

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำมันแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล



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

b. 12213238
i.....

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์
ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Method Development for Quality Control of Gasohol and Biodiesel



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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|-----------------------------------|---|--------------------|
| 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

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

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

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

ขอขอบพระคุณ คุณสุรินทร์ เหล่าพระจันทร์ ที่ช่วยดูแลเรื่องการใช้เครื่องยูวีสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และ คุณสุภัทร บานเย็น ที่ช่วยดูแลเรื่องการใช้เครื่องคาร์ลฟีเซอร์ ให้การทำงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องธุรการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี รวมทั้งแม่บ้านที่ได้คอยให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในทุกๆด้าน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติ พี่น้อง และเพื่อนๆรวมถึงรุ่นพี่รุ่นน้องทุกๆคนที่ให้กำลังใจ และช่วยเหลือในทุกๆด้านจนโครงการพิเศษนี้สำเร็จในที่สุด นอกจากนี้ บุคคลที่มีส่วนช่วยที่มิได้แก่กรรมาฯ ที่นี้ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาวพรรณทิพา สาริกภูติ

นางสาวสินี วัชรเกียรติ

สารบัญ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 Fischer ที่ใช้ | 10 |
| รูปที่ 2.5 Reagent (AG-H) ที่ใช้ | 10 |
| รูปที่ 4.1 แสดงกราฟมาตรฐานของเอทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0.75-20 ปริมาตรต่อปริมาตร) เมื่อใช้สารละลายไอโครเมต เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 โมลาร์ | 18 |
| รูปที่ 4.2 แสดงกราฟมาตรฐานของเมทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0.75-40 ปริมาตรต่อปริมาตร) เมื่อใช้สารละลายไอโครเมต เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 โมลาร์ | 19 |
| รูปที่ 4.3 แสดงความไวในการวิเคราะห์ของปฏิกิริยาระหว่าง สารละลายมาตรฐานเอทานอลร้อยละ 0.75-20 ปริมาตรต่อปริมาตร กับสารละลายไอโครเมต และ สารละลายมาตรฐานเมทานอล ร้อยละ 0.75-40 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไอโครเมต (โดยใช้ความเข้มข้นของไอโครเมต 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 โมลาร์) | 20 |
| รูปที่ 4.4 แสดงจุดนาศาสตร์ของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 0.75-20 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไอโครเมต และสารละลายมาตรฐานเมทานอลร้อยละ 0.75-40 ปริมาตรต่อปริมาตรกับ สารละลายไอโครเมต (โดยใช้ความเข้มข้นของไอโครเมต 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 โมลาร์) | 21 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 4.5 แสดงจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไดโครเมต และสารละลายมาตรฐานเมทานอลร้อยละ 5 ปริมาตรต่อปริมาตรกับ สารละลายไดโครเมต (โดยใช้ความเข้มข้นของไดโครเมต 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 โมลาร์) | 21 |
| รูปที่ 4.6 แสดงปริมาณน้ำในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (ปดท.) ที่ปริมาตรต่าง ๆ กัน | 24 |
| รูปที่ 4.7 แสดงปริมาณน้ำที่ปนเปื้อนในตัวอย่างแก๊สโซฮอล์ (A) และ ไบโอดีเซล (B) ที่วิเคราะห์ได้ | 25 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 หรือที่เรียกว่า MTBE สำหรับการผลิตเอทานอลนั้น ได้จากผลิตผลทางการเกษตร เช่น อ้อย มันสำปะหลัง กากน้ำตาล เป็นต้น ประโยชน์ของการใช้ สามารถช่วยลดปริมาณมลพิษของท่อไอเสีย โดยลดปริมาณไฮโดรคาร์บอน และคาร์บอนมอนอกไซด์ลงร้อยละ 20-25 โดยผู้ใช้แก๊สโซฮอล์ไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ใหม่ สำหรับหน่วยงานที่ดูแลเรื่องเอทานอล คือ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน คณะกรรมการโครงการเอทานอล-ไบโอดีเซลในคณะกรรมการพลังงานสภาผู้แทนราษฎร หรือสำนักงานเอทานอลแห่งชาติ เป็นต้นสมบัติของน้ำมันแก๊สโซฮอล์

น้ำมันแก๊สโซฮอล์ส่วนใหญ่ที่จำหน่ายในประเทศไทย มีค่าออกเทน 95 (สีส้ม) มีคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพเป็นไปตามข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของกรมธุรกิจพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทรวงพลังงาน สามารถใช้ได้กับรถยนต์ทุกรุ่นตามที่ถูกผลิตแนะนำโดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตไบโอดีเซล

ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชหรือไขสัตว์ 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 แสดงปฏิกิริยาการเกิดน้ำมัน ไบโอดีเซล

