงจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไอโครเมต และสารละลายมาตรฐานเมทานอลร้อยละ 5 ปริมาตรต่อปริมาตรกับ สารละลายไอโครเมต (โดยใช้ความเข้มข้นของไอโครเมต 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 โมลาร์)	21
รูปที่ 4.6 แสดงปริมาณน้ำในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (ปคท.) ที่ปริมาตรต่างๆกัน	24
รูปที่ 4.7 แสดงปริมาณน้ำที่ปนเปื้อนในตัวอย่างแก๊สโซฮอล์ (A) และ ไบโอดีเซล (B) ที่วิเคราะห์ได้	25



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการพิเศษ

1.1.1 แก๊สโซฮอล์

“แก๊สโซฮอล์” เกิดขึ้นจากแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อปี พ.ศ. 2528 ที่ทรงเล็งเห็นว่าประเทศไทย อาจประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำมัน และปัญหาพิษผลทางการเกษตร มีราคาตกต่ำ จึงทรงมีพระราชดำริ ให้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ศึกษาถึงการนำอ้อยมาแปรรูปเป็นแอลกอฮอล์ โดยการนำแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้นี้มาผสมกับน้ำมันเบนซิน ผลิตเป็นน้ำมัน “แก๊สโซฮอล์” (GASOHOL) เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน

ปี พ.ศ.2529 ทางโครงการส่วนพระองค์ ได้เริ่มผลิตแอลกอฮอล์จากอ้อย หลังจากนั้นได้มีหน่วยงานรัฐและเอกชนให้ความร่วมมือ ในการพัฒนาแอลกอฮอล์ที่ใช้เติมรถยนต์อย่างต่อเนื่อง ปี พ.ศ. 2539 การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) ร่วมกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) และโครงการส่วนพระองค์ได้ร่วมกันปรับปรุงคุณภาพแอลกอฮอล์ ที่ใช้เติมรถยนต์โดยการนำแอลกอฮอล์ที่โครงการส่วนพระองค์ผลิตได้ ที่มีควมบริสุทธิ์จากเดิม 95% ไปกลั่นซ้ำเป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 99.5% แล้วจึงนำมาผสมกับน้ำมันเบนซินธรรมดาในอัตราแอลกอฮอล์ 1 ส่วนกับเบนซิน 9 ส่วน เป็นน้ำมัน“แก๊สโซฮอล์” ทดลองเติมให้กับรถยนต์เบนซินของโครงการส่วนพระองค์

แก๊สโซฮอล์ เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมระหว่าง เอทานอลกับ น้ำมันเบนซิน 91 อัตราส่วน 1:9 เอทานอลที่ผสมนี้จะเป็นสารปรุงแต่งเพื่อเพิ่มค่าออกเทนให้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งปัจจุบันเราใช้ Methyl Tertiary Butyl Ether หรือที่รู้จักไปเรียก MTBE สำหรับการผลิตเอทานอลนั้น ได้จากผลิตผลทางการเกษตร เช่น อ้อย มันสำปะหลัง กากน้ำตาล เป็นต้น ประโยชน์ของการใช้ สามารถช่วยลดปริมาณมลพิษของท่อไอเสีย โดยลดปริมาณไฮโดรคาร์บอน และคาร์บอนมอนอกไซด์ลงร้อยละ 20-25 โดยผู้ใช้แก๊สโซฮอล์ไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ใหม่ สำหรับหน่วยงานที่ดูแลเรื่องเอทานอล คือ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน คณะกรรมการ โครงการเอทานอล-ไบโอดีเซลในคณะกรรมการพลังงานสภาผู้แทนราษฎร หรือสำนักงานเอทานอลแห่งชาติ เป็นต้นสมบัติของน้ำมันแก๊สโซฮอล์

น้ำมันแก๊สโซฮอล์ส่วนใหญ่ที่จำหน่ายในประเทศไทย มีค่าออกเทน 95 (สีส้ม) มีคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพเป็นไปตามข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของกรมธุรกิจพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทรวงพลังงาน สามารถใช้ได้กับรถยนต์ทุกรุ่นตามที่ผู้ผลิตแนะนำโดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ แต่โดยทั่วไปสามารถใช้กับรถยนต์ที่มีระบบเชื้อเพลิงแบบหัวฉีด ไม่แนะนำให้ใช้กับรถยนต์รุ่นเก่าที่มีระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์ น้ำมันแก๊สโซฮอล์มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนด ได้แก่

1. มีค่าออกเทนไม่ต่ำกว่า 95.0 ค่าออกเทนของน้ำมันเบนซินจะบ่งถึงคุณภาพในการต้านทานการน็อกหรือความสามารถของน้ำมันเบนซินที่จะเผาไหม้โดยปราศจากการน็อกในเครื่องยนต์

2. มีค่าความดันไอ ณ อุณหภูมิ 37.8 องศาเซลเซียส ไม่สูงกว่า 62 กิโลปาสกาล (kPa) ค่าความดันไอเป็นคุณลักษณะอย่างหนึ่งที่แสดงถึงความสามารถในการระเหยและการเกิดฟองอากาศในระบบจ่ายเชื้อเพลิง ซึ่งจะมีผลต่อการสตาร์ทเครื่องยนต์

3. มีคุณภาพเช่นเดียวกับน้ำมันเบนซินออกเทน 95 ทุกประการ โดยไม่มีความแตกต่างกันในเชิงสมบัติของน้ำมัน ยกเว้นสารเพิ่มค่าออกเทนที่กำหนดให้มีการเติมในน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วออกเทน 95 ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้สาร MTBE (Methyl Tertiary-Butyl Ether) แต่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ เอทานอลจะทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มค่าออกเทนโดยยังคงมีสมบัติการใช้งานกับเครื่องยนต์เหมือนกับน้ำมันเบนซินออกเทน 95 ทุกประการ

รถยนต์สามารถเติมน้ำมันแก๊สโซฮอล์ผสมกับน้ำมันที่เหลืออยู่ในถังได้เลยไม่ต้องรอให้น้ำมันในถังหมด และผู้ใช้รถไม่ต้องดำเนินการปรับแต่งเครื่องยนต์แต่อย่างใด เพราะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเครื่องยนต์และมีสมบัติการใช้งานที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ที่สมบูรณ์

ข้อดีของการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์

ผลดีต่อเครื่องยนต์

- การเผาไหม้สมบูรณ์กว่า เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันเบนซิน ออกเทน 95
- ไม่มีผลกระทบต่อสมรรถนะการใช้งานและอัตราการเร่งดีกว่าหรือไม่แตกต่างจากน้ำมันเบนซิน ออกเทน 95

- ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการปรับแต่งเครื่องยนต์

- สามารถเติมผสมกับน้ำมันที่เหลืออยู่ในถังได้เลย โดยไม่ต้องรอให้น้ำมันในถังหมด

ผลดีต่อประเทศ

- ช่วยลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ ลดการขาดดุลทางการค้า

- ใช้ประโยชน์จากพืชผลทางการเกษตรสูงสุด และยกระดับราคาพืชผลทางการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชะวลดมลพิษ ไอเสียทางอากาศ และแก้ไขปัญหาสังแวดล้อมโดยสามารถลดปริมาณไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนอกไซด์ลงเฉลี่ยร้อยละ 20-25 ทำให้ปัญหาด้านสุขภาพของประชาชนลดลง [1]

1.1.2 ไบโอดีเซล

"ไบโอดีเซล" ประเทศไทยเริ่มศึกษาแนวทางการนำน้ำมันปาล์มมาใช้งานแทนน้ำมันดีเซลตั้งแต่ปี 2528 ตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่ทรงห่วงใยปัญหาผลผลิตปาล์มล้มตลาตของเกษตรกรและผลกระทบต่อราคาน้ำมันแพง โดยทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้สร้างโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ขนาดเล็กขึ้นที่จังหวัดนราธิวาส รวมทั้งมีการวิจัยและพัฒนาพร้อมทดลองนำน้ำมันปาล์มมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล การทดลองใช้น้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์ ในรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลของกองงานส่วนพระองค์ ฯลฯ จนประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีในวันที่ 9 เมษายน 2544 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้นายอำพล เสนาณรงค์ องคมนตรี เป็นผู้แทนพระองค์ยื่นขอจดสิทธิบัตร "การใช้น้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล" ซึ่งกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ได้ลงประกาศโฆษณาเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2544 และรับจดทะเบียนในวันที่ 26 กรกฎาคม 2544 โดยมีหมายเลขสิทธิบัตรที่ 10764

สำหรับทาง ยุโรป และอเมริกา ได้ทำการวิจัยและพัฒนาคุณภาพไบโอดีเซลมากกว่า 10 ปี และด้วยเหตุผลทางสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ ทำให้มีการผลิตไบโอดีเซลในเชิงพาณิชย์ไบโอดีเซลไปทั่วโลก โดยจะใช้ไบโอดีเซลบริสุทธิ์ 100% (B100), 10% (B10), 20 % (B20) หรือ 30 % (B30) (เป็นการนำไบโอดีเซลมาผสมกับน้ำมันดีเซลตามอัตราส่วน)



รูปที่ 1.1 แสดงภาพน้ำมันไบโอดีเซล



รูปที่ 1.2 แสดงภาพเมล็ดพืชที่นำมาทำน้ำมันไบโอดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตไบโอดีเซล

ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ โดยการสกัดกลีเซอรอลออกด้วย แอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล หรือ เอทานอล เรียกขบวนการนี้ว่า Trans-esterification โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) เป็น กรด, ด่าง, NaOH, KOH หรือ เอ็นไซม์ ขึ้นอยู่กับคุณภาพและส่วนประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ เพื่อให้ได้ โมโนแอลคิล เอสเตอร์ (Monoalkyl ester) หรือเมทิลเอสเตอร์ (Methyl ester) เมื่อน้ำมันพืช ถูกเปลี่ยนเป็นเมทิลเอสเตอร์แล้วขนาดโมเลกุลจะลดลงเหลือ 1 ใน 3 เป็นผลทำให้ความหนืดของน้ำมันลดลงอย่างมากใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล

สมการเคมีของการเกิดไบโอดีเซลเป็นดังนี้

น้ำมันพืช + เมทานอล (Methanol) หรือ เอทานอล (Ethanol) -----> เมทิลเอสเตอร์ (Methyl esters) หรือ เอทิลเอสเตอร์ (Ethyl esters) + กลีเซอริน

