

บทที่ 1

บทนำ

ตะกั่วเป็นสารพิษจำพวกโลหะหนัก (heavy metals) ที่พบอยู่ใน สีทาบ้าน หมึกพิมพ์ น้ำประปา และน้ำมันเชื้อเพลิงบางชนิดเป็นต้น ตะกั่วจะแทรกซึมเข้าทางร่างกายทั้งทางอากาศหายใจ อาหารน้ำดื่มและทางผิวหนังและท่อขี้ยาแสดงอาการเป็นพิษออกมาทีละน้อย อันตรายของพิษสารตะกั่วพบได้ทั้งเด็กและในผู้ใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กพิษสารตะกั่วมีอันตรายทำให้ถึงแก่ชีวิตได้

ตะกั่วนับว่าเป็นธาตุที่ไม่จำเป็น และไม่มีความจำเป็นต่อร่างกายเลย แต่ตะกั่วเป็นโลหะที่สำคัญอย่างหนึ่ง และใช้กันมากในอุตสาหกรรมต่างๆ รวมถึงส่วนประกอบในเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น สารตะกั่วที่ใส่ไปในน้ำมันเบนซิน ตะกั่วเป็นสารพิษต่อร่างกายเช่นสารพิษอื่นๆ แต่มักถูกมองข้ามเพราะการเป็นพิษจากสารตะกั่วมักไม่แสดงอาการทันทีที่ได้รับสารตะกั่วเข้าไปในร่างกาย ซึ่งต่างจากสารพิษอื่น เช่น สารหนู (arsenic) ไซยาไนด์ (cyanide) ยาฆ่าแมลงต่างๆซึ่งจะแสดงอาการทันทีที่ได้รับสารพิษนั้น ในประเทศที่พัฒนาแล้วเช่น สหรัฐอเมริกา ได้มีมาตรการและการป้องกันระดับระดับอันตรายจากพิษตะกั่วอย่างเข้มงวด ส่วนในบ้านเรามีผู้ช่วยที่ก่อให้เกิดอาการพิษจากสารตะกั่วมีไม่น้อย ทั้งนี้เนื่องจากส่วนมากประชาชนมักไม่รู้เท่าไม่ถึงการณ์ ไม่ทราบถึงอันตราย การป้องกันและการหลีกเลี่ยงพิษสารตะกั่ว

1.1 สารตะกั่ว

1.1.1 สมบัติทั่วไปของสารตะกั่ว¹

ตะกั่ว^{2,3} เป็นโลหะหนักที่อยู่ในรูปหมู่ IVA ของตารางธาตุ มีคุณสมบัติต่างๆเหล่านี้ มีมวลอะตอม 207.19 จุดหลอมเหลว 327.4 องศาเซลเซียส จุดเดือด 1620 องศาเซลเซียส ความถ่วงจำเพาะ 11.35 มีสีเทาเงิน มีลักษณะอ่อน แต่จะเปลี่ยนเป็นสีเทาของออกไซด์อย่างรวดเร็วในอากาศ ละลายในน้ำเย็นหรือน้ำร้อนได้เล็กน้อยละลายได้ดีในกรด ในดริกและกรดกำมะถันที่ร้อน เป็นตัวนำไฟฟ้าที่เลวทงทนต่อการสึกกร่อน สารตะกั่วไม่มีประโยชน์สำหรับร่างกายทั้งมนุษย์ สัตว์ และพืช แต่เป็นพิษอย่างแรงต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งมนุษย์ด้วย

โลหะตะกั่วถูกนำไปใช้ประโยชน์หลายอย่าง ประมาณว่าปีหนึ่ง ๆ ทั่วโลก จะใช้ตะกั่วราว 3 ล้านตัน⁴ โดย 2 ใน 3 ส่วนใหญ่จะใช้ในรูปของโลหะ ที่เหลือจะใช้ในรูปของสารประกอบของตะกั่ว J.P. Ryan และคณะ⁵ ได้รายงานข้อมูลชนิดผลิตภัณฑ์ และปริมาณของตะกั่วที่นำมาใช้ประโยชน์ไว้ดังนี้

- แบตเตอรี่แบบสะสมพลังงาน (storage batteries) 55-56 %
- ผลิตภัณฑ์ของโลหะตะกั่ว (metal production) 16-18 %
- สารเคมี และสารกันน็อก (chemical gasoline, antiknock additive) 16 %
- พิกเมนต์ (pigments) 6-7 %
- อื่น ๆ (others) 3-4 %

ส่วนผลิตภัณฑ์ของตะกั่วที่ใช้แล้ว ร้อยละ 40 จะถูกนำมาหลอมเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่อีก

W.H. Smith⁶ รายงานว่าตะกั่วที่มาจากท่อไอเสียรถยนต์ เป็นตะกั่วที่เติมเข้าไปในรูปสารประกอบของตะกั่วอัลคิล (lead alkyl compounds) ซึ่งได้แก่ เตตระเมทิลเลด (tetramethyl lead) และเตตระเอทิลเลด (tetraethyl lead) เมื่อมีการเผาไหม้เกิดขึ้น อุณหภูมิและความดันที่เพิ่มขึ้นจะทำให้สารประกอบเหล่านี้เปลี่ยนไปเป็นออกไซด์ของตะกั่ว ซึ่งเป็นตัวที่ป้องกันกรรณิกของเครื่องยนต์ จากนั้นออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ที่เติมลงไป ในน้ำมันได้สารประกอบของตะกั่วอีกหลายชนิด สารประกอบของสารตะกั่วที่ออกจากท่อไอเสียรถยนต์มีขนาดต่าง ๆ กัน &A 0.01 ไมครอน จนถึงหลายมิลลิเมตร และขนาดของมันจะใหญ่ขึ้นเมื่อรถแล่นไปเป็นระยะทางไกลขึ้น สารประกอบเหล่านี้จะลงไปสู่ดิน พืชและสัตว์ต่อไปและปริมาณสารตะกั่ว ในดินสองข้างถนนนั้นจะพบมากในบริเวณใกล้ถนนและจะลดลงจนเกือบคงที่ไม่ว่าจะห่างจากถนนไปมากเท่าไร

R.H. Daines และคณะ⁷ พบว่าระยะห่างประมาณ 80 เมตร จากถนนเป็นระยะที่พบตะกั่วในปริมาณที่สูง

N.I. Ward et al.,⁸ รายงานว่าปริมาณตะกั่วที่พบตามตะกั่วที่พบตามสองข้างถนนมีปริมาณตั้งแต่ 100-3,000 ppm โดยทั่วไป

D. Barltrop et al.,⁹ รายงานเพิ่มเติมว่า ตะกั่วสะสมในดินได้ถึง 13,969 ppm

นวลฉวี ไชบัวเทศ และคณะ¹⁰ ได้ศึกษาหาปริมาณตะกั่วในดินในกรุงเทพฯ โดยเฉพาะตามเกาะกลางถนนในบริเวณที่ศึกษา พบว่ามีปริมาณตะกั่ว 48.7 - 3,655.0 ppm

T.J. Chow¹¹ ได้พิสูจน์ให้เห็นว่า ตะกั่วมากกว่าร้อยละ 90 ของตัวอย่างดินเป็นตะกั่ว ซึ่งถูกปลดปล่อยออกมาจากท่อไอเสียรถยนต์ จึงสรุปได้ว่าตะกั่วในน้ำมันเบนซินเป็นแหล่งใหญ่ที่ทำให้เกิดการเจือปนเพิ่มขึ้นของตะกั่วในสิ่งแวดล้อม

1.1.2 อัตราของตะกั่ว^{12,13}

ตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ

1. ทางปาก โดยการกินและดื่มเข้าไปกับอาหารและน้ำที่มีตะกั่วปะปนอยู่ เช่น อาหารสำเร็จรูปที่บรรจุกระป๋อง น้ำผลไม้ซึ่งเป็นการคือนทรีที่สามารถละลายตะกั่วที่ใช้เป็นสารเคลือบออกจากภาชนะ ด้วยขาม เหยือกน้ำที่เป็นเครื่องเคลือบดินเผาออกมาได้ ตะกั่วที่จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางระบบทางเดินอาหารที่มีตะกั่วเจือปนที่เรารับประทานเข้าไปด้วย ในเด็กพบว่า ตะกั่วสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ดีกว่าผู้ใหญ่ แต่ก็ยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด

2. ทางจมูก โดยการหายใจเอาฝุ่นและไอของตะกั่วเข้าไป ขนาดและองค์ประกอบของสารตะกั่วเข้าไปขนาดสารตะกั่ว ในอากาศจะแตกต่างกัน ขึ้นกับอากาศในพื้นที่นั้นว่าอยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดสารตะกั่วในอากาศมลภาวะน้อยเพียงใด เช่น อยู่ใกล้หรือในบริเวณที่มีการจราจรแออัด สารตะกั่วที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมและโรงงานแบตเตอรี่ ส่วนใหญ่มักจะเป็นสารประกอบตะกั่วออกไซด์ ถ้าเป็นสารตะกั่วที่เจือปนในอากาศ ทั่วไป จะอยู่ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนที่มีส่วนผสมเป็นกลีเซอไรด์ กลีเซอรอล คาร์บอนเนต ตะกั่วออกไซด์ ตะกั่วฟอสเฟต นอกจากนี้ตะกั่วเมื่อทิ้งไว้ในอากาศที่มีความชื้น ผิวของมันจะเปลี่ยนเป็นตะกั่วออกไซด์ (lead suboxide, Pb₂O) มีสีเทาและหลุดออกจากตัวโลหะได้ง่ายซึ่งระเหยเป็นไอได้เมื่อถูกความร้อน

3. ทางผิวหนัง โดยผิวหนังส่วนที่เป็นแผล ไปสัมผัสกับสารตะกั่วที่มีปริมาณมาก ๆ เป็นเวลานาน สารตะกั่วบางส่วนจะซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังส่วนนั้นได้ และสำหรับเตตระเอทิลเลด ซึ่งใช้ผสมในน้ำมันเบนซินเข้าทางผิวหนังได้ดีและยังสามารถซึมเข้าไปในเซลล์ของทางผิวหนังได้ดีและยังสามารถซึมเข้าไปในเซลล์ของทางเดินระบบหายใจตั้งแต่จมูกจนถึงปอดได้ครบ 100%

ตะกั่วเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วส่วนใหญ่ประมาณ 90 % จะไปสะสมอยู่ในกระดูก ส่วนที่เหลือจะไปสะสมอยู่ในส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย เช่น ดับ ไต เลือด และน้ำเหลือง เป็นต้น ตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายนี้จะถูกขับออกจากร่างกายได้ทางปัสสาวะ อุจจาระ ทางผิวหนัง เหงื่อ และเส้นขนหรือเส้นผม โดยจะถูกขับออกมากับปัสสาวะได้ดีที่สุด ในวันหนึ่ง ๆ ร่างกายสามารถจะขับถ่ายตะกั่วออกมาได้สูงสุดประมาณ 2 มิลลิกรัมเท่านั้น ดังนั้น ถ้าร่างกายได้รับสารตะกั่วในปริมาณ