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

ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรมฯ พ.ศ. 2548

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

คุณลักษณะที่สำคัญของน้ำมันดีเซลปาล์ม (บริสุทธิ์) ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล ตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน ได้แก่

- ค่าซีเทนไม่ต่ำกว่า 47 บ่งชี้ถึงคุณภาพในการต้านทานการน็อก หรือความสามารถที่จะเผาไหม้โดยปราศจากการน็อกในเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 การใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี เป็นวิธีตามมาตรฐาน EN 14110: 2003 ซึ่งถึงจะให้ผลวิเคราะห์ที่แม่นยำแต่ใช้เวลาวิเคราะห์นาน อีกทั้งเครื่องมือยังมีราคาแพงอีกด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์เอทานอลและเมทานอลด้วยวิธีที่ง่ายกว่าการใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี โดยเสนอวิธีให้เอทานอลหรือเมทานอลทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต แล้วจึงตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในช่วงวิสิเบิล

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 และมุ่งหวังที่จะได้วิธีที่ถูกต้องและแม่นยำเพื่อใช้วัดปริมาณน้อยในตัวอย่งน้ำมันแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

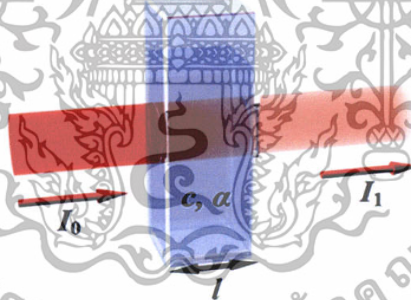
2.1 หลักการ UV-VIS Spectrophotometer (ใช้สำหรับวัดเอทานอลในแก๊สโซฮอล์และเมทานอลในไบโอดีเซล)

หลักสำคัญคือสารที่ต้องการหาปริมาณจะต้องมีสีหรือสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วทำให้เกิดสารที่มีสี เทคนิคทางยูวี-วิซิเบิลสเปกโทรสโกปีเป็นเทคนิคการดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อาศัยการดูดกลืนแสงโดยโมเลกุล ซึ่งเป็นการวัดอัตราส่วนของลำแสงที่ทะลุออกจากสารละลายต่อลำแสงที่ตกกระทบ แสง UV-Visible จัดอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