รูปที่ 1.3 แสดงปฏิกิริยาการเกิดน้ำมันไบโอดีเซล

น้ำมันไบโอดีเซลเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ช่วยลดมลพิษในอากาศ ปลอดภัยจากสารกำมะถัน ลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งช่วยลดการเกิดปรากฏการณ์โลกร้อน (Greenhouse Effect) ให้ช้าลง แต่การสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการใช้ น้ำมันพืชอย่างยั่งยืน สำหรับใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันปิโตรเลียมในสัดส่วนที่เพิ่มมากขึ้น ต้องมีการควบคุมคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล ให้มีความเหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ เพื่อสร้างความมั่นใจกับผู้บริโภค ให้ผู้บริโภคหันมาใช้ไบโอดีเซลแพร่หลายมากขึ้น นอกเหนือจากปัจจัยด้านราคาที่ดึงดูดความสนใจ

ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรมฯ พ.ศ. 2548

สำหรับน้ำมันดีเซลปาล์ม (บริสุทธิ์) ที่จำหน่ายในประเทศไทย คือน้ำมันดีเซลผสมกับน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในสัดส่วนไม่เกินร้อยละ 10 โดยปริมาตร ซึ่งได้คุณภาพเช่นเดียวกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว ตามข้อกำหนดของกรมธุรกิจพลังงานทุกประการ รถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลสามารถเติมน้ำมันดีเซลปาล์ม (บริสุทธิ์) ผสมกับน้ำมันที่เหลือในถังได้เลยไม่ต้องรอให้น้ำมันหมดถัง และผู้ใช้รถไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์แต่อย่างใดเพราะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเครื่องยนต์ ทั้งยังช่วยเพิ่มการหล่อลื่น ช่วยป้องกันการสึกหรอของปั๊มหัวฉีดและลดมลพิษในไอเสียของเครื่องยนต์อีกด้วย

คุณลักษณะที่สำคัญของน้ำมันดีเซลปาล์ม (บริสุทธิ์) ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล ตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน ได้แก่

- ค่าซีเทนไม่ต่ำกว่า 47 บ่งชี้ถึงคุณภาพในการต้านทานการน็อก หรือความสามารถที่จะเผาไหม้โดยปราศจากการน็อกในเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าความหนืดที่ 40 องศาเซลเซียส ในช่วง 1.8-4.1 cSt ซึ่งเหมาะสมต่อการใช้งาน
- กากถ่าน ไม่สูงกว่าร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก ค่าของกากถ่าน จะบ่งชี้ถึงการสะสมของกากถ่านในเครื่องยนต์ว่ามีมากน้อยเพียงใด หากมีมากเครื่องยนต์จะสกปรก อาจมีการอุดตันในส่วนต่างๆ ทำให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ไม่ราบเรียบ เครื่องยนต์จะเดินไม่สม่ำเสมอ
- คุณสมบัติการหล่อลื่น ทดสอบโดยวิธี HFRR จะเกิดการสึกกร่อนไม่เกิน 460 ไมโครเมตร
- ปริมาณธาตุกำมะถัน ไม่สูงกว่าร้อยละ 0.035 โดยน้ำหนัก เนื่องจากเมื่อมีการเผาไหม้ น้ำมันจะก่อให้เกิดมลภาวะของกำมะถันต่อสิ่งแวดล้อม

1.1.3 ที่มาของโครงการพิเศษ

เนื่องจากปริมาณเอทานอลจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ และปริมาณเมทานอลจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งปริมาณของสารทั้ง 2 จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ในประเทศไทยโดยกรมธุรกิจพลังงานกำหนดให้มีปริมาณเอทานอลในน้ำมันแก๊สโซฮอล์อยู่ในช่วงร้อยละ 10 (± 1) และ กำหนดให้มีปริมาณเมทานอลในน้ำมันไบโอดีเซลน้อยกว่าร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก ถ้าปริมาณเอทานอลหรือเมทานอลไม่เป็นไปตามช่วงดังกล่าว จะถือว่าน้ำมันแก๊สโซฮอล์นั้นไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีวิธีวิเคราะห์เพื่อวัดปริมาณเอทานอลในน้ำมันแก๊สโซฮอล์และเมทานอลในไบโอดีเซล

โดยวิธีมาตรฐานสำหรับวัดเอทานอลในแก๊สโซฮอล์และเมทานอลในไบโอดีเซลได้แก่ การใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ เป็นวิธีตามมาตรฐาน EN 14110: 2003 ซึ่งถึงจะให้ผลวิเคราะห์ที่แม่นยำแต่ใช้เวลาวิเคราะห์นาน อีกทั้งเครื่องมือยังมีราคาแพงอีกด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์เอทานอลและเมทานอลด้วยวิธีที่ง่ายกว่าการใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ โดยเสนอวิธีให้เอทานอลหรือเมทานอลทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต แล้วจึงตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในช่วงวิสิเบิล

สำหรับการวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซลนั้น จำเป็นต้องมีการทดสอบว่ามีน้ำปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันเหล่านั้นมากน้อยเพียงใดด้วย เนื่องจากถ้ามีปริมาณน้ำมากเกินไปจะทำให้มีการสะสมน้ำในถังน้ำมันซึ่งจะทำให้เกิดสนิมและทำให้ถังน้ำมันผุกร่อนได้ กรมธุรกิจพลังงานได้กำหนดให้มีปริมาณน้ำไม่เกินร้อยละ 0.70 โดยน้ำหนักสำหรับแก๊สโซฮอล์และไม่เกินร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักสำหรับไบโอดีเซล ดังนั้นการวัดน้ำที่ปนเปื้อนในน้ำมันแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซลจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยในงานวิจัยนี้จะวิเคราะห์น้ำปริมาณน้อยด้วยวิธี Karl Fisher โดยจะทำการนำสถานะที่เหมาะสมแล้วประยุกต์ใช้เพื่อวัดน้ำปริมาณน้อยในตัวอย่างน้ำมันแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซลต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ปฏิกิริยาระหว่างเอทานอลและไดโครเมตสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอล
2. เพื่อประยุกต์ใช้วิธี Karl Fisher สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณน้ำที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำมัน แก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

ทำการทดสอบปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลและสารละลายไดโครเมตว่าสามารถนำไปใช้วิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลได้หรือไม่ โดยจะติดตามค่าการดูดกลืนแสงของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายไดโครเมต เพื่อดูว่าค่าการดูดกลืนแสงนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณเอทานอลอย่างไร

นอกจากนี้ ยังจะหาสถานะเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณน้อยด้วยวิธี Karl Fisher และจะทำการทดสอบด้วยว่าสถานะที่เลือกใช้นั้นเหมาะสมอย่างไร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในงานวิจัยนี้มุ่งหวังเพื่อที่จะทราบว่าสามารถใช้ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายไดโครเมตเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลได้หรือไม่ และมุ่งหวังที่จะได้วิธีที่ถูกต้องและแม่นยำเพื่อใช้วัดน้ำปริมาณน้อยในตัวอย่งน้ำมันแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

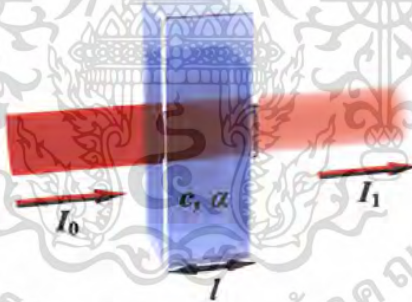
2.1 หลักการ UV-VIS Spectrophotometer (ใช้สำหรับวัดเอทานอลในแก๊สโซฮอล์และเมทานอลในไบโอดีเซล)

หลักสำคัญคือสารที่ต้องการหาปริมาณจะต้องมีสีหรือสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วทำให้เกิดสารที่มีสี เทคนิคทางยูวี-วิซิเบิลสเปกโทรสโกปีเป็นเทคนิคการดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อาศัยการดูดกลืนแสงโดยโมเลกุล ซึ่งเป็นการวัดอัตราส่วนของลำแสงที่ทะลุออกจากสารละลายต่อลำแสงที่ตกกระทบ แสง UV-Visible จักอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 200-800 นาโนเมตร โดยที่แสงหรือ Radiation เมื่อส่องผ่านสารที่สามารถดูดกลืนแสงได้ แสงจะถูกดูดกลืน เรียกว่า ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance; A) ดังนี้

$$A = \log I_0/I$$

โดยที่ I_0 = ความเข้มของแสงที่ตกกระทบ

I = ความเข้มของแสงที่เหลือ (Transmittance)



รูปที่ 2.1 แสดงการดูดกลืนแสงที่ผ่านเซลล์ในเครื่องยูวีวิซิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

นอกจากนี้ความสัมพันธ์ตาม Beer's law อื่น ๆ ที่ควรทราบคือ

ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้น

$$A = abc$$

โดยที่ a = absorbtivity

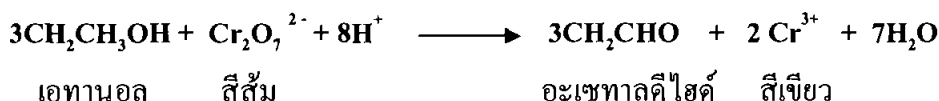
b = ระยะทางที่แสงส่องผ่าน หรือความกว้างของ cell

c = ความเข้มข้นของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการในการตรวจวัดเอทานอลและเมทานอล

จากปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายไดโครเมต และสารละลายมาตรฐานเมทานอลกับสารละลายไดโครเมต แสดงได้ตามลำดับดังสมการต่อไปนี้



องค์ประกอบของเครื่อง

เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer ทุกชนิดประกอบด้วยองค์ประกอบหลักดังนี้คือ

1. แหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดแสงที่ดีควรให้แสงที่มีความเข้มสม่ำเสมอและแสงนิ่งตลอดช่วงความยาวคลื่นที่ใช้งาน นอกจากนี้ควรมีขนาดพอเหมาะ ทนทาน และราคาไม่แพง แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ที่จะมี 2 หลอดได้แก่ 1. หลอดควิที่เรียม (ช่วง UV) และ 2. หลอดทังสเตน (ช่วงวิสิเบิล)

2. Monochromator

ทำหน้าที่แยกแสงออกเป็นแต่ละความยาวคลื่นและแยกส่วนความยาวคลื่นที่ต้องการไปใช้วัดตัวอย่าง

3. ช่องใส่ตัวอย่าง

ปกติจะออกแบบให้มีฝาครอบ หรือเลื่อนปิดอย่างมิดชิด เพื่อไม่ให้แสงจากภายนอกตกไปยัง Detector

4. Detector

ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้กันใน UV-VIS Spectrophotometer มี 2 ชนิดคือ