มากก็จะจับด้ายออกไม่ทัน เกิดสะสมขึ้นในร่างกายน หากปริมาณของตะกั่วในเลือดสูงถึง 0.8 ppm อาการพิษจะเริ่มแสดงให้เห็น เช่น ทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคโลหิตจาง นอนไม่หลับ เมื่ออาหาร อาเจียรและท้องร่วง ในรายที่ได้รับสารตะกั่วในปริมาณมากติดต่อกันเป็นเวลานาน อาการพิษก็จะรุนแรงเช่น ไตพิการ กล้ามเนื้ออ่อนกำลัง จนถึงขั้นเป็นอัมพาตได้ ระบบประสาทถูกทำลาย ทำให้ความจำเสื่อมเพ้อคลั่ง ปวดศีรษะ และตายในที่สุด

การรักษาผู้ป่วยเนื่องจากพิษของสารตะกั่ว ทำได้ยากและไม่ได้รับผลดีเท่าที่ควร วิธีที่ดีที่สุดคือ ให้ผู้ป่วยรับประทานยาที่มีอำนาจในการดึงเอาสารตะกั่วออกจากร่างกายเสียก่อน

1.1.3 ระดับความปลอดภัยของตะกั่ว^{13,14}

ระดับความปลอดภัยต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตาราง 1.1

ตาราง 1.1 ปริมาณตะกั่ว ที่ยอมให้มีได้ในบรรยากาศของการทำงาน 8 ชั่วโมง¹³

โลหะ	ระดับที่ยอมให้มีได้ ($\mu\text{g m}^{-3}$)
Pb และสารประกอบ	200
Pb (Lead arsenate)	150
Pb (จาก TEL) ผลต่อผิวหนัง	75
Pb (จาก TML) ผลต่อผิวหนัง	75

ตาราง 1.2 ปริมาณตะกั่ว ที่ยอมให้มีได้ในน้ำดื่ม¹³

โลหะ	ปริมาณที่ยอมให้มีได้ (mg / l)
Pb	0.05

ตาราง 1.3 ปริมาณโลหะตะกั่ว ในร่างกายเท่าที่ร่างกายจะทนได้โดยไม่เกิดอันตราย¹³

โลหะ	ร่างกายเท่าที่ร่างกายจะทนได้ (mg / น้ำหนักร่างกาย 70 kg)
Pb	120

1.2 น้ำมันเบนซิน (Gasoline)¹⁵

น้ำมันก๊าดโซลิน หรือ ที่เรียกกันทั่วไปว่า “น้ำมันเบนซิน” ใช้สำหรับเครื่องยนต์ที่มีการสันดาปภายในแบบไร้หัวเทียนจุดระเบิด ปัจจุบันบ้านเรามีขายอยู่ 3 ชนิดคือ

1. น้ำมันเบนซินพิเศษไร้สารตะกั่ว มีค่าออกเทน 95 มีของน้ำมันจะมีสีเขียว
2. น้ำมันเบนซินพิเศษ มีค่าออกเทน 95 มีของน้ำมันจะมีสีเหลืองอ่อน
3. น้ำมันเบนซินธรรมดา มีค่าออกเทน 87 มีของน้ำมันจะมีสีแดง

น้ำมันเบนซินเป็นส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอนหลายประเภท มีขนาดโมเลกุลตั้งแต่ขนาดเล็กและระเหยง่าย ตั้งแต่คาร์บอน 4 ตัว เช่น บิวเทน (C_4H_{10}) ไปจนถึงขนาดใหญ่ซึ่ง ระเหยยากกว่ามีคาร์บอน 12 ตัว เช่น จุดเดือดของน้ำมันเบนซินอยู่ในช่วง 30 - 200 องศาเซลเซียส น้ำมันเบนซินใช้กันมากสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบใช้หัวเทียนจุดระเบิด ซึ่งเรียกว่าเครื่องยนต์เบนซิน เครื่องยนต์เบนซินจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ให้กำลังสูงสุดก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของน้ำมันเบนซิน เช่น การ *army* การต้านทานการน็อกและการคงตัว

1.2.1 คุณสมบัติสำคัญที่ต้องการของน้ำมันเบนซิน ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเสียก่อนคือ

ก. เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ในห้องเผาไหม้ ของเครื่องยนต์โดยไม่เกิดการน็อก ในเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบจุดระเบิดด้วยหัวเทียนนั้น ส่วนผสมของน้ำมันกับอากาศถูกดูดเข้ามาในลูกสูบ แล้วอัดให้มีอุณหภูมิและความดันสูงขึ้น หัวเทียนจะส่งประกายไฟจุดระเบิด การเผาไหม้จะเริ่มจากบริเวณหัวเทียนก่อน สำหรับเครื่องยนต์ที่ทำงานเป็นปรกติ ธรรมชาติของเปลวไฟจะลุกลามจากบริเวณหัวเทียนจนกระทั่งไอดีถูกเผาไหม้หมด ความดันในห้องเผาไหม้จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ อย่างสม่ำเสมอ และจะสูงสุดเมื่อเมื่อลูกสูบเริ่มเคลื่อนตัวลงมา เครื่องยนต์จะมีกำลังดีและเดินเรียบ ในเครื่องยนต์ที่เกิดการน็อกนั้น เมื่อหัวเทียนจุดประกายไฟ และไอดีเริ่มติดไฟแผ่รังสีความร้อนสู่ไอดีที่เหลือ ความดันในห้องเผาไหม้ก็เริ่มสูงขึ้น ไอดีส่วนที่เหลือที่อยู่ห่างห่างไกลจากหัวเทียน เกิดจุดติดไฟระเบิดเองโดยอัตโนมัติ เนื่องจากเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิจุดติดไฟเอง (self ignition temperature) ก้นข้างต่ำ ความดันในห้องเผาไหม้จะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในขณะที่ลูกสูบกำลังเคลื่อนที่ขึ้นมาเกือบถึงศูนย์กลางบน (top dead centre) ทำให้เกิดการดันด้านกันขึ้น ผลก็คือเครื่องยนต์จะสั่น เสียกำลัง และเกิดเสียงดังคล้าย ๆ กับเอาหม้อไปเคาะอยู่ในห้องเผาไหม้ พลังงานในห้องเผาไหม้ไม่สม่ำเสมอและเครื่องยนต์จะร้อนจัด ในกรณีที่เกิดการน็อกอยู่บ่อยครั้งอาจทำให้ฝาสูบแตกร้าวได้ จะเห็นได้ว่าการน็อกเกิดขึ้นเนื่องจากเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิจุดติดไฟเองต่ำเกินไป ไม่เหมาะสมกับอัตราส่วนกำลังอัด (compression ratio) ของเครื่องยนต์

ข. อัตราการระเหยต้องเหมาะสม ความสามารถในการระเหยมีความสำคัญมากต่อการการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น การสตาร์ทง่ายหรือยากเวลาที่ต้องใช้อุ่นเครื่อง อัตราการเร่งเครื่อง การเกิดน้ำแข็งในคาร์บูเรเตอร์ การกระตุกและสั่นในขณะรถวิ่ง การกิน

น้ำมันมากหรือน้อย และระยะเวลาในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง เป็นต้น โดยที่น้ำมันเบนซินประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนทั้งที่ขนาดเล็กและระเหยง่าย ไปจนถึงขนาดใหญ่และระเหยยากกว่า ซึ่งผู้ผลิตน้ำมันเบนซินจะควบคุมส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอนให้อยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมหากน้ำมันเบนซินมีส่วนประกอบที่เป็นส่วนที่เบาบ่อยเกินไป เวลาสตาร์ทเครื่องยนต์ที่เครื่องเย็นอยู่จะสตาร์ทยาก เนื่องจากน้ำมันซึ่งมีส่วนเบาบ่อยจะระเหยเป็นไอได้น้อยหากน้ำมันมีส่วนผสมที่เป็นส่วนที่เบาเกินไป เวลาสตาร์ทเครื่องยนต์เครื่องเย็นง่ายก็จริง แต่อาจเกิดปัญหา vapour lock คือการที่น้ำมันเกิดเดือดเป็นไออยู่ในท่อทางส่งน้ำมัน จากถังน้ำมันไปสู่คาร์บูเรเตอร์ และในตัวคาร์บูเรเตอร์เอง สมเหตุเนื่องมาจากอากาศที่ร้อนระอุ หรือการวิ่งเครื่องยนต์เต็มที่เป็นระยะเวลานาน ความร้อนดังกล่าวจะทำให้ น้ำมันส่วนที่เบาเกิดการระเหยอย่างมากและเดือดได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดการระเหยอย่างมากและเดือดได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดการขาดแคลนน้ำมันที่ไอน์สู่คาร์บูเรเตอร์ ทำให้เครื่องสั่นและดับได้ และในการสตาร์ทเครื่องยนต์จะติดยาก นอกเหนือจากนี้ในกรณีที่ยับรยากาศค่อนข้างชื้นและเย็น น้ำมันส่วนที่เบาในการ์บูเรเตอร์จะระเหยตัวอย่างรวดเร็วโดยดูดความร้อนจากบริเวณซึ่งมีเครื่องยนต์ทำให้คาร์บูเรเตอร์เย็นจัด ใอน้ำที่ติดเข้ากับอากาศจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำและ ในที่สุดก็จะกลายเป็นของแข็งเกาะอยู่บริเวณเส้นเปิด-เปิดอากาศ กับทางเดินของส่วนผสมไอน้ำมันกับอากาศ ทำให้เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ และในตอนสุดท้าย ในกรณีที่น้ำมันมีส่วนผสมหนักมากเกินไปและระเหยช้า เวลาที่เครื่องยนต์จะร้อนได้ที่ก็ค่อนข้างที่จะนาน และในช่วงแรก ๆ ของการขับรถจะเร่งไม่ค่อยขึ้น นอกเหนือจากนี้ หากน้ำมันเบนซินมีส่วนผสมหนักมากเกินไป ไอน้ำมันที่ถูกดูดเข้ามาในลูกสูบก็จะมีโอกาสกลั่นตัวกลับเป็นหยดน้ำมันจะล้างเอาน้ำมันหล่อลื่นตามผนังลูกสูบลงไป และมีโอกาสลัดลอดผ่านแหวนลูกสูบลงมาซึ่งอาจนำมันหล่อลื่นทำให้น้ำมันหล่อลื่นไหลลง ไม่สามารถหล่อลื่นได้คือดังเดิม

ค. ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเครื่องยนต์ในท้องเผาไหม้ และไม่ก่อให้เกิดยางเหนียวเกาะตามวาล์ว

ไอศ

1.2.2 ชนิดของน้ำมันเบนซิน

น้ำมันเบนซินตามค่าออกเทนที่รัฐบาลกำหนดมี 3 ชนิดดังนี้

1. น้ำมันเบนซินพิเศษไร้สารตะกั่ว มีค่าออกเทน 95 มีของน้ำมันจะมีสีเขียว
2. น้ำมันเบนซินพิเศษ มีค่าออกเทน 95 มีของน้ำมันจะมีสีเหลืองอ่อน
3. น้ำมันเบนซินธรรมดา มีค่าออกเทน 87 มีของน้ำมันจะมีสีแดง