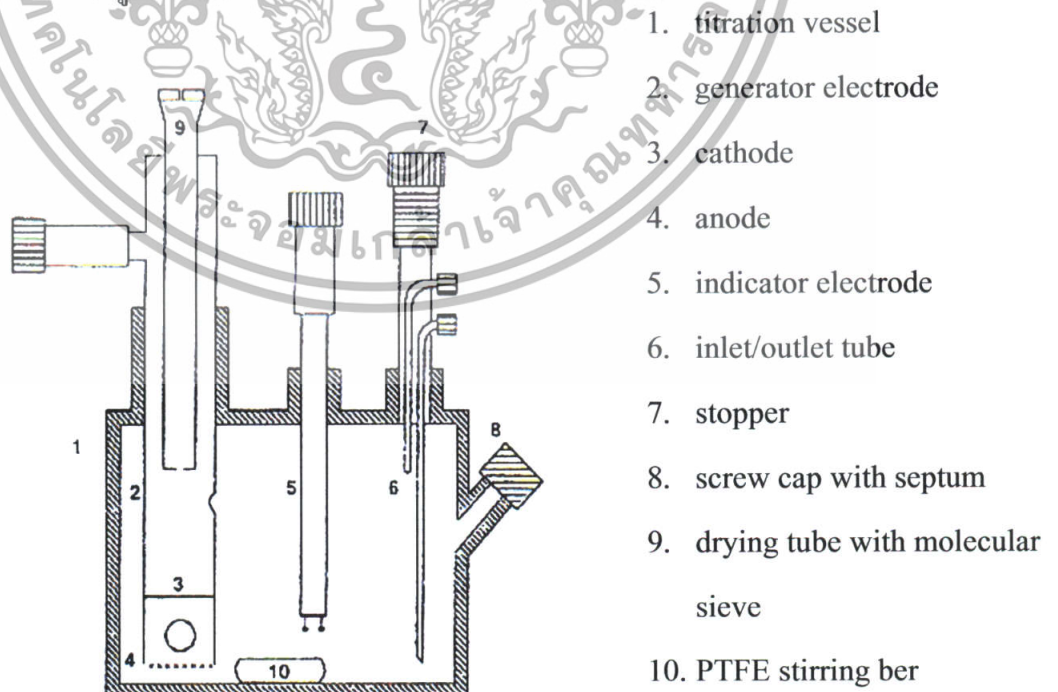


รูปที่ 2.2 เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer

2.2 หลักการ Karl Fischer (KF) ใช้สำหรับวัดน้ำปริมาณน้อยในแก๊สโซลด์และไบโอดีเซล

2.2.1 Coulometric titration

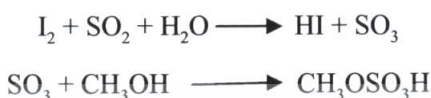
ในโครงการนี้จะวิเคราะห์หาน้ำปริมาณน้อยโดยใช้เครื่อง 737 Metrohm™ Coulometric titration ซึ่งสามารถวัดได้ละเอียดในช่วง 10 ไมโครกรัม - 200 มิลลิกรัมของน้ำ โดยตัวเครื่องมีส่วนประกอบแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของเครื่อง KF Coulometric titration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องนี้อาศัยหลักการทำงาน คือ ให้ศักย์ไฟฟ้าแก่ generator electrode ซึ่งประกอบด้วย ขั้วแอโนดและแคโทด โดย generator electrode จะทำให้ไอโอดีน (I) ซึ่งมีอยู่ใน KF reagent ถูก ออกซิไดส์ที่ขั้วแอโนด ไปเป็นไอโอดีน (I₂) 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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.1 แสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ โครงการพิเศษ

| 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 30C 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ใส่ลงในปิเปกอร์ขนาด 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ที่ได้ด้วยโปรแกรม 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 %

- ตัวอย่างน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 จำนวน 3 ตัวอย่าง

- ตัวอย่างไบโอดีเซลจำนวน 2 ตัวอย่าง ได้แก่ B5 และ B100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วิธีวิเคราะห์หาน้ำปริมาณน้อยด้วยวิธี Coulometric Karl Fisher Titration

ได้ประยุกต์ใช้ตามวิธีมาตรฐานที่เสนอ โดยบริษัท Metrohm™

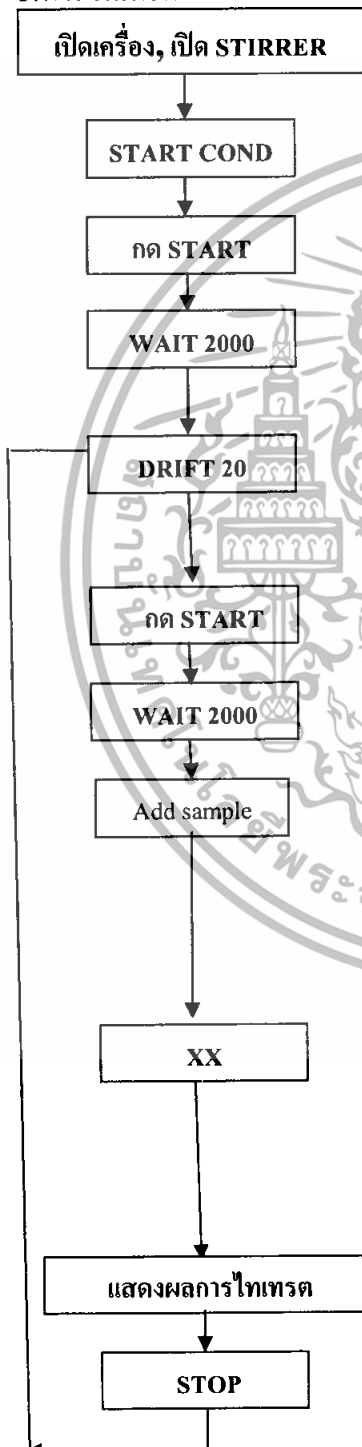
ตารางที่ 3.1 แสดงสถานะในการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาน้ำปริมาณน้อยด้วยวิธี Coulometric Karl Fisher Titration

| | |
|-----------------------------|---|
| 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 smp1.req: on d.start 20 µg/min extr. 0 s stop drift: auto delay time 3 s report: full |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 รอบประมาณครึ่ง 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