1. Silicon Photodiode ใช้หลักการที่ว่าเมื่อแสงตกกระทบผิว Detector ที่มีคุณสมบัติเป็น semi-conductive จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น

2. Photomultiplier tube detector ชนิดนี้ประกอบไปด้วย photo tube และ high gain amplifier ข้อดีของ detector แบบนี้ คือสามารถปรับความไวในการตรวจวัดโดยการปรับกระแสไฟฟ้าที่ให้และใช้วัดได้ดีในช่วง 200 – 600 นาโนเมตร แต่ถ้าความยาวคลื่นเกิน 900 นาโนเมตร ความไวในการตรวจวัดจะลดลงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

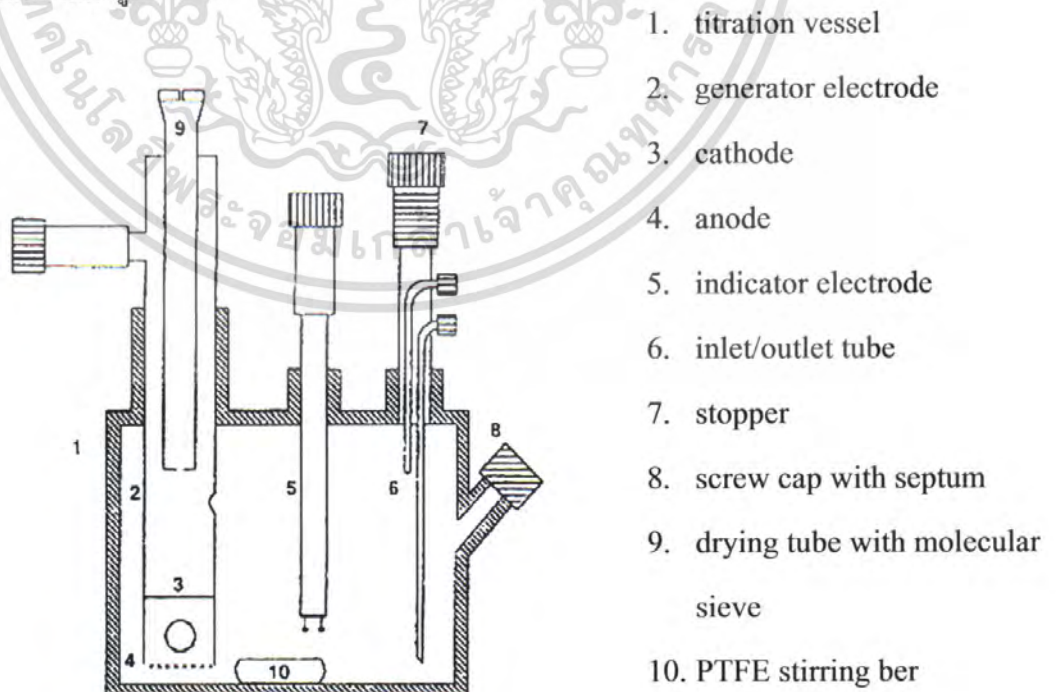


รูปที่ 2.2 เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer

2.2 หลักการ Karl Fischer (KF) ใช้สำหรับวัดน้ำปริมาณน้อยในแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล

2.2.1 Coulometric titration

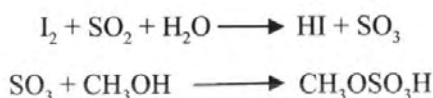
ในโครงการนี้จะวิเคราะห์หาน้ำปริมาณน้อยโดยใช้เครื่อง 737 Metrohm™ Coulometric titration ซึ่งสามารถวัดได้ละเอียดในช่วง 10 ไมโครกรัม - 200 มิลลิกรัมของน้ำ โดยตัวเครื่องมีส่วนประกอบแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของเครื่อง KF Coulometric titration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องนี้อาศัยหลักการทำงาน คือ ให้ศักย์ไฟฟ้าแก่ generator electrode ซึ่งประกอบด้วย ขั้วแอโนดและแคโทด โดย generator electrode จะทำให้ไอโอดีน (I) ซึ่งมีอยู่ใน KF reagent ถูก ออกซิไดส์ที่ขั้วแอโนด ไปเป็นไอโอดีน (I_2) ซึ่งจะเข้าทำปฏิกิริยากับน้ำในอัตราส่วน 1:1 ดังสมการต่อไปนี้



เมื่อนำทำปฏิกิริยาจนหมดเครื่องจะหยุดให้ศักย์ไฟฟ้าแก่ generator electrode ทันทีทำให้ ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไอโอดีนไปเป็นไอโอดีนหยุดลงและเครื่องจะตรวจวัดปริมาณอิเล็กตรอน ที่เกิดจากปฏิกิริยาที่ไอโอดีนถูกออกซิไดส์เป็นไอโอดีนที่ indicator electrode ได้เป็นปริมาณ กระแสไฟฟ้าและวัดผลตามเวลาที่ใช้ ซึ่งตัวเครื่องจะทำการคำนวณปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ตรวจวัด เป็นปริมาณน้ำต่อไป

ส่วนประกอบที่โดยรวม และ Reagent ของเครื่อง KF สามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.4 เครื่อง Coulometric titration



รูปที่ 2.5 Reagent (AG-H) ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.1 แสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการพิเศษ

ลำดับ	Ethanol	Sample	Method	Detail	Reference
1	Ethanol/Methanol mixtures	Alcohols	Kinetic Enzymatic determination (Stopped-flow technique) :UV-VIS spectrophotometer	Rate of absorbance 412 nm. Linear range 1.0×10^{-6} - 1.0×10^{-5} M Precision range 2.1-4.8% Molar ratios 25:1.0-1.0:1.0 Buffer pH 8.5	Talanta, Vol. 40, No. 6, pp.885-861, 1993
2	Ethanol	Fuel ethanol and Beverages	Fourier transform (FT)-near infrared and FT-Raman spectrometries	FT-NIR :16 scans at 8 cm^{-1} spectral resolution FT-Raman :128 scans at 4 cm^{-1} normal resolution Temp. :21.1 +/- 0.1% for 195s Time :128 scans	ANALYTICA CHEMICA ACTA 493 (2003) 219-231 Brazil
3	Ethanol	Gasohol	Infrared Spectrometry	Absorbance band : 880 cm^{-1} Use :1 mL of sample	ANALYTICAL CHEMISTRY, VOL. 53, NO. 7, JUNE 1981, 1096-1099 Oklahoma
4	Water Tolerance and Ethanol	Ethanol-Gasoline Fuel	Chromatographic method (GC)	Temp :283.15, 293.15, 313.15 K Capillary column :cross-linked poly(Ethylene glycol) Thermal conductivity detector :523 K	Energy and Fuels 2004, Vol. 18, No. 2, 2004 334-337

2.3 การสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	Ethanol	Sample	Method	Detail	Reference
5	Ethanol, Methanol, MTBE, ETBE, TAME, DIPE, tertiary-Amyl Alcohol and C ₁ -C ₄ Alcohols	Gasoline	Gas Chromatography	Detector :thermal conductivity or flame ionization Total Analysis time :18-20 min Carrier Gas :Helium	ASTM D 4815-03
6	C ₁ -C ₃ Alcohol and Water	Gasoline/Acohol blends	Liquid Chromatography	Mobile phase: toluene Flow rate; single-column :1 ml/min ; two-column :1.2 ml/min Detector temp.: at 30°C Maximum injection volume: 200 µL	ANALYTICAL CHEMISTRY, VOL. 56, NO. 2, FEBRUARY 1984, 244-247 Michigan
7	Water	Diesel fuel and Petrol (Gasoline)	737 Karl Fischer Coulometer	Smpl.req: on d.start 20 µg/min extr. 0 s stop drift: auto delay time 3 s report: full	Metrohm™ KF Application Note NO. K-14

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์กับไดโครเมตในการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลและ เมทานอล

3.1.1 สารเคมีและอุปกรณ์

- สารละลายมาตรฐานเอทานอล (99.5 %, AR grade)
- สารละลายมาตรฐานเมทานอล (AR grade)
- สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต (AR grade)
- กรดซัลฟิวริก (98 % conc., AR grade)
- UV-Vis Spectrophotometer (Jusco 6300)

3.1.2 การเตรียมสารละลาย

3.1.2.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 0.75, 1.5, 3.0, 4.5, 7.5, 10, 20 ปริมาตรต่อปริมาตร โดยจะทำการทดลองตามลำดับต่อไปนี้

1. ปิ่เปิดสารละลายมาตรฐานเอทานอลมา 0.1875, 0.375, 0.75, 1.125, 1.875, 2.5, 5.0 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร

2. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ปิดขวดวัดปริมาตรเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายเข้มข้นร้อยละ 0.75, 1.5, 3.0, 4.5, 7.5, 10, 20 ปริมาตรต่อปริมาตร ตามลำดับ

3.1.2.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานเมทานอลเข้มข้นร้อยละ 0.75, 1.5, 3.0, 4.5, 10, 20, 40 ปริมาตรต่อปริมาตร โดยจะทำการทดลองตามลำดับต่อไปนี้

1. ปิ่เปิดสารละลายมาตรฐานเมทานอลมา 0.1875, 0.375, 0.75, 1.125, 2.5, 5.0, 10 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร

2. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ปิดขวดวัดปริมาตรเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายเข้มข้นร้อยละ 0.75, 1.5, 3.0, 4.5, 10, 20, 40 ปริมาตรต่อปริมาตร ตามลำดับ

3.1.2.3 การเตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 โมลาร์ โดยจะทำการทดลองตามลำดับต่อไปนี้

1. ปิเปตสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 99.5 เปอร์เซ็นต์มา 111.11 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร
2. ปรับปริมาตรให้ถึงขีดบอกริมาตรด้วยน้ำกลั่น คนด้วยแท่งแก้วให้เป็นเนื้อเดียวกัน
- 3.1.2.4 การเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตเข้มข้น 0.1 โมลาร์ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 โมลาร์ โดยจะทำการทดลองตามลำดับต่อไปนี้

1. ชั่งผงโพแทสเซียมไดโครเมตมา 29.4 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. ละลายด้วยกรดซัลฟิวริกคนให้เข้ากัน ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร
3. ปรับปริมาตรให้ถึงขีดบอกริมาตรด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกจากข้อ 3.1.2.3 คนด้วยแท่งแก้วให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

หมายเหตุ สารละลายกรดซัลฟิวริกจากข้อ 3.1.2.3 สามารถเตรียมทิ้งไว้และมีระยะเวลาการใช้งานได้นาน 2 สัปดาห์

3.1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะอาศัยการวัดค่าการดูดกลืนแสงในช่วงวิสัยของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์(สารละลายมาตรฐานเอทานอล/สารละลายมาตรฐานเมทานอล) และสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต ที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร

3.1.3.1 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายไดโครเมต และสารละลายมาตรฐานเมทานอลกับสารละลายไดโครเมต

เลือกโหมด Spectra Measurement และตั้งพารามิเตอร์ให้เป็นดังนี้

- Photometric Measurement: Abs.