น้ำมันเบนซินพิเศษชนิดที่ 2 และน้ำมันเบนซินธรรมดาชนิดที่ 3 จะมีสารตะกั่วซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้เพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซินให้ได้ตามมาตรฐาน และไม่ควรมีสารตะกั่วในปริมาณไม่เกิน 0.15 กรัม ต่อลิตร

1.2.3 การเพิ่มค่าออกเทนให้กับน้ำมัน

น้ำมันเบนซินที่กลั่นออกมาจากหอกลั่นบรรยากาศในโรงกลั่นยังมีคุณภาพในการป้องกันการน็อกต่ำ มีจุดติดไฟของน้ำมันที่กลั่นออกมาจากหอกลั่นเองต่ำ วิธีการเพิ่มคุณภาพในการป้องกันการน็อกทำได้ 2 วิธีคือ โดยการผ่านขบวนการในโรงกลั่นเพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโมเลกุลน้ำมันให้มาอยู่ในรูปที่มีการจุดไฟติดเองสูงขึ้น จึงมีค่าออกเทนสูงขึ้น อีกวิธีโดยการเติมสารบางอย่างลงไปเพื่อเพิ่มค่าออกเทน สารที่ใช้เติมเพื่อเพิ่มค่าออกเทนที่ใช้แพร่หลายคือ เสด อัลคิล (lead alkyls) เช่น เสดระเมทิล เสด (tetramethyl lead, TML) และ เสดระเอทิล เสด (tetraethyl lead, TEL) เพราะใช้เติมจำนวนน้อย แต่ให้ผลในการเพิ่มออกเทนสูง ปัจจุบันนี้ในสหรัฐอเมริกาได้มีการนำสารพวกแมงกานีส (manganese) มาใช้เติมเป็นสารเพิ่มออกเทนด้วย มีชื่อเต็มว่าเมทิลไซโคลเพนทาไดเอนิลแมงกานีส ไตรคาร์บอนิล (methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl, MMT) เป็นการหลีกเลี่ยงการใช้สารตะกั่วซึ่งเป็นพิษกับเครื่องฟอกไอเสียรถยนต์ (catalytic converter) ที่ติดตั้งไว้ที่ท่อไอเสียเพื่อลดครันพิษ อันจะทำให้อายุการใช้งานของเครื่องฟอกไอเสียรถยนต์สั้นลง

ก่อนที่น้ำมันเบนซินจะเกิดการเผาไหม้สุดเป็นเปลว จะเกิดปฏิกิริยาที่เรียกว่า preflame reaction ก่อนโดยโมเลกุลของน้ำมันจะแตกตัวเป็นอนุมูลและรวมกับออกซิเจนบางส่วน สารเสด อัลคิล (lead alkyl) ก็แตกตัวและรวมกับออกซิเจนเกิดเป็นตะกั่วออกไซด์ (PbO) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา (inhibitor) ทำให้การเผาไหม้ช้าลงเกิดลูกกลมอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากสารตะกั่วออกไซด์นั้นมีจุดหลอมตั้งสูงมาก จึงต้องขับออกจากห้องเผาไหม้โดยเติมสารพวก เอทิลีนไดโบรไมด์ (ethylene dibromide) หรือ เอทิลีนไดคลอไรด์ (ethylene dichloride) ลงในน้ำมันเบนซินในปริมาณที่พอดีที่จะทำปฏิกิริยากับสารตะกั่วโบรไมด์หรือตะกั่วคลอไรด์ ซึ่งเป็นสารที่ระเหยง่ายถูกขับออกไปพร้อม ๆ กับแก๊สเสีย มิฉะนั้นตะกั่วออกไซด์จะสะสมอยู่ในห้องเผาไหม้ทำให้หัวเทียนสกปรกและบอดได้

ในทาง ธุรกิจ การเพิ่มค่าออกเทนให้กับน้ำมันเบนซินทำเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นแรก เป็นการเพิ่มออกเทนโดยผ่านขบวนการ catalytic refrom ในโรงกลั่น แล้วจึงเติมสาร ตะกั่วเพื่อเพิ่มค่าออกเทนในขั้นที่ 2 เพื่อให้ได้ค่าออกเทนตามกำหนด (specification) สารอีกประเภทที่ใช้ในการเพิ่มค่าออกเทนให้กับน้ำมันได้แก่ การเติมสารพวกออกซิเจน (oxygenates) ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีออกเทนสูง เช่น พวกแอลกอฮอล์และอีเทอร์ แอลกอฮอล์นี้ได้แก่พวก เมทานอล (methanol) ได้จากก๊าซธรรมชาติและดำนหิน เอทานอล (ethanol) และแอลกอฮอล์สังเคราะห์ เช่นพวกเทอร์เชียรีบิวทิล อัลกอฮอล์ (tertiarybutyl alcohol) สารประเภทที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมน้ำมันได้แก่ MTBE และผลิตจากไอโซบิวทีลีน (isobutylene) โดยขบวนการทางเคมี การเติมสารพวก แอลกอฮอล์ผสมกับเบนซินเพื่อเพิ่มค่าออกเทนนั้น ยังมีข้อจำกัดในเรื่องอัตราค่าระเหยที่ เพิ่มขึ้น และการแยกชั้นหากมีน้ำปะปนเกิน 0.5 % ในส่วนผสมของเบนซินต่อ แอลกอฮอล์ โดยน้ำมันเบนซินจะแยกตัวขึ้นในส่วนบน และมีส่วนผสมของน้ำและ แอลกอฮอล์อยู่ด้านล่าง

1.2.4 น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วคืออะไร

น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว (unleaded gasoline) คือ น้ำมันที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้กับ รถยนต์โดยไม่มีการเติมสารตะกั่วลงไป ปัจจุบันน้ำมันเบนซินที่ผลิตขึ้นมาและใช้ใน ประเทศไทยนั้น จะต้องมีสารตะกั่วอยู่ไม่เกิน 0.40 กรัมต่อลิตร ตามมาตรฐาน ของกระทรวงพาณิชย์ และภายในเดือนกันยายน 2535 รัฐบาลก็ได้กำหนดให้ลดสาร ตะกั่วลงเหลือ 0.15 กรัมต่อลิตร และมีแนวโน้มที่จะสนับสนุนให้มีการใช้น้ำมันเบนซิน ไร้สารตะกั่วกับรถยนต์ในประเทศไทยต่อไป

ตะกั่วเป็นสารที่เติมลงไปในน้ำมันเบนซิน เพื่อเพิ่มค่าออกเทนหรือค่าความดัน ทานคางน็อกของเครื่องยนต์ที่ประพจน์ที่สุด ในการที่จะลดสารตะกั่วในน้ำมันเบนซินลง โดยที่ยังคงไว้ซึ่งค่าออกเทนให้สูงพอที่จะใช้งานกับเครื่องยนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ก็อาจทำได้ด้วยวิธีผสมสารพวกออกซิเจนลงไปน้ำมันเบนซิน เพื่อเพิ่มค่าออกเทน การใช้สารตะกั่ว และได้จากขบวนการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันในขั้นตอนการผลิตให้ ได้ค่าออกเทนสูงขึ้น เช่น Platforming, Isomerization, alkylation เป็นต้น หรือทั้งสอง วิธีในกรณีที่ต้องการค่าออกเทนสูงๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการระเหย (volatility) ในการที่จะเลือกเอาสัดส่วนและชนิดของน้ำมันจากขบวนการปรับปรุงคุณภาพ

บิวเทนและออกซิเจนเพื่อให้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วที่มีค่าออกเทนตามที่ต้องการ และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สารตะกั่วที่ใส่ไปในน้ำมันจะถูกขับออกมาทางท่อไอเสียในรูปตะกั่วโปรไมด์หรือตะกั่วคลอไรด์ ซึ่งเป็นสารระเหยง่าย ตะกั่วเหล่านี้จะอยู่ในอากาศ ผุ้งลอย และปนเปื้อนกับอาหาร สารตะกั่วนี้เป็นพิษต่อร่างกายสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสมองของเด็กที่อยู่ในปฐมวัย ทำให้การพัฒนาทางสมองและจิตใจของเด็กล่าช้า และเป็นอุปสรรคต่อการสร้างเม็ดเลือดแดงเกิดโรคโลหิตจางได้ สารตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้โดยการหายใจเข้าไปติดมากับอาหารและพืชผัก เราสามารถลดปริมาณสารตะกั่วในบรรยากาศได้โดยเปลี่ยนไปใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว ซึ่งจะทำให้สิ่งแวดล้อมสะอาดขึ้น

การใช้น้ำมันไร้สารตะกั่วยังทำให้รถยนต์ที่ออกมาให้ใช้ได้กับน้ำมันชนิดนี้สามารถติดตั้งเครื่องฟอกไอเสียรถยนต์ ทำให้สามารถลดก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันเบนซิน คือ พหุคาร์บอนมอนนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน และสารไฮโดรคาร์บอน ได้อย่างมากเครื่องฟอกไอเสียรถยนต์ ทำมาจากพวกโลหะมีตระกูล เช่น แพลตินัม โรเดียม และพาลาเดียม ที่ติดตั้งบนเซรามิกบล็อก ติดตั้งอยู่ที่ท่อไอเสียส่วนที่ต่อออกมาจากเครื่องยนต์ ทิวใหม่มลพิษที่ออกมาจากเผาไหม้ถูกเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน (oxidation and reduction reaction) เปลี่ยนคาร์บอนมอนออกไซด์เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจนถูกเปลี่ยนให้เป็นก๊าซไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ และพวกไฮโดรคาร์บอนจะถูกเปลี่ยนเป็นไอน้ำและคาร์บอน ไดออกไซด์

ดังนั้น การใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วจึงเป็นแนวทางการลดมลภาวะที่จะสามารถลดได้ทั้งสารตะกั่วและก๊าซพิษที่ออกมากับไอเสียรถยนต์ ในสหรัฐอเมริกาประเทศเดียวใช้น้ำมันเบนซินมากกว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณการใช้ทั่วโลก คือสูงถึง 319 ล้านตัน ซึ่งมากจำนวนที่ 89 % เป็นน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว สหรัฐอเมริกาและแคนาดา (สัดส่วนของ ULG เท่ากับ 81 %) ได้เริ่มมีน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว (ชนิดธรรมดาหรือ Regular) จำหน่ายในราวปี 1974 และชนิดพิเศษ(Premium) ในราวปี1979 ในด้านการผลิตรถยนต์ ตั้งแต่ปี 1975 เป็นต้น สามารถที่จะผลิตจะต้องมีเครื่องฟอกไอเสียรถยนต์ติดตั้งอยู่ด้วย ซึ่งเป็นการบังคับไปในตัวว่ารถรุ่นใหม่ๆ ก็จะต้องหันมาใช้น้ำมันไร้สารตะกั่วโดยที่หัวจ่ายน้ำมันและท่อรับน้ำมันของรถจะถูกออกแบบให้เล็กกว่าธรรมดาเพื่อไม่ให้เดิมคิด ซึ่งก็เป็นผลทำให้ขอกการใช้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อย่างไรก็ดีหากเปรียบเทียบกับญี่ปุ่นก็คือนับว่ายังช้ากว่า ญี่ปุ่นเองในปัจจุบันน้ำมันเบนซินที่ใช้ทั้งหมดในประเทศ