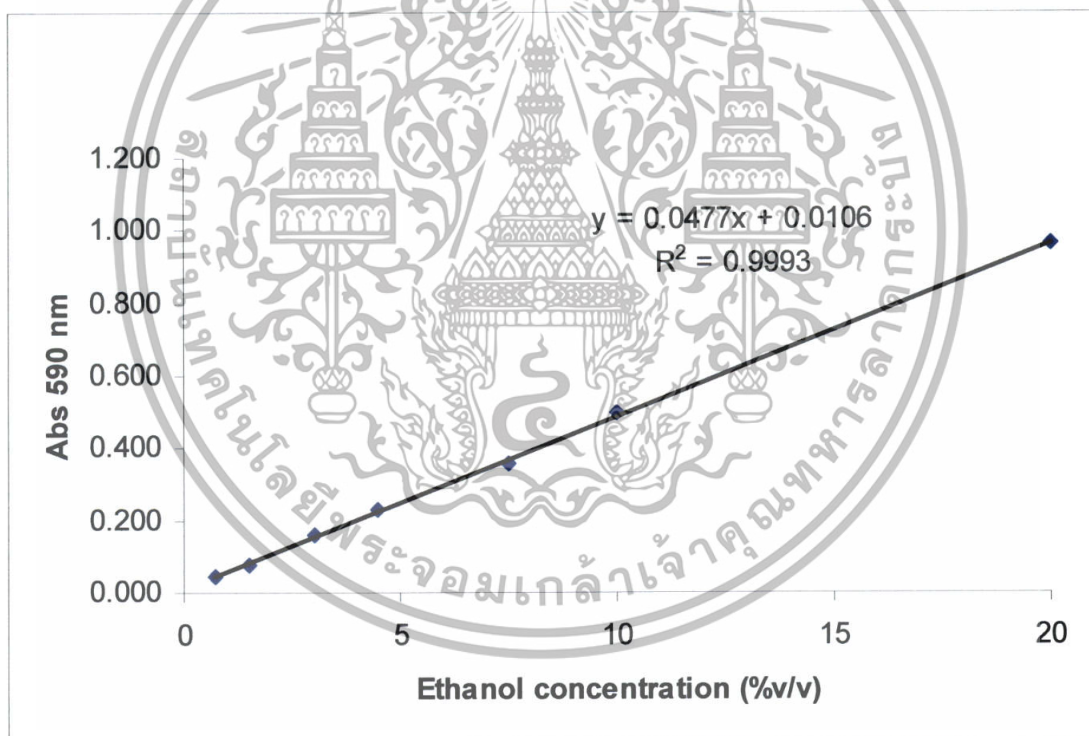
บทที่ 4

ผลการทดลองและ การอภิปรายผล

4.1 การศึกษาความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ด้วยปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์กับสารละลายไดโครเมต

4.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอล

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



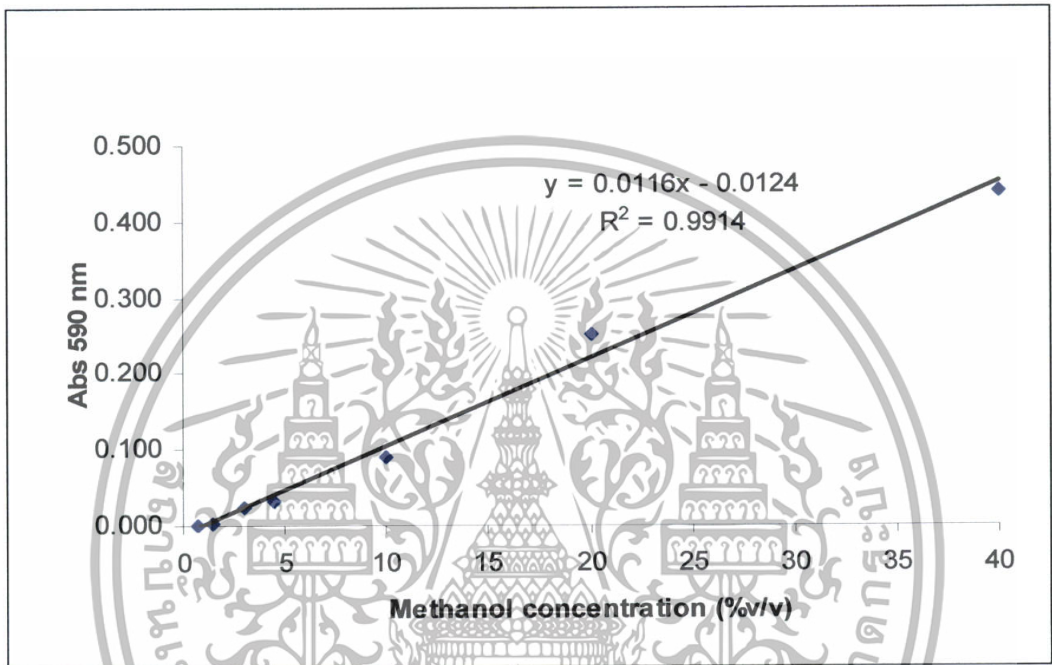
รูป 4.1 แสดงกราฟมาตรฐานของเอทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0.75-20 ปริมาตรต่อปริมาตร) เมื่อใช้สารละลายไดโครเมตเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 โมลาร์

กราฟมาตรฐานมีความเป็นเส้นตรงที่ดีดังนั้นปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายไดโครเมต สามารถมาใช้วิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณเมทานอล

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



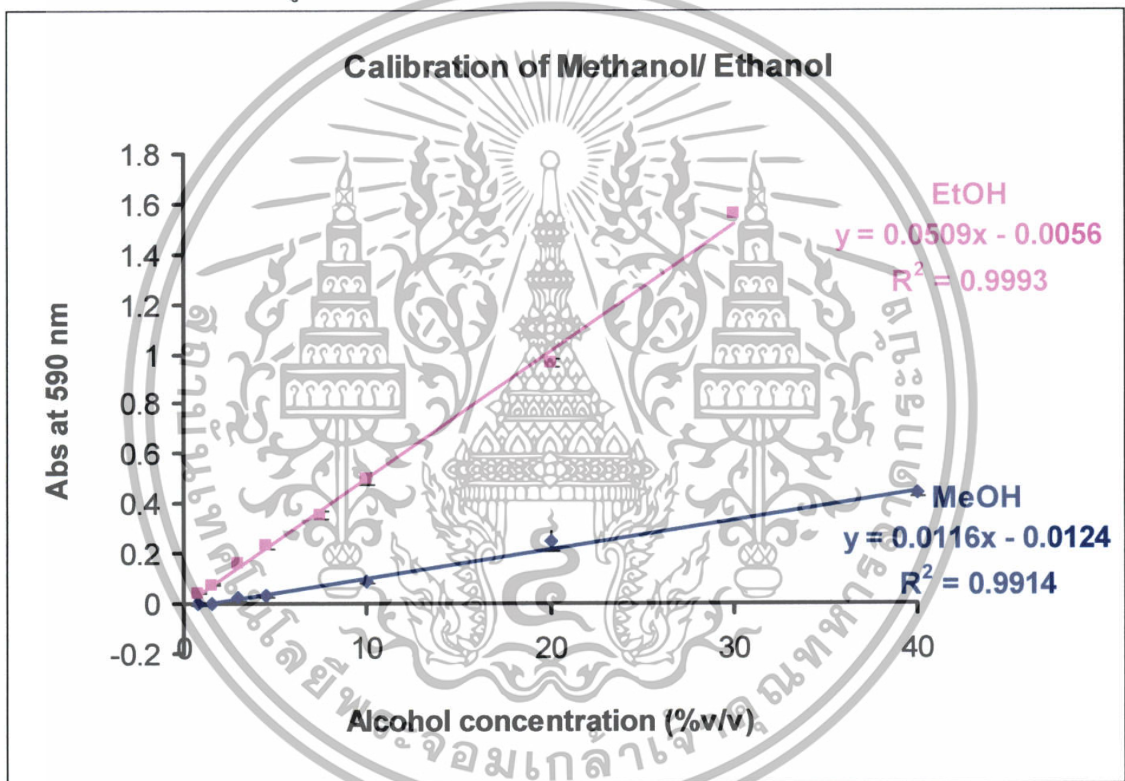
รูปที่ 4.2 แสดงกราฟมาตรฐานของเมทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0.75-40 ปริมาตรต่อปริมาตร) เมื่อใช้สารละลายไดโครเมตเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 โมลาร์

จากรูปที่ 4.2 พบว่ากราฟมาตรฐานมีความเป็นเส้นตรงที่น่าพอใจ แสดงว่าสามารถใช้ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเมทานอลกับสารละลายไดโครเมตในการวิเคราะห์เมทานอลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การเปรียบเทียบความไวในการวิเคราะห์ของปฏิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายไดโครเมต และ สารละลายมาตรฐานเมทานอลกับสารละลายไดโครเมต

เมื่อทำการเปรียบเทียบปฏิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลหรือ สารละลายมาตรฐานเมทานอลกับสารละลายไดโครเมต (ให้ความเข้มข้นของสารละลายไดโครเมตเท่ากัน) แอลกอฮอล์ชนิดใดจะให้ความไวในการวิเคราะห์ที่มากกว่ากัน (เมื่อทำการวัดที่เวลาเดียวกัน) ผลการทดลองแสดงได้ดังรูปที่ 4.3