- Response: Fast

- Scan: 1000 nm./min.

- Start: 800 nm.

- End: 200 nm.

- Data Pitch: 0.5 nm.

- Scan Mode: Continuous

1. จากนั้นทำการทดลองตามลำดับต่อไปนี้
2. ปิเปตสารละลายไดโครเมตเข้มข้น 0.1 โมลาร์มา 2.8 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง

3. ปิเปตแอลกอฮอล์มา 0.2 มิลลิลิตร(สารละลายมาตรฐานเอทานอลทำที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.75, 1.5, 3.0, 4.5, 7.5, 10, 20 ปริมาตรต่อปริมาตร, สารละลายมาตรฐานเมทานอลทำที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.75, 1.5, 3.0, 4.5, 10, 20, 40 ปริมาตรต่อปริมาตร)

4. เขย่าหลอดทดลอง เป็นเวลา 1 นาที (เริ่มจับเวลาหลังจากปล่อยแอลกอฮอล์มาแล้ว)

5. แล้วตรวจวัดด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (Jusco V-630 spectrophotometer) เมื่อจับเวลาครบ 2 นาที

6. วิเคราะห์ Spectrum ที่ได้ด้วยโปรแกรม Spectra Analysis

3.1.3.2 การศึกษาจลนศาสตร์

เลือกโหมด Time Source Measurement และตั้งพารามิเตอร์ให้เป็นดังนี้

- Photometric Measurement: Abs.
- Response: Fast
- Wavelength: 500 nm.
- Start: 0 sec.
- End: 2500 sec.
- Data Pitch: 1 sec.

จากนั้นทำการทดลองตามลำดับต่อไปนี้

1. ปิเปตแอลกอฮอล์ (สารละลายมาตรฐานเอทานอล/สารละลายมาตรฐานเมทานอล) 0.2 มิลลิลิตร โดยในที่นี้เลือกใช้สารละลายทั้ง 2 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 และ 20 ปริมาตรต่อปริมาตร
2. เขย่าเป็นเวลา 30 วินาที (เริ่มจับเวลาหลังจากปล่อยสารละลายแอลกอฮอล์แล้ว)
3. แล้วตรวจวัดด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (Jusco รุ่น 6300) เมื่อจับเวลาครบ 1 นาที
4. วิเคราะห์ Spectrum ที่ได้ด้วย โปรแกรม Spectra Analysis

3.2 วิธีวิเคราะห์หาน้ำปริมาณน้อยในน้ำมันแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล

3.2.1 สารเคมีและอุปกรณ์

- Hydranal Coulomat AG-H
- Karl Fisher Titration (737 Metrohm™)
- Water Standead Reference Material, SRM1.0 % และ 0.1 %
- ตัวอย่างน้ำมันแก๊ส โซฮอล์ E10 จำนวน 3 ตัวอย่าง
- ตัวอย่างไบโอดีเซลจำนวน 2 ตัวอย่าง ได้แก่ B5 และ B100

3.2.2 วิธีวิเคราะห์หาน้ำปริมาณน้อยด้วยวิธี Coulometric Karl Fisher Titration

ได้ประยุกต์ใช้ตามวิธีมาตรฐานที่เสนอ โดยบริษัท Metrohm™

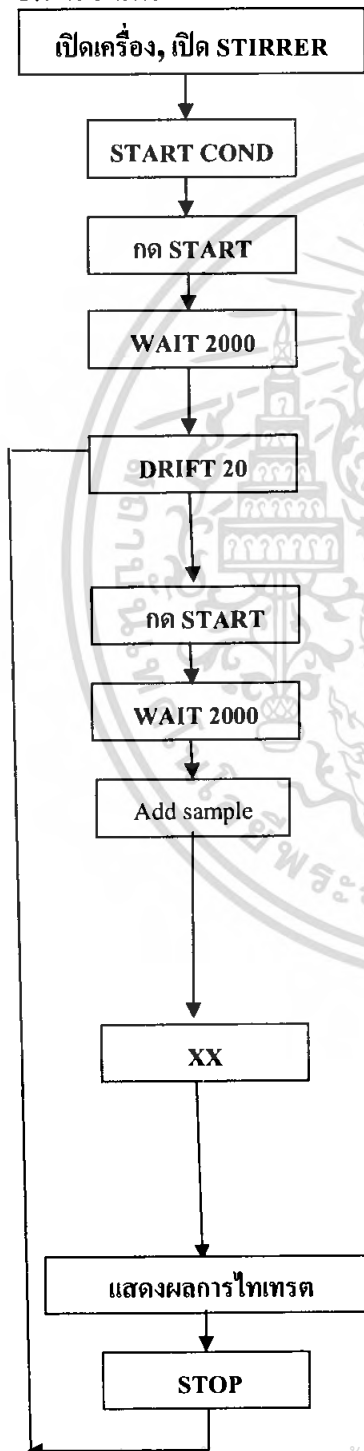
ตารางที่ 3.1 แสดงสถานะในการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาน้ำปริมาณน้อยด้วยวิธี Coulometric Karl Fisher Titration

Title	Water in diesel fuel and petrol (gasoline)
Summary	The water content of diesel fuel and petrol (gasoline) is determined according to Karl Fischer. Because of the low water content the determinations are carried out by coulometric titration.
Sample	Diesel fuel T105 Gasoline 313 and T51
Sample preparation	None
Instruments and Accessories	737 KF Coulometer, cell without diaphragm, 728 Magnetic Stirrer printer
Analysis	Fill ca. 100 mL Hydranal Coulomat AG-H into the cell and condition until the drift is steady and below 10 µg/min. Prior to each injection rinse the syringe with the sample solution. Inject 2...5 g sample into the cell (the exact sample mass is determined by difference weighing) and start the automatic determination Reagents: Hydranal Coulomat AG-H (Riedel-de Haen)
Results	Diesel T105: AVG(3)=94.3 +/- 2.3 ppm water Gasoline 313: AVG(3)=45.9 +/- 1.5 ppm water Gasoline T51: AVG(3)=108.8 +/- 3.5 ppm water
Setting	737 KF Coulometer smpl.req: on d.start 20 µg/min extr. 0 s stop drift: auto delay time 3 s report: full

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1. นำสารเคมีที่เป็น Karl Fischer reagent (Coulomat AG-H) ใส่ลงใน Titration vessel ให้ท่วม electrode ควรทิ้งไว้ 1 คืนเพื่อให้ได้ค่า drift ตามที่กำหนดไว้เร็วขึ้น
2. ตั้งพารามิเตอร์ตามสถานะดังแสดงในตารางที่ 3.1
3. การไทเทรต



ไฟสีเหลืองที่ "COND" กระพริบ รอประมาณครึ่ง ชั่วโมง ขึ้นกับปริมาณน้ำใน Vessel

ไฟสีเหลืองที่ "COND" หยุดนิ่ง ค่า Drift เป็นปริมาณน้ำของ blank เนื่องจากความชื้นในบรรยากาศ

นิตสารตัวอย่าง การ ไทเทรตจะเริ่มต้นอย่างอัตโนมัติ หลังจากเวลาที่ตั้งไว้ใน Setting ที่หน้าจอจะปรากฏ ID1

SAMPLE 100.0 mg **CONFIRM START**

: เมื่อหน้าจอปรากฏ CONFIRM START ให้กดตัวอย่างได้และ กด<ENTER>หรือกดต่อด้วย <START>

ระหว่างไทเทรตแสดงมวลของน้ำที่ถูกไทเทรต(มิลลิกรัม)

ขึ้นกับสารตัวอย่าง : ที่หน้าจอปรากฏ

WATER XXXX mg : มวลของน้ำที่ถูกไทเทรต

CONT. XXXX PPM : ปริมาณน้ำในตัวอย่าง

หน่วย ppm หรือเปอร์เซ็นต์

SAMPLE DATA mg : เปลี่ยนค่าน้ำหนักของตัวอย่างที่ฉีดเข้าไป

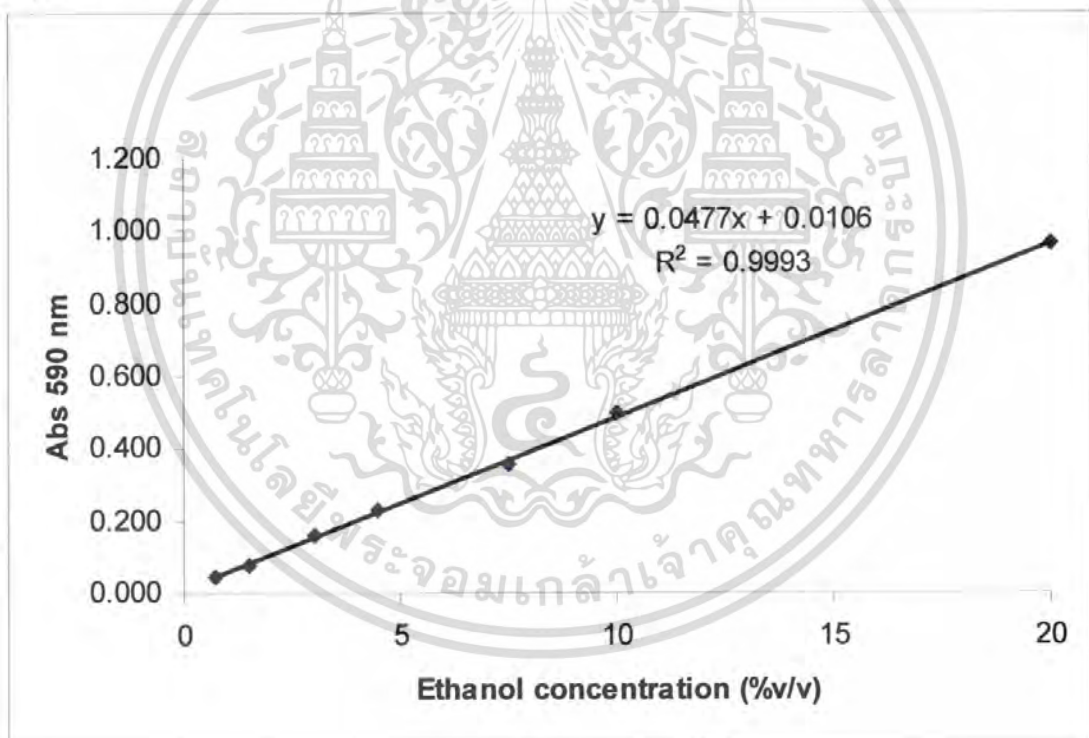
บทที่ 4

ผลการทดลองและ การอภิปรายผล

4.1 การศึกษาความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ด้วยปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์กับสารละลายไอโคโรเมต