เป็นน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว ทั้งๆ ที่ญี่ปุ่นเองเริ่มทีหลัง โดยเริ่มมีการจำหน่ายน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วชนิดธรรมดาในปี 1975 และชนิดพิเศษในปี 1983 ส่วนประกอบอื่นๆ นั้น เช่น โนบูโรปัสต์ส่วนของน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วก็นับว่าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มาดูในเอเชียกันบ้าง ได้หวั่น เกาหลี ออสเตรเลีย มีการส่งเสริมให้ใช้น้ำมันชนิดนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเกาหลีเองปัจจุบันสัดส่วนของน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วสูงถึง 48 % แล้ว เพื่อนบ้านเราคือ มาเลเซียมีใช้เมื่อปี 1990 สิงคโปร์มีใช้ในปี 1991 ซึ่งก็อาจจะสรุปได้ว่าน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากทุกคนก็เล็งเห็นถึงผลประโยชน์และความจำเป็นที่จะต้องใช้น้ำมันชนิดนี้ ระยะเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนจากน้ำมันเบนซินธรรมดาเป็นชนิดไร้สารตะกั่ว ทั้งหมดก็ยังไม่ต่ำกว่า 10 ปี ซึ่งขึ้นอยู่กับความร่วมมือของภาครัฐบาล เอกชน ตลอดจนผู้ใช้ทุกท่าน

เนื่องจากน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วมีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ซึ่งก็จะทำให้ราคาขายของน้ำมันสูงขึ้นด้วยเพื่อที่จะให้เป็นที่ยอมรับแก่ผู้ใช้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง รัฐบาลอาจจะช่วยสนับสนุนได้ด้วยการพิจารณาลดภาษีเพื่อให้ราคาต่ำลง อันจะเป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ และส่งผลต่ออัตราการความเจริญเติบโตของน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว นอกเหนือจากเรื่องราคาแล้ว ก็อาจจะต้องสนับสนุนให้คิดเครื่องฟอกไอเสียรถยนต์ ในรถยนต์รุ่นใหม่ๆ ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น ผู้ผลิตและจำหน่ายน้ำมันด้วยความร่วมมือจากผู้ผลิตรถยนต์ ต้องให้ความรู้กับผู้ใช้รถยนต์ทั่วไป จะต้องให้ข้อมูลได้ว่ารถยนต์สามารถเปลี่ยนมาใช้ น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วได้หรือไม่อย่างไร ด้วยความร่วมมือของทุกฝ่ายดังที่ปฏิบัติกันอยู่เป็นตัวอย่างแล้วในต่างประเทศ ก็จะทำให้เราค่อยๆ ลดสัดส่วนของน้ำมันเบนซินที่มีตะกั่ว 0.15 กรัมต่อลิตร(หลังกันยายน 2535) ลงไปเรื่อยๆ จนหมดไป ถึงแม้ว่าจะต้องใช้เวลาถึง 5 ปี 10 ปี ปีก็คัม

1.2.5 มาตรฐานของน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว

น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วที่มีใช้กันอยู่อย่างกว้างขวางในหลายภูมิภาคของโลก เช่น ในสหรัฐอเมริกา แคนาดา ญี่ปุ่น และยุโรป เป็นต้น ปริมาณของสารตะกั่วที่ถูกควบคุมในแต่ละแห่งก็แตกต่างกันออกไปคือ ในญี่ปุ่น ไม่มีสารตะกั่วในน้ำมันเบนซินเลย ในขณะที่ทางสหรัฐอเมริกาและแคนาดา กำหนดไว้ไม่เกิน 0.01 กรัมต่อลิตร หลายประเทศในยุโรปเช่น เยอรมัน สวีเดน อังกฤษ ฯลฯ กำหนดไว้สูงสุดไม่เกิน

0.013 กรัมต่อลิตร สำหรับประเทศไทยเรานั้น ตามรายละเอียดแนบท้ายประกาศกระทรวงพาณิชย์ พ.ศ. 2534 ว่าด้วยเรื่องกำหนดคุณภาพของน้ำมันเบนซินนั้นได้กำหนดให้น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ ชนิดที่ 2 (ไร้สารตะกั่ว) จะต้องมีปริมาณสารตะกั่วอยู่ในน้ำมันไม่เกิน 0.013 กรัมต่อลิตร และมีค่าออกเทนเท่ากับ 95

1.2.6 วัตถุประสงค์การใช้ น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว

ถึงแม้ว่าตะกั่วจะเป็นสารที่ช่วยเพิ่มค่าออกเทนของน้ำมันด้วย ค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างต่ำ แต่สารตะกั่วก็มีผลเสียต่อสภาวะแวดล้อมเป็นอย่างยิ่ง

วัตถุประสงค์หลักของการใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วมีอยู่ 2 อย่างคือ

ก. เพื่อป้องกันอันตรายจากสารตะกั่วต่อสุขภาพของประชาชนสารตะกั่วที่ออกมาจากท่อไอเสียของรถยนต์จะอยู่ในรูปของตะกั่วโบรไมด์หรือตะกั่วคลอไรด์ ซึ่งเป็นสารระเหยง่าย ตะกั่วเหล่านี้จะอยู่ในอากาศ ฝุ่นละออง และปนเปื้อนกับผัก อาหารที่ขาดความถี่องถนน เข้าสู่ร่างกายโดยการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนสารตะกั่ว การหายใจ สารตะกั่วเหล่านี้เป็นอันตรายต่อสมองของเด็กที่อยู่ในครรภ์ ทำให้การพัฒนาทางสมองของเด็กล่าช้า หรือผู้ใหญ่ก็จะเกิดอาการเซื่องซึม ภาวะวุ่นวาย หงุดหงิด และอาจเข้าเป็นอัมพาตได้

ข. เพื่อให้รถยนต์สามารถติดตั้งเครื่องฟอกไอเสียรถยนต์ได้ ไอเสียรถยนต์ที่ออกมานั้นมีส่วนประกอบของก๊าซที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน คือประกอบด้วย

คาร์บอนมอนนอกไซด์

ไฮโดรคาร์บอน

ออกไซด์ของไนโตรเจน

ก๊าซพิษคาร์บอนมอนนอกไซด์สามารถรวมตัวกับสารฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงได้ง่าย มีผลต่อการทำงานของออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ของร่างกาย และระบบความจำเสื่อม ถ้ารับสารนี้มากอาจเสียชีวิตได้สารไฮโดรคาร์บอนสามารถมีปฏิกิริยาได้ดีกับพวกออกไซด์ของไนโตรเจน และรังสีอัลตราไวโอเล็ตทำให้เกิดหมอก ออกไซด์ของไนโตรเจนตัวที่สำคัญคือ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งถ้ามีความเข้มข้นสูงเกิน 150 ppm แล้วจะทำให้ตาระคายเคือง และทำให้เกิดอาการหอบหืดในทางเดินหายใจ

ในปัจจุบันวิธีที่ดีที่สุดที่จะลดไอพิษทั้งสามชนิดนี้ลงคือ การติดตั้งเครื่องฟอกไอเสีย เครื่องฟอกไอเสียจะทำหน้าที่ช่วยลดปริมาณของไอพิษให้อยู่ในปริมาณที่ต่ำมาก

แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าเรายังใช้น้ำมันเบนซินที่ใส่สารตะกั่วอยู่ก็ไม่สามารถติดตั้งเครื่องฟอกไอเสียรถยนต์ได้ สาเหตุเนื่องจากตะกั่วจะทำให้เครื่องฟอกไอเสียทำงานไม่ได้ผล ดังนั้นการใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วจึงเป็นแนวทางการลดมลภาวะได้อย่างถูกต้องที่สุด

1.3 เครื่องฟอกไอเสียรถยนต์

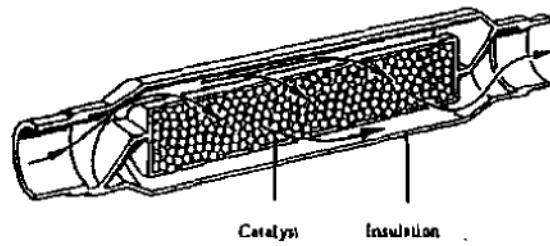
ดังที่ทราบแล้วว่า ในไอเสียรถยนต์มีสารมลพิษที่อันตรายอยู่ 3 ชนิด ได้แก่คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน (CH) ออกไซด์ของไนโตรเจน(NO_x) เครื่องฟอกไอเสียรถยนต์เป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ช่วยลดปริมาณมลพิษที่ ออกมาจากไอเสียซึ่งเกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง อุปกรณ์นี้จะติดตั้งบริเวณท่อไอเสียของรถยนต์เพื่อลดปริมาณมลพิษที่ออกมาจาก ไอเสียก่อนปล่อยออกสู่อากาศ

1.3.1 เครื่องฟอกไอเสียประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

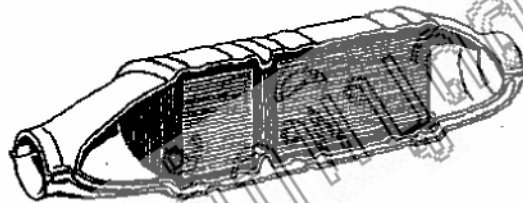
ส่วนที่หนึ่ง ส่วนที่อยู่ภายนอกสุด มีลักษณะเป็นกล่องโลหะ (container) เพื่อสามารถยึดหรือติดตั้งเข้ากับระบบท่อไอเสีย ระหว่างท่อไอเสีย (exhaust manifold) กับท่อเก็บเสียง

ส่วนที่สอง เป็นส่วนที่อยู่ภายในกล่องโลหะ และเป็นส่วนที่จะให้สารเร่งปฏิกิริยาเคลือบติดเกาะไว้ ส่วนที่สองนี้ถ้าแบ่งตามโครงสร้างจะแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ Pellet type และ monolith Type Pellet type ประกอบด้วยวัสดุทรงเล็กๆ จำนวนมากเป็นพวกเซรามิก ส่วนแบบ monolith Type นั้นมีลักษณะคล้ายรังผึ้งที่ทำหน้าด้วยเซรามิก (ceramic honeycomb) เป็นช่องสี่เหลี่ยมเล็กๆ สำหรับให้ท่อไอเสียไหลผ่านได้

ส่วนที่สาม เป็นสารเร่งปฏิกิริยา อาจจะเป็น Platinum-Pt , Palladium-Pd , Rhodium-Rh ตัวใดตัวหนึ่งหรือผสมกัน โคนโลหะกลุ่มนี้มีชื่อเรียกรวม ๆ ว่า Platinum Group Metal- PGM สารเร่งปฏิกิริยาเหล่านี้จะเคลือบไว้บาง ๆ บนผิวของส่วนที่สองดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 เครื่องฟอกไอเสียรถยนต์ชนิด Pellet type