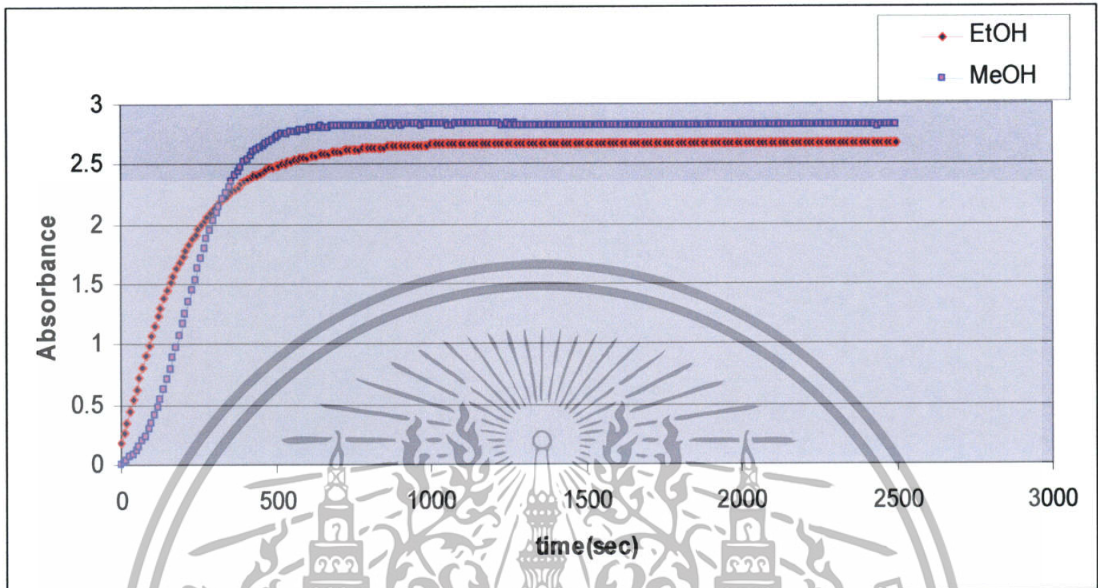
รูปที่ 4.3 แสดงความไวในการวิเคราะห์ของปฏิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลร้อยละ 0.75-30 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไดโครเมต และ สารละลายมาตรฐานเมทานอลร้อยละ 0.75-40 ปริมาตรต่อปริมาตรกับสารละลายไดโครเมต (โดยให้ความเข้มข้นของไดโครเมต 0.1 โมลาร์ ในสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 โมลาร์)

จะเห็นว่าสารละลายมาตรฐานเอทานอลมีความไวในการวิเคราะห์มากกว่า สารละลายมาตรฐานเมทานอลทั้งนี้อาจเป็นเพราะ สารละลายมาตรฐานเอทานอลมีกลศาสตร์ของการเกิดปฏิริยาที่เร็วกว่า สารละลายมาตรฐานเมทานอล

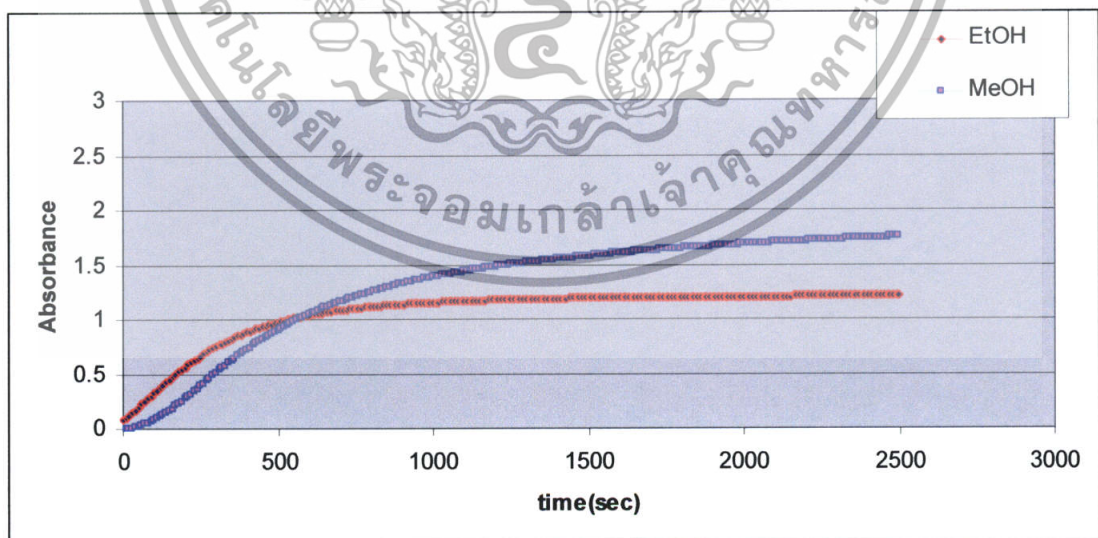
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าที่เวลาเดียวกัน(ช่วงก่อนถึงสมดุขของปฏิกิริยา) ค่าการดูดกลืนแสงของ สารละลายมาตรฐานเอทานอลสูงกว่าของสารละลายมาตรฐานเมทานอล แสดงว่าจลนศาสตร์ของ ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายไดโครเมต เกิดได้เร็วกว่าปฏิกิริยาระหว่าง สารละลายมาตรฐานเมทานอลกับสารละลายไดโครเมต จึงเป็นสาเหตุให้สารละลายมาตรฐานเอทานอลมีความไวในการวิเคราะห์มากกว่าสารละลายมาตรฐานเมทานอล