4.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอล

ได้ทำการผสมระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล(ร้อยละ 0.75-20 ปริมาตรต่อปริมาตร) กับสารละลายไอโคโรเมตความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ที่เตรียมในสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 2 โมลาร์ แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร แล้วจึงสร้างกราฟมาตรฐานให้ผลการทดลองดังรูป 4.1



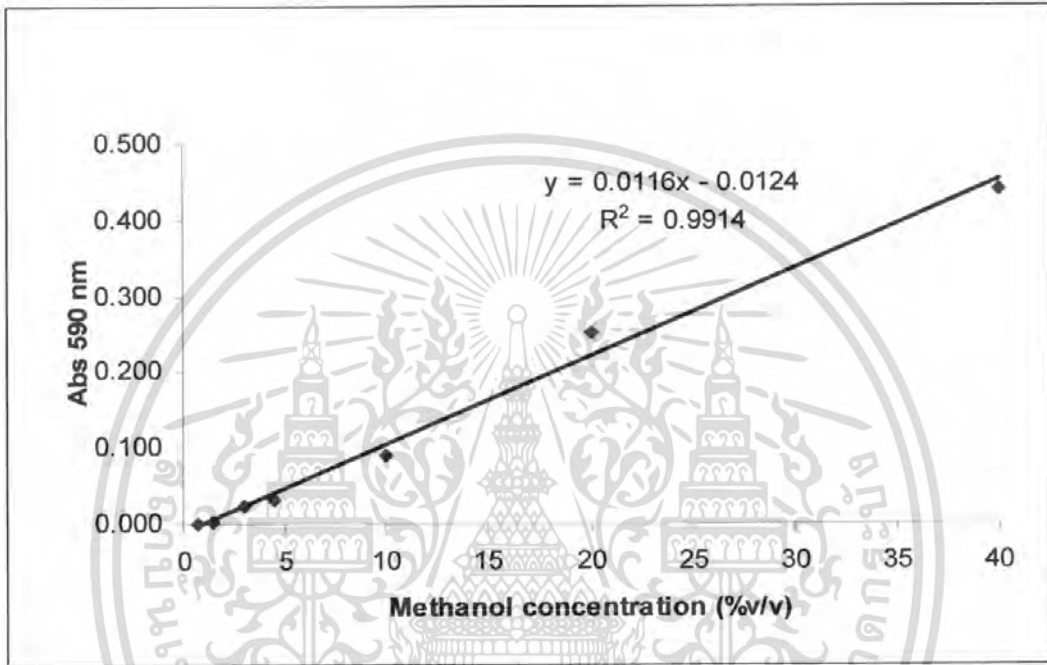
รูป 4.1 แสดงกราฟมาตรฐานของเอทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0.75-20 ปริมาตรต่อปริมาตร) เมื่อใช้สารละลายไอโคโรเมตเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 โมลาร์

กราฟมาตรฐานมีความเป็นเส้นตรงที่ดีดังนั้นปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายไอโคโรเมต สามารถมาใช้วิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณเมทานอล

ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับหัวข้อ 4.1.1 แต่เปลี่ยนมาใช้สารละลายมาตรฐานเมทานอล ความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0.75-40 ปริมาตรต่อปริมาตร) โดยที่ใช้ความเข้มข้นของสารละลายไดโครเมตและกรดซัลฟิวริกเท่ากับที่ใช้ในหัวข้อ 4.1.1 ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.2

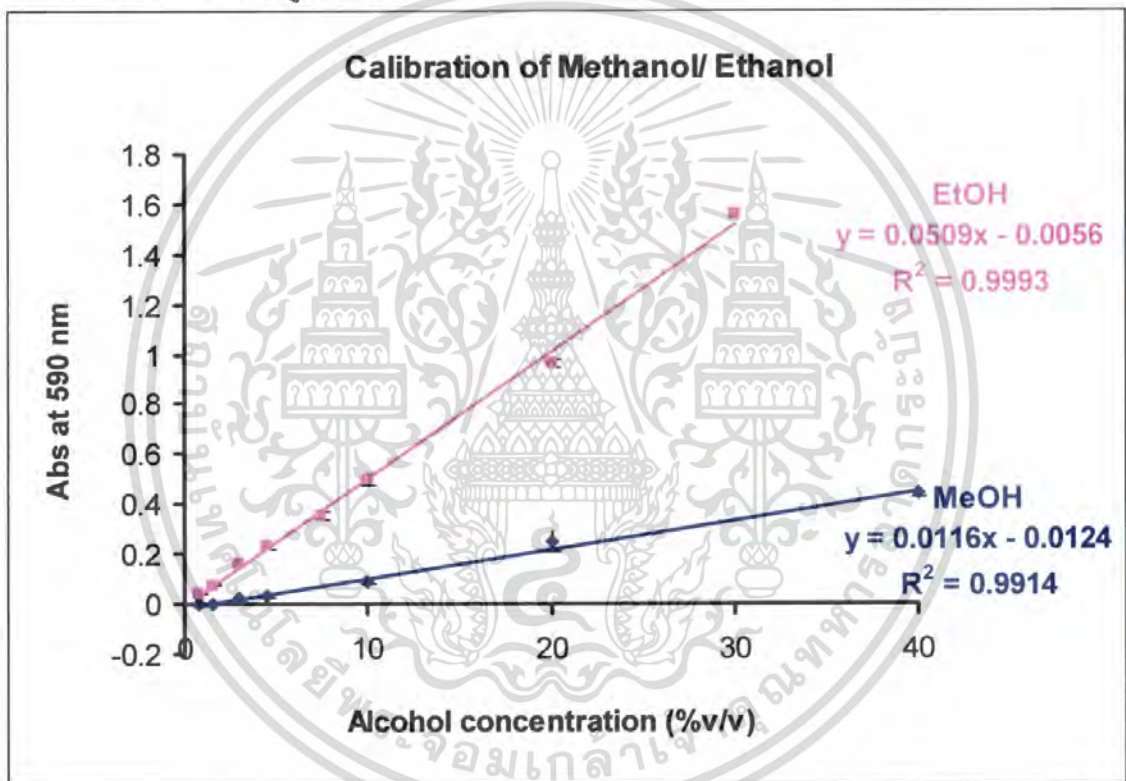


รูปที่ 4.2 แสดงกราฟมาตรฐานของเมทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0.75-40 ปริมาตรต่อปริมาตร) เมื่อใช้สารละลาย ไดโครเมตเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 โมลาร์

จากรูปที่ 4.2 พบว่ากราฟมาตรฐานมีความเป็นเส้นตรงที่น่าพอใจ แสดงว่าสามารถใช้ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเมทานอลกับสารละลายไดโครเมตในการวิเคราะห์เมทานอลได้

4.1.3 การเปรียบเทียบความไวในการวิเคราะห์ของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายไอโคโรเมต และ สารละลายมาตรฐานเมทานอลกับสารละลายไอโคโรเมต

เมื่อทำการเปรียบเทียบปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลหรือ สารละลายมาตรฐานเมทานอลกับสารละลายไอโคโรเมต (ใช้ความเข้มข้นของสารละลายไอโคโรเมตเท่ากัน) แอลกอฮอล์ชนิดใดจะให้ความไวในการวิเคราะห์ที่มากกว่ากัน (เมื่อทำการวัดที่เวลาเดียวกัน) ผลการทดลองแสดงได้ดังรูปที่ 4.3

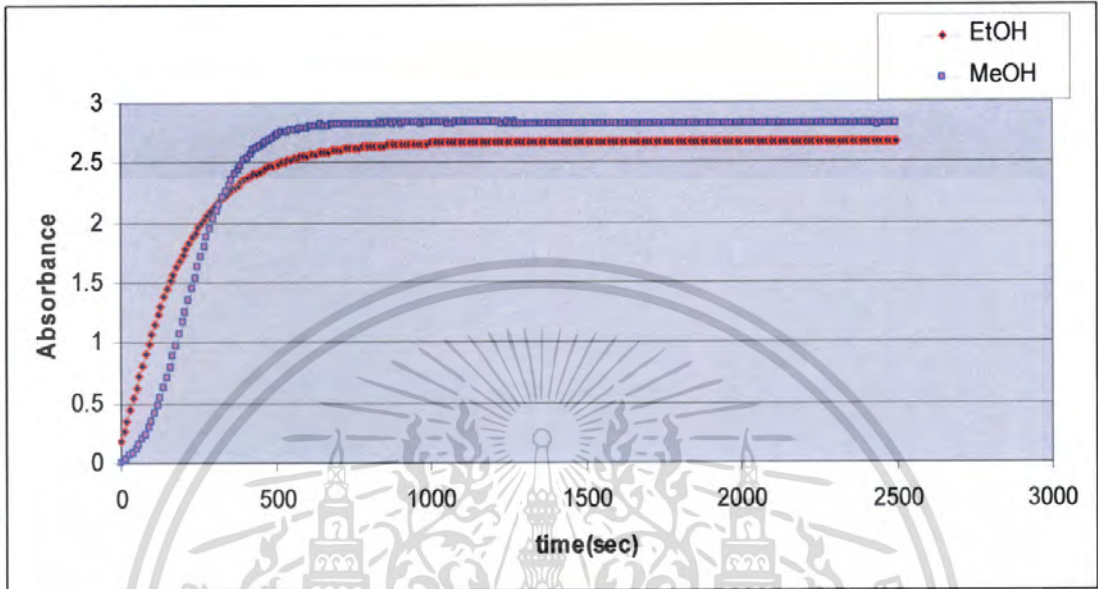


รูปที่ 4.3 แสดงความไวในการวิเคราะห์ของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลร้อยละ 0.75-30 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไอโคโรเมต และ สารละลายมาตรฐานเมทานอลร้อยละ 0.75-40 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไอโคโรเมต (โดยใช้ความเข้มข้นของไอโคโรเมต 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 โมลาร์)