รูปที่ 1.2 เครื่องฟอกไอเสียรถยนต์กับรังผึ้งของเซรามิกส์

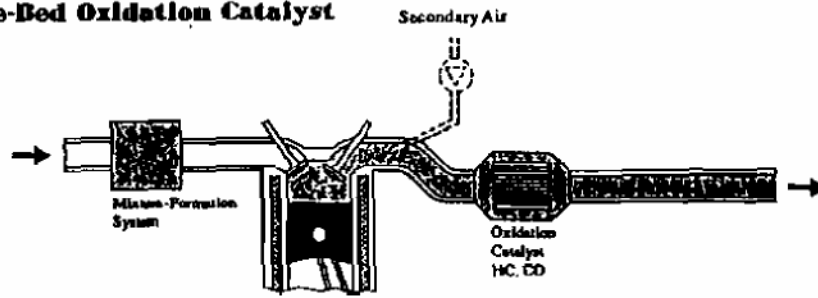
ด้วยเหตุที่สารตะกั่ว ซึ่งมีอยู่ในน้ำมันเบนซินในปัจจุบัน จะมีผลต่อการเร่งปฏิกิริยาของแพลาตินัม แพทเดียม หรือโรเดียม ดังนั้น น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไร้จึงเป็นน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วหรือ Unleaded Gasoline (ULG) นั่นเอง

1.3.2 ชนิดของเครื่องฟอกไอเสีย

ก. เครื่องฟอกไอเสียชนิดออกซิเดชัน (Oxidation Catalytic Converter)

เครื่องฟอกไอเสียชนิดนี้ทำหน้าที่ลดปริมาณสารพิษคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน(CH) ในไอเสียรถยนต์ให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ โดยมีสาร PGM เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

Single-Bed Oxidation Catalyst

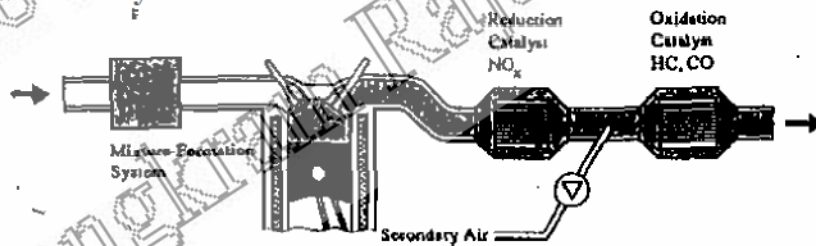


รูปที่ 1.3 เครื่องฟอกไอเสียชนิดออกซิเดชัน

ข. เครื่องฟอกไอเสียชนิดตัวบด (Dual-Bed Catalytic Converter)

ประกอบด้วยกล่องเหล็กที่เรียกว่า bed 2 กล่องเรียงกัน ไอเสียจะไหลผ่านส่วนแรกซึ่งเป็น reduction catalyst เพื่อลดออกไซด์ของไนโตรเจน จากนั้นก็ไหลต่อไปส่วนที่สอง (ตรงช่องต่อระหว่างส่วนแรกและส่วนที่สองจะมีอากาศภายนอกเข้ามาเสริม) ผสมกับอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจน ส่วนที่สองซึ่งเป็น Oxidation catalyst จะลดคาร์บอนมอนอกไซด์ และ ไฮโดรคาร์บอน ทั้งสองส่วนมีสาร PGM เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

Dual-Bed Catalyst



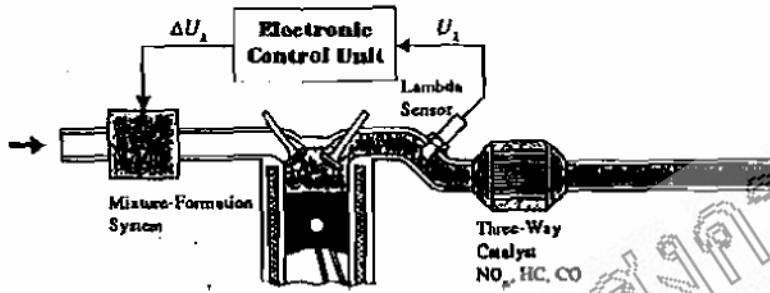
รูปที่ 1.4 เครื่องฟอกไอเสียชนิดตัวบด

ค. เครื่องฟอกไอเสียชนิดทรี-เวย์ (Three-Way catalytic Converter)

เป็นการรวมเอา Bed ทั้งสองส่วนของ Dual -Bed เข้าด้วยกัน ก๊าซพิษทั้งสาม ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ไฮโดรคาร์บอน (CH) ออกไซด์ของ

ไนโตรเจน(NO_x) จะถูกลดลงไปพร้อมกัน และไม่ต้องมีอากาศเสริมจากภายนอก แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่ว่าอัตราส่วนผสมของอากาศกับเชื้อเพลิงจะต้องมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณสารสัมพันธ์ (stoichiometric A/F Ratio) จึงจำเป็นต้องมี Electronically controlled unit มาช่วยควบคุมให้การปรับส่วนผสมของไอคืออยู่ภายในช่วงที่ต้องการอีกทีหนึ่ง

Single-Bed Three-Way Catalyst



รูปที่ 1.5 เครื่องฟอกไอเสียชนิดทรีเวย์

ปฏิกิริยาของเครื่องฟอกไอเสียชนิดทรีเวย์



มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

1.4 น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วกับเครื่องยนต์เบนซิน

น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วนอกจากช่วยให้สภาวะแวดล้อมดีขึ้นแล้ว ยังมีผลดีต่อเครื่องยนต์เบนซินอีกหลายอย่าง ก่อนที่จะพูดถึงส่วนดีนี้ขอขออนุญาตกล่าวถึงสารตะกั่วลงในน้ำมันเบนซินนั้นเป็นการเพิ่มค่าออกเทนให้กับน้ำมันวิธีหนึ่ง ในกระบวนการผลิตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้ในช่วง Pre-flame Reaction จะเกิดตะกั่วออกไซด์ (PbO) ซึ่งมีจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิสูงมาก ไม่สามารถระเหิดตัวออกจากห้องเผาไหม้ผ่านวาล์วไอเสียได้ และตกค้างอยู่ภายใน ช่องจะไม่เป็นผลดีต่อเครื่องยนต์แน่ จึงจำเป็นต้องเติมสารอย่างอื่นลงในน้ำมันเบนซิน เช่น เอทิลีนไดโบรไมด์ (Ethylene dibromide) หรือ เอทิลีนไดคลอไรด์ (Ethylene dichloride) เพื่อทำปฏิกิริยากับตะกั่วออกไซด์เป็นตะกั่วโบรไมด์หรือตะกั่วคลอไรด์ และมีจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิต่ำลง ระเหิดตัวง่ายขึ้น จึงถูกขับออกพร้อมๆ กับไอเสียได้ นอกจากนี้สารที่เติมลงไปยังทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิงและอากาศเกิดสารประกอบพวกไฮโดรเจนคลอไรด์ (hydrogen chloride) หรือ ไฮโดรเจนโบรไมด์ (hydrogen bromide) ซึ่งเมื่อรวมตัวกับน้ำจะมีสภาพเป็นกรด สำหรับน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว แล้วสารประกอบเหล่านี้จะไม่มี ทำให้ปริมาณสารประกอบต่างๆ ที่จะเป็นอันตรายต่อเครื่องยนต์เบนซินลดน้อยลง

ผลดีของน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วต่อเครื่องยนต์เบนซิน

อ. หัวเทียน

สารประกอบของตะกั่วบางส่วนจะไปจับที่เขี้ยวของหัวเทียน เมื่อมาก ๆ เข้ากลายเป็นฉนวน ไม่สามารถจะจุดระเบิดได้ (หัวเทียนบอด) หรืออาจกัดกร่อนทำให้เขี้ยวหัวเทียนสึก ระยะห่างของเขี้ยวหดไป หัวเทียนก็จะจุดระเบิดไม่ตรงกับองศาจุดระเบิดที่ตั้งไว้ สำหรับน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว แล้วมีปัญหานี้จะลดน้อยลงไป ทำให้หัวเทียนมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น และทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้อง เชื้อเพลิงจะเผาไหม้ได้หมดก่อนจะถูกปล่อยออกทางวาล์วไอเสีย เครื่องยนต์ก็จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพด้วย

ข. ท่อไอเสีย

การหมักร่อนของท่อไอเสียส่วนหนึ่งมาจากไอเสีย ซึ่งมีสารประกอบกรดคือกรดไฮโดรคลอริกหรือกรดไฮโดรฟลูอริก ซึ่งจะไม่อยู่ในน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว

ได้ส่วนหนึ่งแล้วน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วยังไม่มีการประกอบอื่นๆ เช่น ตะกั่วออกไซด์ หรือตะกั่วโบรไมด์ ตะกั่วคลอไรด์ นั้นหมายถึงว่าปริมาณสารประกอบที่ไม่เป็นผลคือ เครื่องยนต์จะน้อยกว่าน้ำมันเบนซินที่ใส่สารตะกั่ว เมื่อเป็นเช่นนี้ ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานน้ำมันหล่อลื่นก็จะไม่ถูกปะปนด้วยสิ่งสกปรกเหล่านี้หรือถูกปะปนด้วยสิ่งสกปรกลดน้อยลง ทำให้น้ำมันหล่อลื่นสามารถทำหน้าที่ในการหล่อลื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นการช่วยลดการสึกหรอของเครื่องยนต์ได้อีกทางหนึ่งด้วย จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วไม่เพียงแต่ช่วยลดมลพิษแล้ว แต่ยังมีผลคือต่อเครื่องยนต์อีกด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 1.4 แสดงคุณภาพของน้ำมันเบนซิน

Description	Unit	Test Method	น้ำมันเบนซินใช้สารตะกั่ว	น้ำมันเบนซินพิเศษ	น้ำมันเบนซินธรรมดา
Colour		Visual	Green	Light Yellow	Red
Research Octane Number (RON)	ON	ASTM D-2699	96.7	94.7	86.7
Distillation initial boiling point	°C	ASTM D-86			
10% Evaporated	°C		70	70	70
50% Evaporated	°C		77	77	77
90% Evaporated	°C		110	110	110
End Point	°C		170	170	170
Residue	%W		200	200	200
Reid Vapour Pressure(RVP)	kPa		2.0	2.0	2.0
Lead Content	gPb/l	ASTM D-323	60	60	60
Sulphur Content	%mL	ASTM D-3341	0.013	0.15	0.15
Existing Gum (Unwashed)	mg/100ml	ASTM D-1266	0.1	0.15	0.15
Cu Strip Corrosion (3 Hrs/50C)	min	ASTM D-381	40	4.0	4.0
Oxidation Stability	%V	ASTM D-130	No.1	No.1	No.1
MTBE		ASTM D-525	360	360	360
Additive			10	10	-