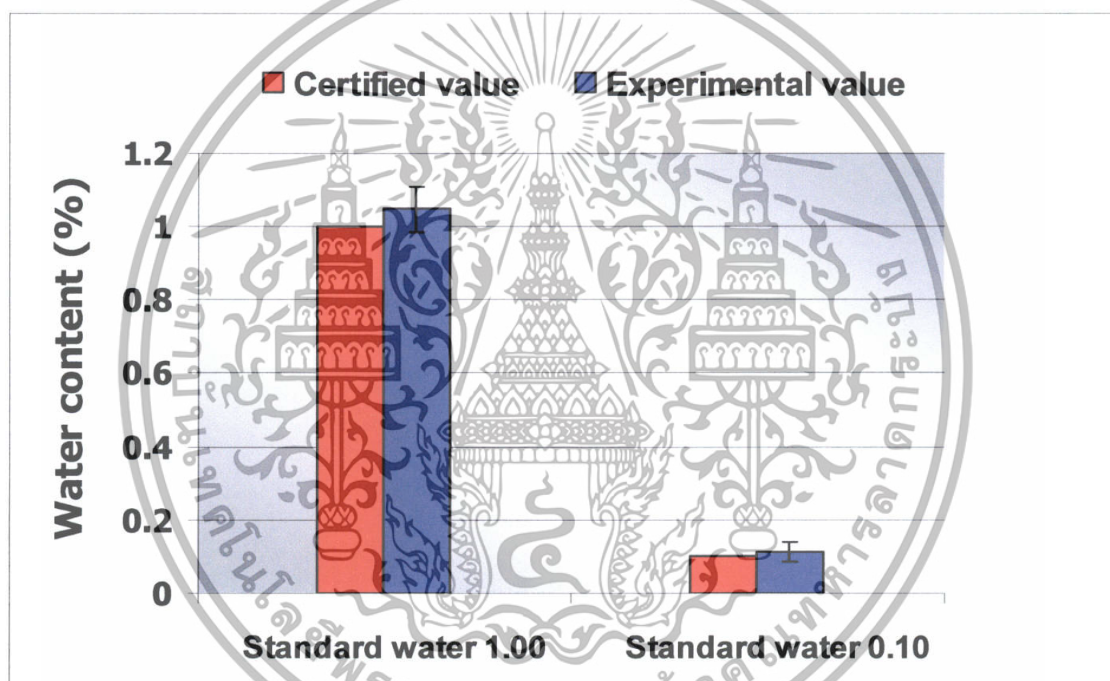
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



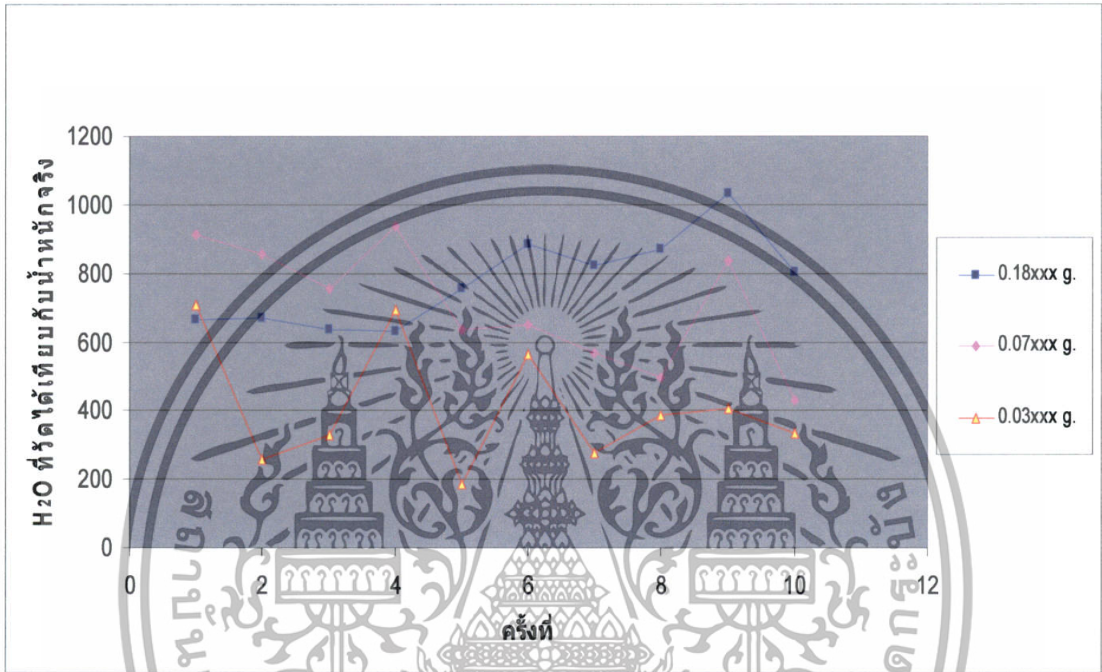
รูปที่ 4.5 แสดงปริมาณน้ำของ Water SRM ที่ระบุไว้กับที่วิเคราะห์ได้จริงด้วยวิธี KF Coulometric titration