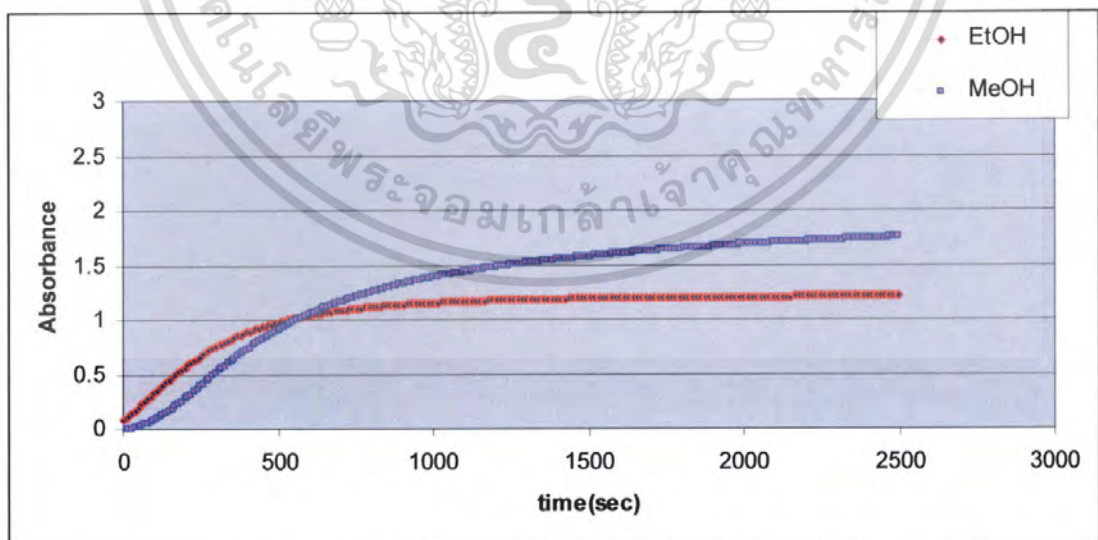
จะเห็นว่าสารละลายมาตรฐานเอทานอลมีความไวในการวิเคราะห์มากกว่า สารละลายมาตรฐานเมทานอลทั้งนี้อาจเป็นเพราะ สารละลายมาตรฐานเอทานอลมีกลไกการเกิดปฏิกิริยาที่เร็วกว่า สารละลายมาตรฐานเมทานอล

4.1.4 การวิเคราะห์จลนศาสตร์ของปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์กับไดโครเมต

ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 แสดงจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไดโครเมต และ สารละลายมาตรฐานเมทานอลร้อยละ 20 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไดโครเมต (โดยใช้ความเข้มข้นของไดโครเมต 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 โมลาร์)



รูปที่ 4.5 แสดงจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไดโครเมต และ สารละลายมาตรฐานเมทานอลร้อยละ 5 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไดโครเมต (โดยใช้ความเข้มข้นของไดโครเมต 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 โมลาร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าที่เวลาเดียวกัน(ช่วงก่อนถึงสมดุขของปฏิกิริยา) ค่าการดูดกลืนแสงของ สารละลายมาตรฐานเอทานอลสูงกว่าของสารละลายมาตรฐานเมทานอล แสดงว่าจลนศาสตร์ของ ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายไอโครเมต เกิดได้เร็วกว่าปฏิกิริยาระหว่าง สารละลายมาตรฐานเมทานอลกับสารละลายไอโครเมต จึงเป็นสาเหตุให้สารละลายมาตรฐานเอทานอลมีความไวในการวิเคราะห์มากกว่าสารละลายมาตรฐานเมทานอล



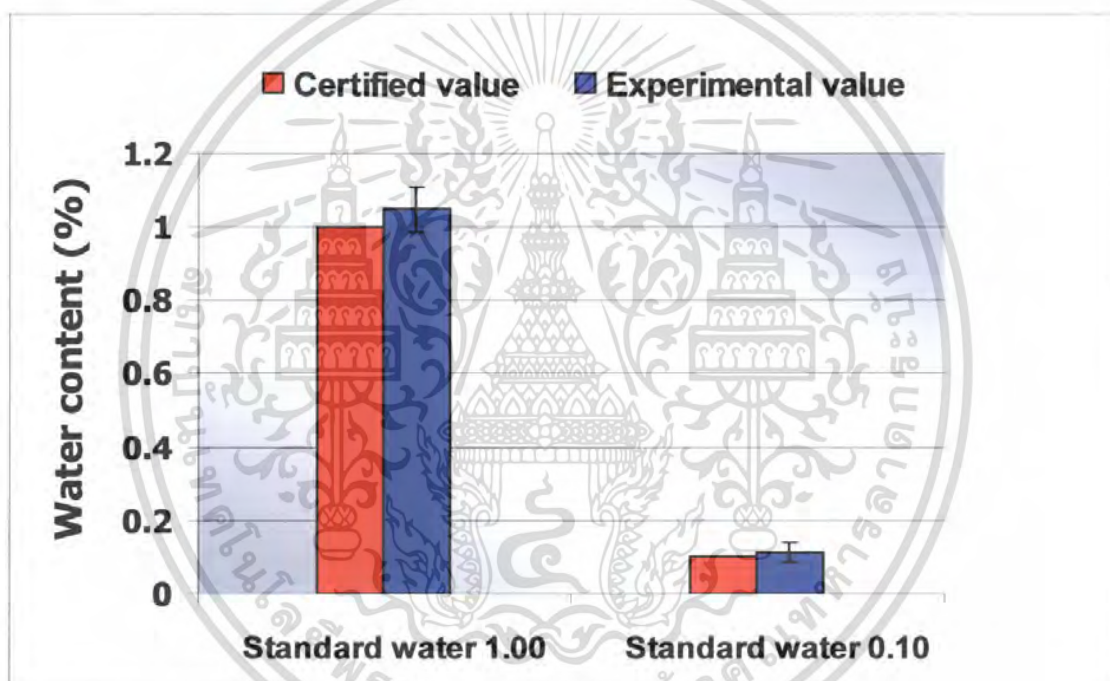
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์น้ำปริมาณน้อยในปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยวิธี Karl Fisher (KF)

Coulometric titration

4.2.1 การทดสอบความแม่นยำของวิธี

ทดสอบหาความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์น้ำด้วย KF Coulometry โดยใช้สารมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นของน้ำที่แน่นอน (Water Standard Reference Material, SRM) จำนวน 2 ความเข้มข้นคือ ที่ 1 % และ 0.1 % โดยใช้ปริมาตรเท่ากับ 100 ไมโครลิตร ได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.5

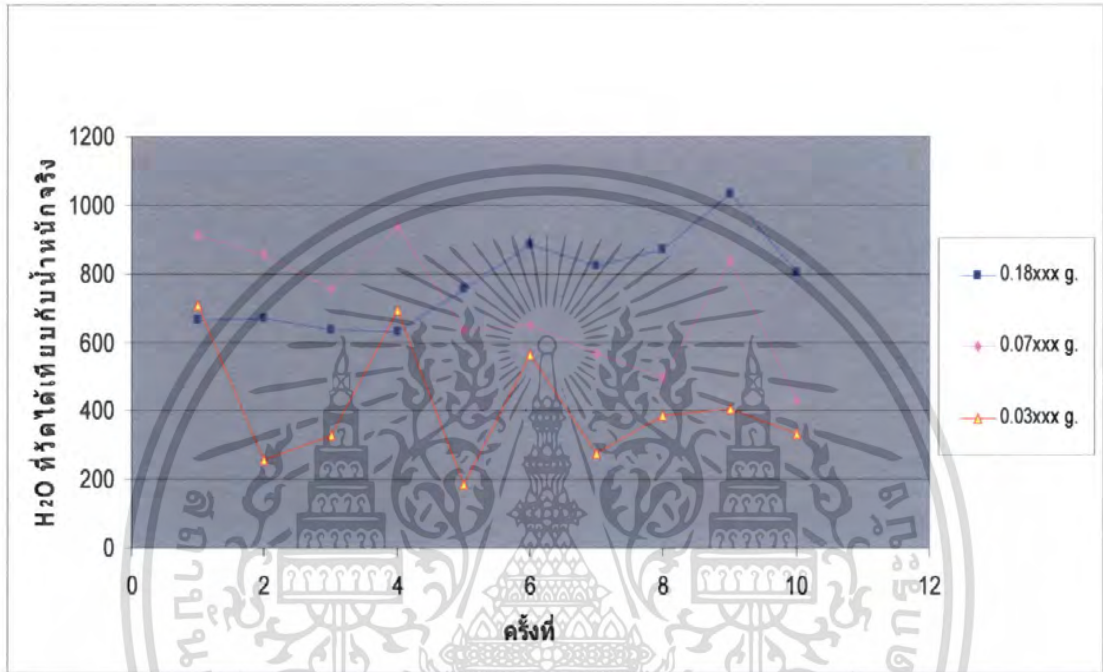


รูปที่ 4.5 แสดงปริมาณน้ำของ Water SRM ที่ระบุไว้กับที่วิเคราะห์ได้จริงด้วยวิธี KF Coulometric titration

พบว่าค่าที่วิเคราะห์ได้ใกล้เคียงกับค่าที่ระบุไว้ แสดงว่าวิธีที่พัฒนาขึ้นมานี้ มีความแม่นยำสามารถนำไปใช้ทดสอบหาน้ำปริมาณน้อยในน้ำมันเชื้อเพลิงได้

4.2.2 อิทธิพลของปริมาตรตัวอย่าง

ได้ทดลองซั่งตัวอย่างน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 ที่ปริมาตรต่างๆกัน เพื่อศึกษาน้ำหนักที่เหมาะสม ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงปริมาณน้ำในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (ปคท.) ที่น้ำหนักต่างๆกัน

ตารางที่ 4.1 แสดง %RSD ของปริมาณน้ำในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่น้ำหนักต่างๆ

น้ำหนักน้ำมันแก๊สโซฮอล์E10 (กรัม)	ปริมาตรน้ำมันแก๊สโซฮอล์E10 (ไมโครลิตร)	% RSD
0.18xxx	250	16.912
0.07xxx	100	23.749
0.03xxx	50	43.536

พบว่า ที่ปริมาตร 250 ไมโครลิตรให้ค่า %RSD น้อยที่สุด (16.9%) แต่เนื่องจากจะต้องใช้ปริมาณตัวอย่างมากเกินไป ซึ่งอาจมีแนวโน้มที่จะทำให้ น้ำในตัวอย่างนั้นทำปฏิกิริยากับ KF รีเอเจนต์ไม่หมดและยังเป็นการสิ้นเปลืองรีเอเจนต์ด้วย ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นการทดลองจึงจะใช้ที่ปริมาตร 50 และ 100 ไมโครลิตร เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การหาน้ำปริมาณน้อยในตัวอย่างแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล

ได้ประยุกต์ใช้วิธีที่พัฒนาในการวิเคราะห์หาน้ำที่ปนเปื้อนในตัวอย่างแก๊สโซฮอล์E10 จำนวน 3 ตัวอย่าง และตัวอย่างไบโอดีเซลจำนวน 2 ตัวอย่าง ได้แก่ B5 และ B100 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณน้ำที่ปนเปื้อนในตัวอย่างแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซลที่วิเคราะห์ได้

ตัวอย่าง	ปริมาณน้ำ (% wt/wt)	
	ค่ามากที่สุดที่ยอมรับให้มีได้ตามกฎหมาย	ค่าที่วิเคราะห์ได้ (mean \pm SD, n = 12)
Gasohol 1	0.7	0.089 \pm 0.002
Gasohol 2	0.7	0.019 \pm 0.009
Gasohol 3	0.7	0.180 \pm 0.009
Biodiesel B5	0.05	0.003 \pm 0.005
Biodiesel B100	0.05	0.160 \pm 0.003

พบว่าปริมาณน้ำในน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้ด้วยวิธี KF Coulometric titration ที่พัฒนาขึ้นมานั้นส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ แต่บางตัวอย่างมีค่าเกินกว่าเกณฑ์ที่กรมธุรกิจพลังงานกำหนดไว้ เนื่องจากตัวอย่างเชื้อเพลิงดังกล่าวที่นำมาวิเคราะห์เก็บไว้นานเกินไปทำให้ความชื้นจากบรรยากาศมีผลต่อค่าดังกล่าว ดังนั้นจึงจะทำการทดลองต่อไปกับตัวอย่างเชื้อเพลิงที่ใหม่

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 การศึกษาความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์เอทานอลและเมทานอลด้วยปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานแอลกอฮอล์กับสารละลายไดโครเมต

(1) มีแนวโน้มที่จะนำปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลและสารละลายไดโครเมตไปใช้วิเคราะห์หาปริมาณเอทานอล (ในแก๊สโซฮอล์) กับเมทานอล (ในไบโอดีเซล) ได้ อย่างไรก็ตาม ถ้าวิเคราะห์ในตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงจะต้องทำการสกัดเพื่อแยกแอลกอฮอล์ออกมาจากน้ำมันก่อน

(2) จลนศาสตร์ของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล กับสารละลายไดโครเมตเร็วกว่าเมื่อใช้สารละลายมาตรฐานเมทานอล ทำให้ความไวในการวิเคราะห์ของเอทานอลมากกว่า

5.2 การวิเคราะห์น้ำปริมาณน้อยในน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยวิธี KF Coulometric titration

(1) วิธี KF Coulometric titration ที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำที่จะนำไปใช้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงได้

(2) ตัวอย่างแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล ที่นำมาวิเคราะห์นั้นได้มาตรฐานในแง่ของปริมาณน้ำที่ตรวจพบเนื่องจากน้ำที่ตรวจพบส่วนมากมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์ แต่บางตัวอย่างมีค่าเกินกว่าเกณฑ์ที่กรมธุรกิจพลังงานกำหนดไว้ เนื่องจากตัวอย่างเชื้อเพลิงดังกล่าวที่นำมาวิเคราะห์เก็บไว้นานเกินไปทำให้ความชื้นจากบรรยากาศมีผลต่อค่าดังกล่าว ดังนั้นจึงจะทำการทดลองต่อไปกับตัวอย่างเชื้อเพลิงที่ใหม่

บรรณานุกรม

รศ. อรุณี คงศักดิ์ไพศาล เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 1 ภาควิชาเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รศ.อรุณี คงศักดิ์ไพศาล เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการการประยุกต์ใช้เครื่องมือเคมีวิเคราะห์ 1 ภาควิชาเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

http://www.barascientific.com/bscnews/forum/Biodiesel/biodiesel_2.php ,

<http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=351> ,

<http://www.filterinternational.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=329488&Ntype=3> ,

<http://www.ist.cmu.ac.th/riscat/nl/2004/10/05.php> ,

<http://www.knowledge.eduzones.com/knowledge-2-5-37230.html> ,

http://www.papang.com/wizContent.asp?wizConID=62&txtmMenu_ID=40 ,

<http://www.spectronic.co.uk/uv-vis-spectrophotometers/m550.htm> ,

<http://www.sudipan.net/phpBB2/viewtopic.php?p=12005> ,

MetrohmTM Application Bulletin 137/3 e Coulometric water determination according to Karl Fischer

MetrohmTM KF Application Note No. K-14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ก.1 ผลการวิเคราะห์การศึกษาความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ด้วยปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์กับสารละลายไดโครเมต

ก.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอล

ตารางที่ ก.1.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลและสารละลายไดโครเมต

สารละลาย มาตรฐาน เอทานอล (%v/v)	ค่าการดูดกลืนแสงเมื่อวัดที่ 590 nm			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3		
0.75	0.043	0.049	0.041	0.044	0.004
1.5	0.076	0.075	0.080	0.077	0.003
3	0.158	0.162	0.162	0.161	0.002
4.5	0.216	0.245	0.229	0.230	0.015
7.5	0.335	0.362	0.366	0.354	0.017
10	0.474	0.504	0.518	0.499	0.022
20	0.98	0.956	0.950	0.962	0.016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณเมทานอล

ตารางที่ ก.1.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเมทานอลและสารละลายไดโครเมต

สารละลาย มาตรฐาน เมทานอล (%v/v)	ค่าการดูดกลืนแสงเมื่อวัดที่ 590 nm			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
0.75	0.005	-0.003	-0.004	-0.001	0.005
1.5	0.004	0.001	0.001	0.002	0.002
3	0.034	0.014	0.020	0.023	0.010
4.5	0.041	0.033	0.024	0.032	0.009
10	0.081	0.089	0.102	0.091	0.011
20	0.233	0.296	0.223	0.251	0.040
40	0.445	0.445	0.429	0.440	0.009

ตัวอย่าง การคำนวณของสารละลายมาตรฐานเอทานอลความเข้มข้น 0.75 %v/v

คำนวณค่าเฉลี่ยของค่าการดูดกลืนแสง

จาก
$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{0.043 + 0.049 + 0.041}{3}$$

$$= 0.044$$

คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการดูดกลืนแสง

จาก
$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0.043 - 0.044)^2 + (0.049 - 0.044)^2 + (0.041 - 0.044)^2}{3}}$$

$$= 0.004$$

*สารละลายมาตรฐานเอทานอลและสารละลายมาตรฐานเมทานอลที่ความเข้มข้นอื่นๆ คำนวณ

เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 ผลการวิเคราะห์น้ำปริมาณน้อยในปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยวิธี Karl Fisher (KF)

ก.2.1 การทดสอบความแม่นยำของวิธี

ตารางที่ ก.2.1.1 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นของน้ำที่แน่นอน (SRM) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตรต่อปริมาตร จำนวน 100 ไมโครลิตร

ครั้งที่	น้ำหนัก Water Standard Reference Material 0.1 % ที่ชั่งได้(เมื่อฉีดที่ 100 ไมโครลิตร)		น้ำหนัก ตัวอย่างสุทธิ ที่ฉีด(กรัม)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ สาร 100 มิลลิกรัม (ppm.)	น้ำที่วัดได้เทียบ กับน้ำหนักจริง (%)
	ก่อนฉีด	หลังฉีด			
1	16.87275	16.78564	0.08711	76.5	0.1135
2	16.87273	16.78502	0.08771	67.0	0.1395
3	16.87210	16.78492	0.08718	99.0	0.1
4	16.86987	16.78457	0.08530	136.4	0.10003
5	16.87276	16.78477	0.08799	88.0	0.1298
6	16.87136	16.78470	0.08666	87.0	0.1622
7	16.87092	16.78389	0.08703	113.0	0.1144
8	16.87115	16.78423	0.08692	141.0	0.112
9	16.87143	16.78491	0.08652	112.6	0.124
10	16.87189	16.78531	0.08658	156.0	0.0769
11	16.87217	16.78556	0.08661	97.0	0.0763
12	16.87117	16.78424	0.08693	143.0	0.1081

ค่าเฉลี่ย = 0.113061

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.024384

% RSD = 21.56757

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณปริมาตรน้ำเฉลี่ย ทำเช่นเดียวกับข้อ ก.1

คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำเช่นเดียวกับข้อ ก.1

คำนวณร้อยละของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของค่าการดูดกลืนแสง

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad \%RSD &= \frac{SD}{\bar{X}} \times 100 \\ &= \frac{0.0244 \times 100}{0.113} \\ &= 21.568 \end{aligned}$$

การคำนวณ T-test ของ SRM. น้ำที่ความเข้มข้น 0.1 %

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad T_{\text{cal}} &= \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}} \\ &= \frac{0.11 - 0.1}{0.0244 / 3.464} \\ &= 1.429 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น จากการเปิด T_{table} จะเท่ากับ 3.11 แสดงว่าค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่าไม่แตกต่างกับค่าที่ระบุไว้ในสารมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นของน้ำที่แน่นอน (Water Standard Reference Material, SRM) ที่ความเข้มข้น 0.1 % ที่ระดับนัยสำคัญ 99.5 %

ตารางที่ ก.2.1.2 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นของน้ำที่แน่นอน (SRM) ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 ปริมาตรต่อปริมาตร จำนวน 100 ไมโครลิตร

ครั้งที่	น้ำหนัก Water Standard Reference Material 1.0 % ที่ชั่งได้(เมื่อฉีดที่ 100 ไมโครลิตร)		น้ำหนัก ตัวอย่างสุทธิ ที่ฉีด(กรัม)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ สาร 100 มิลลิกรัม (ppm.)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ น้ำหนักจริง (%)
	ก่อนฉีด	หลังฉีด			
1	16.88460	16.78467	0.09993	1060	1.061
2	16.87405	16.78458	0.08947	1000	1.117
3	16.87322	16.78348	0.08974	1010	1.125
4	16.88458	16.78381	0.10077	1020	1.011
5	16.88463	16.78388	0.10075	1020	1.011
6	16.88542	16.78525	0.10017	1049	1.027
7	16.88684	16.78510	0.10174	939	0.923
8	16.87445	16.78448	0.08999	935	1.057
9	16.88420	16.78440	0.09980	1070	1.072
10	16.88519	16.78446	0.10073	1110	1.102
11	16.88470	16.78482	0.09988	967	0.967
12	16.88481	16.78465	0.10016	1100	1.097