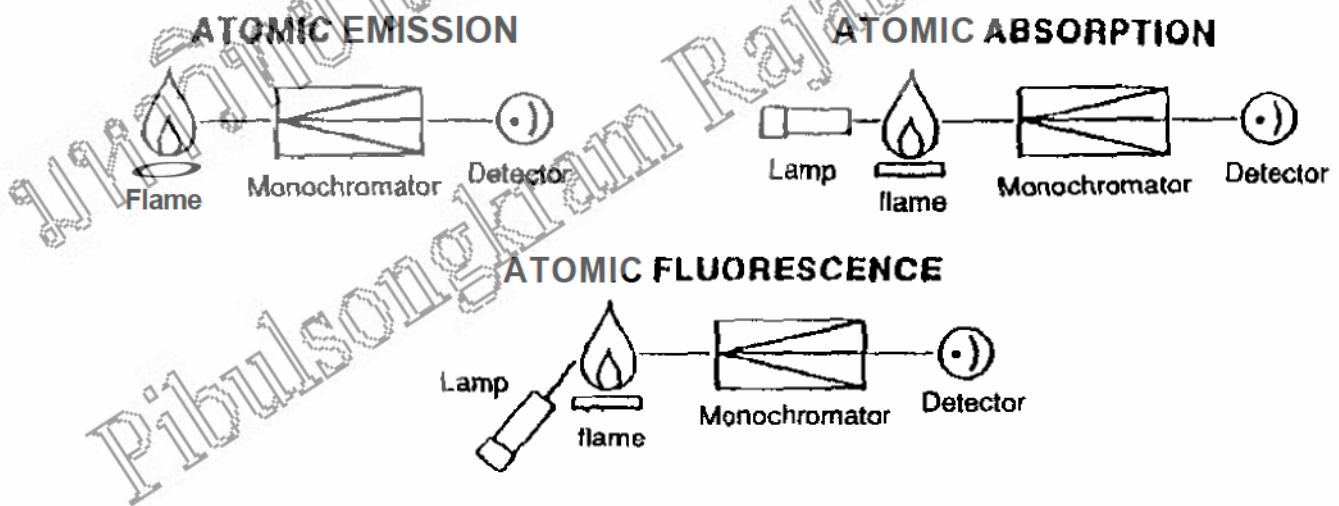
1.5 อะตอมมิกแอ็บซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมตรี¹⁶

(ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY)

1.5.1 หลักการทั่วไป

เทคนิค AAS เป็นหนึ่งในสามเทคนิค ที่เกี่ยวข้องกับ atomic spectroscopy นั่นคือ atomic emission (AE), atomic absorption (AA) และ atomic fluorescence (AF) ซึ่งต่างก็เป็นกระบวนการการวิเคราะห์ปริมาณธาตุ โดยอาศัยหลักการดูดกลืนหรือคายพลังงานแสงของอะตอม

อะตอมของธาตุต่างๆ ซึ่งต่างก็มีการจัดเรียงตัวอิเล็กตรอน ที่เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละธาตุ เมื่ออยู่ในสภาวะพื้น (ground state) ก็จะมีพลังงานต่ำสุด แต่เมื่ออะตอมเหล่านั้นได้รับพลังงานที่มีค่าเหมาะสม ก็จะทำให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอม ถูกกระตุ้นให้ขึ้นไปสู่สภาวะกระตุ้น (excited state) แต่เนื่องจากสภาวะนี้ไม่เสถียรอิเล็กตรอนก็จะกลับสู่สภาวะพื้น พร้อมทั้งคายพลังงานที่รับเข้าไปออกมาในรูปคลื่นแสง ซึ่งจะมีความสลับซับซ้อนของความยาวคลื่นแสงเพียงใดจะขึ้นกับจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน เทคนิคทาง atomic spectroscopy จะอาศัยหลักการวัดปริมาณพลังงานที่ถูกดูดกลืนหรือคายออกมา ในการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานเหล่านั้นเอง ดังแผนภาพในรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 กระบวนการต่างๆ ของ atomic spectroscopy

งานบริการสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

พิษณุโลก

เทคนิค AAS นั้น นับว่าเป็นเทคนิคที่มีการใช้งานกันมากที่สุดในสามเทคนิคดังกล่าว สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารต่าง ๆ ซึ่งการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis) ของเทคนิค AAS ยังคงอาศัยความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงที่วิ่งไปตามหลักของ Beer ดังสมการ

$$A = abc$$

เมื่อ A คือค่า absorbance ($\log I_0/I$)

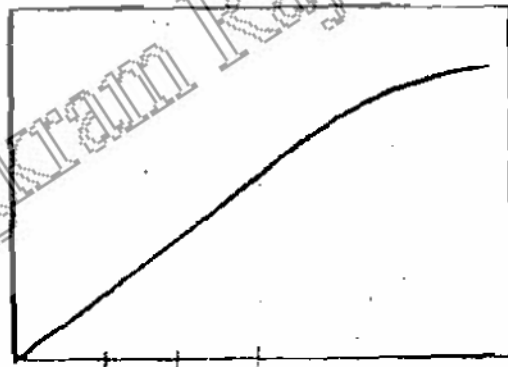
a คือค่า absorption coefficient ซึ่งเป็นค่าคงที่ที่เป็นลักษณะเฉพาะของสารที่ดูดกลืนแสง

b คือระยะทางที่แสงผ่านที่เกิดการดูดกลืนแสง

และ c คือความเข้มข้นของสารที่ดูดกลืนแสง

ดังนั้น เมื่อนำค่าการดูดกลืนแสง (A) มาพล็อตกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน จะปรากฏกราฟเส้นตรงที่เรียกว่ากราฟมาตรฐาน ดังรูปที่ 1.7 แต่อย่างไรก็ตาม การสร้างกราฟมาตรฐานในลักษณะเช่นนี้ จะได้กราฟเส้นตรงในช่วงความเข้มข้นหนึ่ง ๆ เท่านั้น และบางครั้ง อาจจะได้ออกมาเป็นเส้นโค้งก็มี

Absorbance



ความเข้มข้น

รูปที่ 1.7 กราฟมาตรฐานของการดูดกลืนแสง

124218

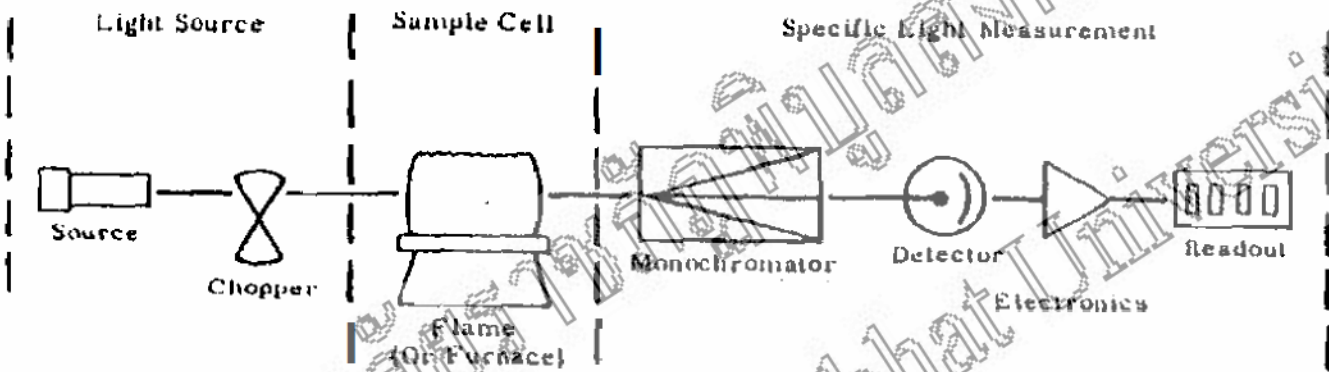
๓
๕๕๖.๖๙๙
๗๓๔๓
๕.๑

1.5.2 อุปกรณ์หลักในเครื่อง AAS

อุปกรณ์หลักในเครื่อง AAS ประกอบด้วยส่วนหลักสำคัญ 3 ส่วน (ดังรูปที่ 1.8) คือ

- แหล่งกำเนิดแสง (light source)
- ระบบเบิร์นเนอร์ (burner system)
- อุปกรณ์วัดแสง

SINGLE-BEAM ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER



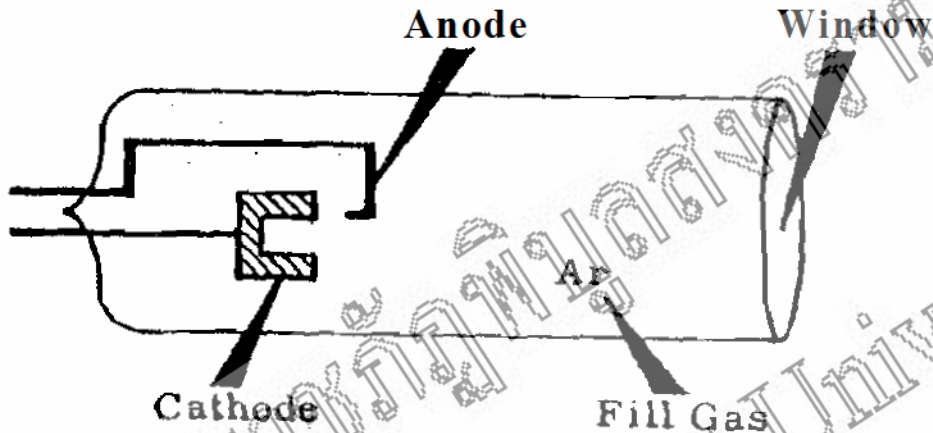
รูปที่ 1.8 แผนภาพอุปกรณ์หลักใน AAS

ก. แหล่งกำเนิดแสง

เนื่องจาก อะตอมจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นเฉพาะ ในการที่จะวัดการดูดกลืนแสงด้วยความไวที่สูงสุด จำเป็นจะต้องมีแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นแบบเส้น ที่จะคายแสงที่มีความยาวคลื่นที่จะถูกดูดกลืนโดยอะตอม นอกจากนี้ แหล่งกำเนิดแสงชนิดนี้ ยังส่งผลให้เทคนิคอะตอมมิคแอบซอร์พชันเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่มีการรบกวนน้อยมาก แหล่งกำเนิดแสง

ดังกล่าวนี้ ปกติจะนิยมใช้หลอดสอลโลว์คาโรด (hollow cathode lamp) ซึ่งมีองค์ประกอบดังรูปที่ 1.9