พบว่าค่าที่วิเคราะห์ได้ใกล้เคียงกับค่าที่ระบุไว้ แสดงว่าวิธีที่พัฒนาขึ้นมานี้ มีความแม่นยำสามารถนำไปใช้ทดสอบหาปริมาณน้ำปริมาณน้อยในน้ำมันเชื้อเพลิงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 อิทธิพลของปริมาตรตัวอย่าง

ได้ทดลองหาค่าตัวอย่างน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 ที่ปริมาตรต่างๆกัน เพื่อศึกษาหาน้ำหนักที่เหมาะสม 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 ซึ่งอาจมีแนวโน้มที่จะทำให้น้ำในตัวอย่างนั้นทำปฏิกิริยากับ KF รีเอเจนต์ไม่หมดและยังเป็นการสิ้นเปลืองรีเอเจนต์ด้วย ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นการทดลองจึงจะใช้ที่ปริมาตร 50 และ 100 ไมโครลิตร เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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/riseat/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> ,

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

Metrohm™ KF Application Note No. K-14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ก.1 ผลการวิเคราะห์การศึกษาความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ด้วยปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์กับสารละลายโคโครเมต

ก.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอล

ตารางที่ ก.1.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลและสารละลายโคโครเมต

| 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณเมทานอล

ตารางที่ ก.1.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากปฏิกิริยาระหว่างสารละลายมาตรฐานเมทานอลและสารละลายไดโครเมต

| สารละลาย มาตรฐาน เมทานอล (%v/v) | ค่าการดูดกลืนแสงเมื่อวัดที่ 590 nm | | | ค่าเฉลี่ย | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน |
|--|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
| | ครั้งที่1 | ครั้งที่2 | ครั้งที่3 | | |
| 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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณปริมาตรน้ำเฉลี่ย ทำเช่นเดียวกับข้อ ก.1

คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำเช่นเดียวกับข้อ ก.1

คำนวณร้อยละของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของค่าการดูดกลืนแสง

จาก
$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100$$

$$= \frac{0.0244 \times 100}{0.113}$$

$$= 21.568$$

การคำนวณ T-test ของ SRM. น้ำที่ความเข้มข้น 0.1 %

จาก

$$T_{cal} = \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}}$$

$$= \frac{0.11 - 0.1}{0.0244 / 3.464}$$

$$= 1.429$$

เพราะฉะนั้น จากการเปิด T_{table} จะเท่ากับ 3.11 แสดงว่าค่าที่วิเคราะห์ที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกับค่าที่ระบุไว้ในสารมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นของน้ำที่แน่นอน (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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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) ที่ความเข้มข้น 1.0 % ที่ระดับนัยสำคัญ 99.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2.2 อิทธิพลของปริมาตรตัวอย่าง

ตารางที่ ก.2.2.1 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดน้ำมันแก๊สโซฮอล์จำนวน 250 ไมโครลิตร

| ครั้งที่ | น้ำหนักน้ำมันที่ชั่งได้ (เมื่อฉีดที่ 250 ไมโครลิตร) | | 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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.2.2 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดน้ำมันแก๊สโซฮอล์จำนวน 100 ไมโครลิตร

| ครั้งที่ | น้ำหนักน้ำมันที่ซ่งได้ (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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.2.3 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดน้ำมันแก๊สโซฮอล์จำนวน 50 ไมโครลิตร

| ครั้งที่ | น้ำหนักน้ำมันที่ซั่งได้ (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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2.3 การหาปริมาณน้อยในตัวอย่างแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล

ตารางที่ ก.2.3.1 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อน้ำมันแก๊สโซฮอล์ตัวอย่างที่ 1 จำนวน 50 ไมโครลิตร

| ตัวอย่าง | ครั้งที่ | น้ำหนักน้ำมันที่ชั่งได้ (เมื่อน้ำที่ 50 ไมโครลิตร) | | น้ำหนัก ตัวอย่าง สุทธิที่ชั่ง (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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.3.2 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดน้ำมันแก๊สโซฮอล์ตัวอย่างที่ 2 จำนวน 50 ไมโครลิตร

| ตัวอย่าง | ครั้งที่ | น้ำหนักน้ำมันที่ซั่งได้ (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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.3.4 แสดงปริมาณน้ำที่วัดได้เมื่อฉีดน้ำมันไบโอดีเซล B5 จำนวน 50 ไมโครลิตร

| ตัวอย่าง | ครั้งที่ | น้ำหนักน้ำมันที่ขังได้ (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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้