ค่าเฉลี่ย = 1.0475

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.061935

% RSD = 5.912622

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณปริมาตรน้ำเฉลี่ย ทำเช่นเดียวกับข้อ ก.1

คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำเช่นเดียวกับข้อ ก.1

คำนวณร้อยละของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของค่าการดูดกลืนแสง ทำเช่นเดียวกับข้อ ก.2

การคำนวณ T-test ของ SRM. น้ำที่ความเข้มข้น 1.0 %

$$\begin{aligned} \text{จาก } T_{\text{cal}} &= \frac{X - \mu}{S / \sqrt{n}} \\ &= \frac{1.05 - 1.0}{0.0619 / 3.464} \\ &= 2.79 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น จากการเปิด T_{table} จะเท่ากับ 3.11 แสดงว่าค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่าไม่แตกต่างกับค่าที่ระบุไว้ในสารมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นของน้ำที่แน่นอน (Water Standard Reference Material, SRM) ที่ ความเข้มข้น 1.0 % ที่ระดับนัยสำคัญ 99.5 %

ก.2.2 อิทธิพลของปริมาตรตัวอย่าง

ตารางที่ ก.2.2.1 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดน้ำมันแก๊สโซฮอล์จำนวน 250 ไมโครลิตร

ครั้งที่	น้ำหนักน้ำมันที่ชั่งได้ (เมื่อฉีดที่ 250 ไมโครลิตร)		น้ำหนัก ตัวอย่างสุทธิ ที่ฉีด(กรัม)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ สาร 100 มิลลิกรัม	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ น้ำหนักจริง (ppm.)
	ก่อนฉีด	หลังฉีด			
1	16.96819	16.77982	0.18837	0.125	663.4
2	16.96940	16.78037	0.18903	0.128	671.2
3	16.96989	16.78058	0.18931	0.120	633.9
4	16.96947	16.78044	0.18903	0.119	629.6
5	16.97118	16.78043	0.19075	0.114	754.7
6	16.97133	16.78055	0.19078	0.169	885.7
7	16.97000	16.78045	0.18955	0.154	822.8
8	16.96995	16.78041	0.18954	0.165	870.2
9	16.96935	16.78043	0.18892	0.195	1032.3
10	16.97108	16.78087	0.19021	0.153	804.4

ค่าเฉลี่ย = 776.820

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 131.372

% RSD = 16.912

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.2.2 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดน้ำมันแก๊สโซฮอล์จำนวน 100 ไมโครลิตร

ครั้งที่	น้ำหนักน้ำมันที่ชั่งได้ (เมื่อฉีดที่ 100 ไมโครลิตร)		น้ำหนัก ตัวอย่างสุทธิ ที่ฉีด(กรัม)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ สาร 100 มิลลิกรัม	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ น้ำหนักจริง (ppm.)
	ก่อนฉีด	หลังฉีด			
1	16.85730	16.78007	0.07723	0.07040	911.9
2	16.85904	16.78155	0.07749	0.06650	858.0
3	16.85766	16.78150	0.07616	0.05740	753.2
4	16.85973	16.78207	0.07766	0.07270	935.6
5	16.85785	16.78192	0.07593	0.04840	637.6
6	16.85793	16.78003	0.07590	0.04920	648.2
7	16.85856	16.78222	0.07634	0.04350	570.1
8	16.85865	16.78211	0.07654	0.05006	499.3
9	16.85695	16.78176	0.07519	0.06060	835.8
10	16.85668	16.78176	0.07492	0.03220	429.9

ค่าเฉลี่ย = 708.000

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 168.136

% RSD = 23.749

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.2.3 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดน้ำมันแก๊สโซฮอล์จำนวน 50 ไมโครลิตร

ครั้งที่	น้ำหนักน้ำมันที่ซ่งได้ (เมื่อฉีดที่ 50 ไมโครลิตร)		น้ำหนักตัวอย่าง สุทธิที่ฉีด(กรัม)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ สาร 100 มิลลิกรัม	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ น้ำหนักจริง (ppm.)
	ก่อนฉีด	หลังฉีด			
1	16.82350	16.78172	0.04133	0.0292	707.0
2	16.81886	16.78175	0.03711	0.0106	258.7
3	16.81926	16.78201	0.03725	0.0203	329.7
4	16.81985	16.78201	0.03784	0.0262	691.2
5	16.82024	16.78206	0.03818	0.0072	188.4
6	16.81970	16.78199	0.03771	0.0213	564.9
7	16.81947	16.78196	0.03751	0.0104	277.3
8	16.81939	16.78210	0.03729	0.0144	386.0
9	16.82027	16.78211	0.03816	0.0156	408.3
10	16.81956	16.78223	0.03733	0.0125	335.1
ค่าเฉลี่ย				=	414.700
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				=	180.525
% RSD				=	43.536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2.3 การหาน้ำปริมาณน้อยในตัวอย่างแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล

ตารางที่ ก.2.3.1 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อน้ำนํ้ามันแก๊สโซฮอล์ตัวอย่างที่ 1 จำนวน 50 ไมโครลิตร

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักน้ำมันที่ชั่งได้ (เมื่อน้ำที่ 50 ไมโครลิตร)		น้ำหนัก ตัวอย่าง สุทธิที่ฉีด (กรัม)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ สาร 100 มิลลิกรัม (ppm)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ น้ำหนักจริง (% หรือ ppm.)
		ก่อนฉีด	หลังฉีด			
Gasohol 1	1	16.82282	16.78410	0.03872	357	0.09224 %
	2	16.82110	16.78295	0.03817	276	0.07225 %
	3	16.82480	16.78290	0.04190	431	0.10280 %
	4	16.82203	16.78269	0.03934	324	0.08244 %
	5	16.82374	16.78411	0.03963	332	0.08383 %
	6	16.82127	16.78255	0.03872	312	0.08062 %
	7	16.82151	16.78290	0.03861	392	0.10150 %
	8	16.82258	16.78324	0.03934	333	0.08473 %
	9	16.82326	16.78339	0.03987	362	0.09072 %
	10	16.82252	16.78327	0.03925	333	0.08473 %
	11	16.82265	16.78378	0.03887	372	0.09562 %
	12	16.82356	16.78393	0.03963	379	0.09570 %

ค่าเฉลี่ย = 0.0889

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.009

% RSD = 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.3.2 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดน้ำมันแก๊สโซฮอล์ตัวอย่างที่ 2 จำนวน 50 ไมโครลิตร

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักน้ำมันที่ซังได้ (เมื่อฉีดที่ 50 ไมโครลิตร)		น้ำหนัก ตัวอย่าง สุทธิที่ฉีด (กรัม)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ สาร 100 มิลลิกรัม (ppm)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ น้ำหนักจริง (% หรือ ppm.)
		ก่อนฉีด	หลังฉีด			
Gasohol 2	1	16.82109	16.78227	0.03882	696	0.1793 %
	2	16.82075	16.78206	0.03869	690	0.1782 %
	3	16.82122	16.78273	0.03849	681	0.1768 %
	4	16.82089	16.78224	0.03865	691	0.1785 %
	5	16.82138	16.78230	0.03908	701	0.1792 %
	6	16.82096	16.78243	0.03853	706	0.1833 %
	7	16.82081	16.78182	0.03899	709	0.1817 %
	8	16.82132	16.78203	0.03929	724	0.1842 %
	9	16.82118	16.78196	0.03922	700	0.1785 %
	10	16.82103	16.78198	0.03905	726	0.1856 %
	11	16.82154	16.78283	0.03871	684	0.1767 %
	12	16.82143	16.78226	0.03917	699	0.1783 %
ค่าเฉลี่ย					=	0.1800
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					=	0.003
% RSD					=	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.3.3 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดน้ำมันแก๊สโซฮอล์ตัวอย่างที่ 3 จำนวน 50 ไมโครลิตร

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักน้ำมันที่ซังได้ (เมื่อฉีดที่ 100 ไมโครลิตร)		น้ำหนัก ตัวอย่าง สุทธิที่ฉีด (กรัม)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ สาร 100 มิลลิกรัม (ppm)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ น้ำหนักจริง (% หรือ ppm.)
		ก่อนฉีด	หลังฉีด			
Gasohol 3	1	16.82128	1.78280	0.03848	77	0.02000 %
	2	16.82100	1.78220	0.03880	55	0.01417 %
	3	16.82095	1.78244	0.03851	55	0.01428 %
	4	16.82126	1.78347	0.03779	61	0.01613 %
	5	16.82037	1.78203	0.03834	87	0.02271 %
	6	16.82266	1.78402	0.03864	89	0.02305 %
	7	16.82187	1.78329	0.03858	39	0.01010 %
	8	16.82096	1.78261	0.03835	66	0.01718 %
	9	16.82081	1.78301	0.03780	66	0.01746 %
	10	16.82107	1.78333	0.03774	82	0.02175 %
	11	16.82057	1.78274	0.03783	93	0.02460 %
	12	16.82146	1.78302	0.03844	94	0.02447 %
ค่าเฉลี่ย					=	0.0188
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					=	0.005
% RSD					=	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.3.4 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดน้ำมันไบโอดีเซล B5 จำนวน 50 ไมโครลิตร

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักน้ำมันที่ซั่งได้ (เมื่อฉีดที่ 100 ไมโครลิตร)		น้ำหนัก ตัวอย่าง สุทธิที่ฉีด (กรัม)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ สาร 100 มิลลิกรัม (ppm)	น้ำที่วัดได้ เทียบกับ น้ำหนักจริง (% หรือ ppm.)
		ก่อนฉีด	หลังฉีด			
Biodiesel B5	1	16.86722	16.78373	0.08349	0	0 %
	2	16.86748	16.78409	0.08339	0	0 %
	3	16.86703	16.78388	0.08315	12	0.00144 %
	4	16.86648	16.78356	0.08292	0	0 %
	5	16.86695	16.78366	0.08329	37	0.00444 %
	6	16.86760	16.78357	0.08409	42	0.00499 %
	7	16.86741	16.78346	0.08395	23	0.00273 %
	8	16.86707	16.78353	0.08354	12	0.00143 %
	9	16.86685	16.78341	0.08344	0	0 %
	10	16.86766	16.78318	0.08448	23	0.00272 %
	11	16.86695	16.78348	0.08347	0	0 %
	12	16.86762	16.78373	0.08389	12	0.00143 %
ค่าเฉลี่ย					=	0.0027
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					=	0.002
% RSD					=	109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้