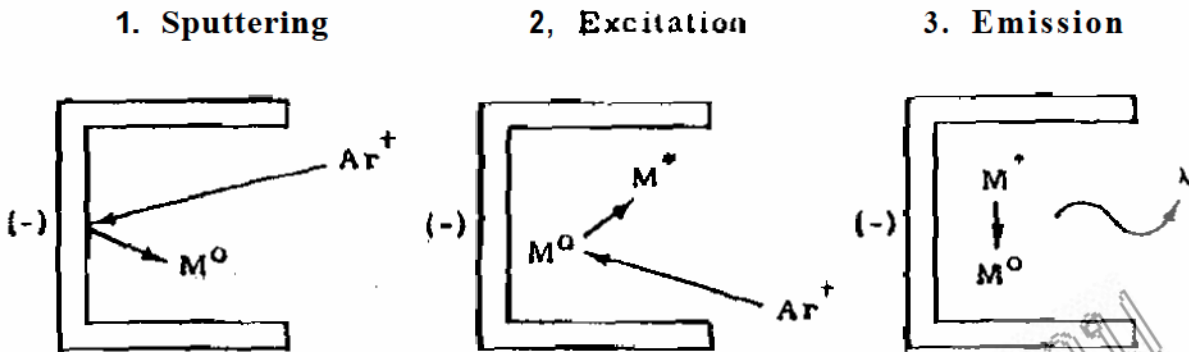
HOLLOW CATHODE CAMP



รูปที่ 1.9 หลอดสอลโลว์คาโรด (hollow cathode lamp)

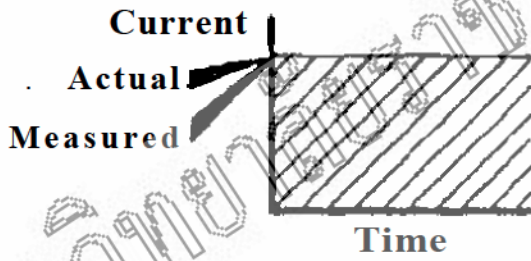
คาโรดของหลอดสอลโลว์ จะมีลักษณะทรงกระบอกกลวงทำด้วยโลหะที่จะทำการวิเคราะห์ทั้งอนาโมดและคาโรด จะอยู่ในหลอดแก้วปิดภายในบรรจุด้วยก๊าซนีออน (Ne) หรือ อาร์กอน (Ar) ส่วนหน้าต่าง (window) ของหลอด อาจจะเป็นแก้วธรรมดาหรือแก้วควอทซ์ กระบวนการคายแสงของสอลโลว์คาโรดเกิดขึ้นได้ดังรูปที่ 1.10 อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานของหลอดสอลโลว์คาโรดนั้น จำเป็นต้องมีการแปลงสภาพ (modulation) สัญญาณ เพื่อที่จะเพิ่มความเข้มขึ้นของแสง และลดปัญหาการคายแสงจากส่วนของเปลวไฟ ซึ่งการแปลงสัญญาณอาจทำได้ทั้งใช้วิธีการ (mechanical modulation) หรือ วิธีการอิเล็กทรอนิกส์ (electronic modulation)

HOLLOW CATHODE LAMP PROCESS

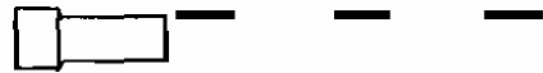
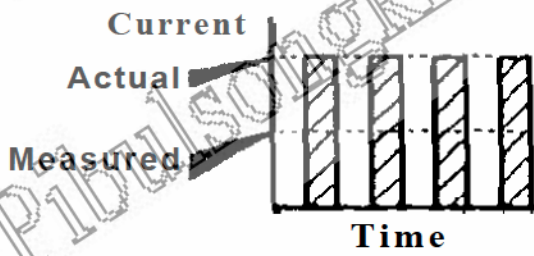


รูปที่ 5 กระบวนการคายแสงของหลอดขอลโวลตา

MECHANICAL MODULATION



ELECTRONIC MODULATION

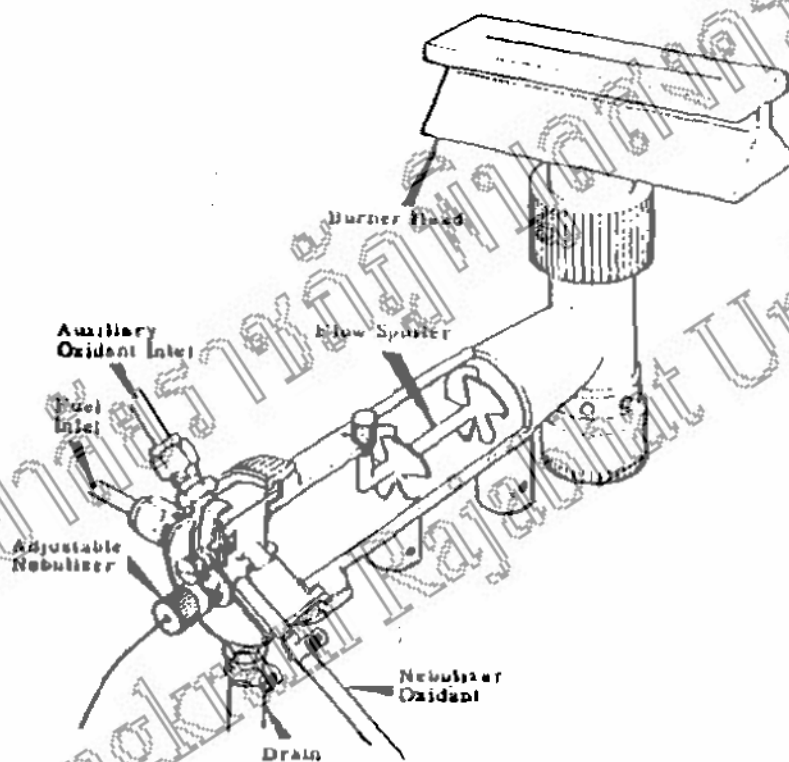


รูปที่ 1.11 การแปลงสภาพสัญญาณโดยวิธีกล (mechanical modulation)

ข. ระบบเบิร์นเนอร์ (burner system)

เป็นระบบที่ทำการเปลี่ยนสภาพ ของสารละลายให้กลายเป็นอะตอม อาจจะเรียก อีกชื่อหนึ่งเป็น อะตอมไมเซอร์ (atomizer) อุปกรณ์ส่วนนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์ย่อย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนบิวไลเซอร์ (nebulizer) และส่วนที่เป็นเบิร์นเนอร์ (burner) ดังรูปที่ 1.12

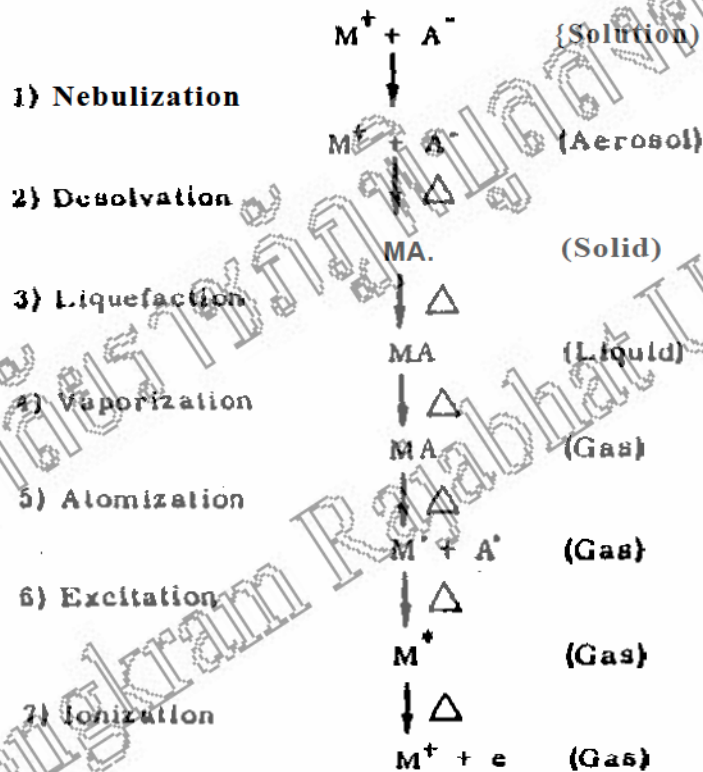
PREMIX BURNER SYSTEM



รูปที่ 1.12 ระบบเบิร์นเนอร์ (burner system)

เนบิวโลซอร์ เป็นส่วนที่สารละลายถูกทำให้เป็นละอองฝอยเล็ก ๆ ผสมกับเชื้อเพลิง และ ตัวออกซิไดส์ ส่วนเบอร์เนอร์จะเป็นส่วนที่ทำให้เกิดอะตอมของธาตุที่จะวิเคราะห์ ที่จะเกิดขึ้นใน เปลวไฟดังกระบวนการ- (รูปที่ 1.13) ซึ่งการใช้เชื้อเพลิงระบบใดนั้น จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของ เปลวไฟที่ต้องการ แต่ส่วนใหญ่แล้วในการวิเคราะห์ทั่วไป มักจะใช้เปลวไฟแบบ air - acetylene สำหรับเชื้อเพลิงที่ใช้กับเบอร์เนอร์ต่าง ๆ นั้นมีด้วยกันหลายระบบดังตาราง

FLAME PROCESS



รูปที่ 1.13 กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเปลวไฟ

ตารางแสดงเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ที่ใช้กับเบอร์เนอร์

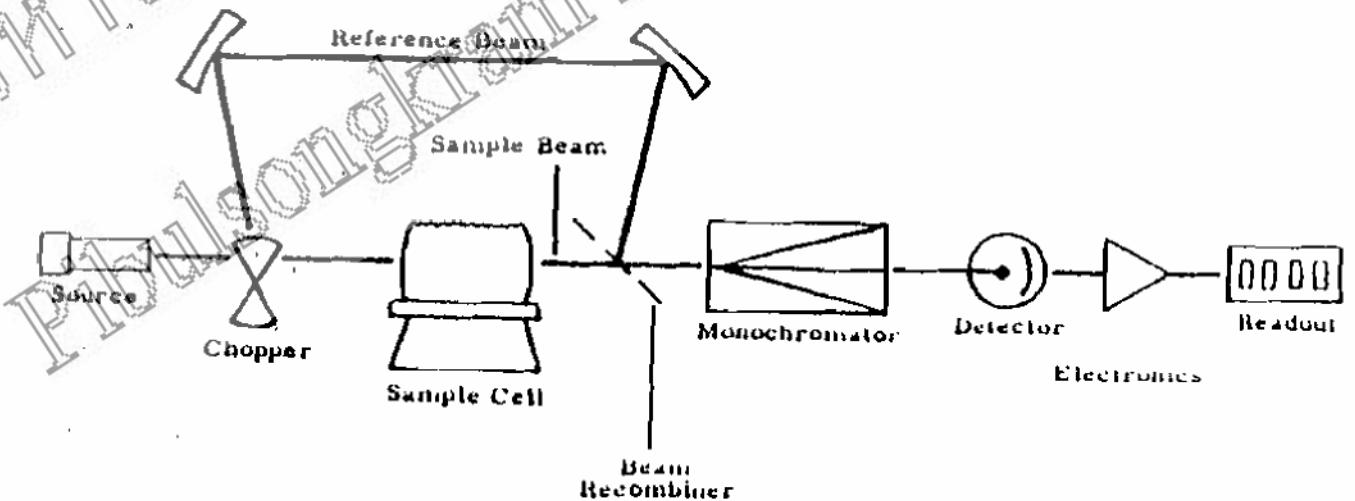
TEMPERATURES OF PREMIX FLAMES*

Oxidant-Fuel	°C
Air-Methane	1875
Air-Natural Gas	1700-1900
Air-Hydrogen	2000-2050
Air-Acetylene	2125-2400
N ₂ O-Acetylene	2600-2800

A. อุปกรณ์วัดแสง

อุปกรณ์ส่วนนี้ประกอบด้วยโมโนโครเมเตอร์ (monochromator) ซึ่งทำหน้าที่แยกแสงจากแหล่งกำเนิดแสงให้ได้ความยาวคลื่นที่ต้องการวัด ส่วนที่สอง จะเป็นส่วนของดีเทคเตอร์ (detector) ซึ่งจะทำหน้าที่เหมือนกับดวงตา ที่จะแปลงความเข้มของแสงให้เป็นกระแสไฟฟ้า ปกติ แล้วดีเทคเตอร์จะเป็นหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ (photomultiplier tube, PTM) ที่จะปล่อยกระแสไฟฟ้า ต่อจากนั้นจึงขยายสัญญาณโดยส่วนที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ แล้วสัญญาณก็จะถูกแปลงต่อ ให้อ่านออกมาในหน่วยความเข้มข้นหรือความเข้มของแสง

นอกเหนือจากระบบเครื่องมือ AAS ที่เป็นแบบ ระบบลำแสงเดี่ยว (single beam AAS) แล้ว ก็ยังวางรูปแบบเครื่องมือ อาจจะวางได้ในลักษณะระบบลำแสงคู่ (double beam AAS) ซึ่งจะขจัดปัญหาต่าง ๆ หลายอย่างที่เกิดขึ้นกับระบบ single beam เช่นการกระเจิงหรือการดูดกลืนของสารละลายตัวอย่าง ความเข้มของแสง ฯลฯ แผนภาพของ AAS ระบบลำแสงคู่ แสดงไว้ในรูปที่ 1.14



รูปที่ 1.14 atomic absorption spectrophotometer ระบบลำแสงคู่

1.5.3 การประยุกต์

เนื่องจาก AAS สามารถใช้ในการวิเคราะห์ธาตุต่างๆ ได้มากกว่า 60 ธาตุ และวิเคราะห์ได้อย่างมีความไวสูง และมีความเฉพาะตัวสูง จึงนำไปใช้ในการวิเคราะห์ธาตุต่างๆ ในสาขาวิชาต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจำเป็นต้องวิเคราะห์หาปริมาณของสารที่มีความเข้มข้นน้อยมากๆ ในระดับ ppm หรือต่ำกว่า เทคนิคทั้งสองได้ให้ประโยชน์อย่างถึงในงานด้านต่างๆ คือ ทางด้านโลหวิทยา ธรณีวิทยา และเหมืองแร่ อุตสาหกรรมเคมี การเกษตร การแพทย์ สิ่งแวดล้อม ฯลฯ

สรุปที่กล่าวมาทั้งหมด เป็นเพียงการแนะนำหลักการและเทคนิคของ AAS อย่างคร่าวๆ ปัจจุบันเทคนิคที่เกี่ยวกับ AAS ได้ก้าวหน้ารวดเร็ว โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ Atom cell ได้มีความพยายามที่จะใช้ energy source อื่นๆ ที่ไม่ใช่ flame ที่เรียกว่า Non-flame หรือ Flameless มาใช้ใน AAS และ plasma source ต่างๆ เช่น ICP (Inductively coupled plasma) เทคนิคใหม่ๆ เหล่านี้ได้ขยายขอบเขตการใช้งาน และประสิทธิภาพของ AAS ไปอย่างมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

1.6 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาปริมาณของสารตะกั่วในน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างในจังหวัดพิษณุโลก
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของสารตะกั่วในน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้กับที่มีการวิเคราะห์ไว้แล้วว่ามีปริมาณสารตะกั่วอยู่ในเกณฑ์ความปลอดภัยหรือไม่

1.7 ขอบเขตการดำเนินการวิจัย

1. ค้นคว้าเอกสารและศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากที่มีอยู่
2. จัดหาวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นในการวิเคราะห์
3. เก็บตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ตามปั้มน้ำมันในเขตจังหวัดพิษณุโลกจากบริษัทที่แตกต่างกัน
4. เตรียมตัวอย่างให้อยู่ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วในตัวอย่าง
5. เปรียบเทียบปริมาณของสารตะกั่วในน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้กับที่มีการวิเคราะห์ไว้แล้ว
6. หาค่าร้อยละของการกักเก็บของสารตะกั่วที่เติมลงไปในตัวอย่างน้ำมัน
7. สรุปผลการทดลองที่ได้และเขียนรายงานสรุป

1.8 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงปริมาณสารตะกั่วในน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ในแต่ละบริษัท
2. เป็นแนวทางในการวิจัยในการหาปริมาณสารตะกั่วโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโทรโฟโตเมตรี
3. ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะเป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

การทดลอง

2.1 สารเคมีและอุปกรณ์การทดลอง

2.1.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. ไซโคลเฮกเซน (cyclohexane, C_6H_{12}) AR Grade ผลิตโดยบริษัท Fluka ผลิตโดยประเทศสวิสเซอร์แลนด์
2. โพแทสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodide, KI) ผลิตโดยบริษัท Merck ผลิตโดยประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน
3. กรดไฮดรอกลอริก (hydrochloric acid, HCl) 37% $d = 1.19 \text{ g/ml}$ AR Grad ผลิตโดยบริษัท Merck ผลิตโดยประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน
4. ไอโซออกเทน (isooctane, C_8H_{18}) AR Grad ผลิตโดยบริษัท Merck ผลิตโดยประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน
5. สารละลายมาตรฐานของตะกั่ว (standard solution of Lead)
6. สารตัวอย่างเป็นน้ำมันเบนซิน, น้ำมันเบนซินพิเศษและน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว จากปั้มต่างๆ ที่มีอยู่ในจังหวัดพิษณุโลก

2.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. วัสดุแก้ว Pyrex
2. เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Satorius รุ่น BP2100 S ผลิตโดย บริษัท Satorius ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน
3. เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Satorius รุ่น BP210 S ผลิตโดย บริษัท Satorius ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน
4. เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตเมทรี (Atomic Absorption Spectrophometry) ยี่ห้อ BGC รุ่น GBC 932 ผลิตโดย บริษัท Dandenong ประเทศออสเตรเลีย

5. เตาให้ความร้อน (Hot plate) ผลิตโดยบริษัท Cenco Instrumenten M.I.N.V. Brenda ประเทศออสเตรเลีย
6. Hollow cathode lamp of Lead ผลิตโดยบริษัท Varian Techtron PTY Ltd. ประเทศออสเตรเลีย

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 การเก็บตัวอย่างน้ำมันเบนซิน

การเก็บตัวอย่างน้ำมันเบนซินจะทำการสุ่มเก็บน้ำมันเบนซินจากปั้มน้ำมันต่าง ๆ ที่มีอยู่ในจังหวัดพิษณุโลก โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมันเบนซิน 3 ชนิด คือ

1. น้ำมันเบนซินธรรมดา
2. น้ำมันเบนซินพิเศษ
3. น้ำมันเบนซินพิเศษไร้สารตะกั่ว

จะทำการเลือกน้ำมันทั้ง 3 ชนิดจากปั้มน้ำมันของบริษัทที่แตกต่างกันจำนวน 7 บริษัท มีดังนี้

1. การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) กำหนดให้เป็น บริษัท A
2. บริษัทเชลล์แห่งประเทศไทย กำหนดให้เป็น บริษัท B
3. บริษัทบางจากมหาชน จำกัดกำหนดให้เป็น บริษัท C
4. บริษัทคอสโม ประเทศไทย จำกัดกำหนดให้เป็น บริษัท D
5. บริษัททีพีโอ กำหนดให้เป็น บริษัท E
6. บริษัทเอสโซ่ ประเทศไทย จำกัดกำหนดให้เป็น บริษัท F
7. บริษัทเจท ประเทศไทย จำกัดกำหนดให้เป็น บริษัท G
8. บริษัททเวท ประเทศไทย จำกัดกำหนดให้เป็น บริษัท H

2.2.2 การเตรียมน้ำมันเบนซินตัวอย่างสำหรับการวัดโดย AAS

1. การสกัดตะกั่ว (การทดลองนี้ควรทำในตู้ควันเพื่อป้องกันไม่ให้ไอของน้ำมันและตัวทำละลายกระจายในบรรยากาศ) ปิ่บ่น้ำมันเบนซิน 5 มิลลิลิตรและไซโคลเฮกเซน หรือ ไอโซออกเทน หรือตัวทำละลายอื่น 25 มิลลิลิตร เดิม

สารละลายไอโอดีนโมโนคลอไรด์ 10 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าอย่างแรง ประมาณ 3 นาที ทิ้งไว้จนแยกชั้น ปล่อยให้ชั้นน้ำลงในขวดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2. เตรียมตัวเทียบมาตรฐาน (reagent blank) ทำนองเดียวกันแต่ไม่ต้องเติมน้ำมันเบนซิน
3. เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่วความเข้มข้น 0, 1, 2, 4, 5, 10 ppm จาก 1000 ppm โดยใช้ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
4. เตรียมสารละลายสารละลายไอโอดีนโมโนคลอไรด์ โดยเติมสารละลาย 25 % โปแทสเซียมไอโอไดด์ จำนวน 112 มิลลิลิตร ลงไปใน กรดไฮดรอกลอริกเข้มข้น จำนวน 112 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นค่อยๆ เติมน้ำไปเพื่อเติมไอโอไดด์ จำนวน 18.75 กรัมลงไปที่ละน้อยขณะคนสารละลายไปด้วย นำมาเติมน้ำกลั่นให้เป็น 250 มิลลิลิตร สารละลายนี้เก็บได้นาน 3 เดือน
5. นำสารละลายตัวอย่างของเบนซินที่เตรียมไว้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ABS จากเครื่อง AAS
6. เขียนกราฟมาตรฐานแล้วเทียบหาปริมาณสารตะกั่วในตัวอย่างน้ำมันตามปั๊มต่างๆ ในจังหวัดพิษณุโลก

2.2.3 การทำกราฟมาตรฐานโดยวิธี AAS

เตรียมสารละลายมาตรฐานของตะกั่ว ความเข้มข้น 1-5 ppm โดยการเจือจางสารละลายมาตรฐานของตะกั่วที่ความเข้มข้น 1000 ppm ด้วยสารละลาย 1 % HNO₃ โดย

1. บีบสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 1000 ppm มา 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำด้วยสารละลาย 1 % HNO₃ จนถึงขีดวัดปริมาตรจะได้สารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 100 ppm
2. บีบสารละลายจากข้อ 1 มาใส่ลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร ในช่วงความเข้มข้นที่ต้องการด้วยสารละลาย 1 % HNO₃ จนถึงขีดวัดปริมาตร
3. นำสารละลายที่เตรียมไว้ไปวัดปริมาตรของโลหะโดยใช้ AAS แล้วเขียนกราฟมาตรฐานซึ่งพลอตระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) กับความเข้มข้น (concentration) ก็จะได้กราฟมาตรฐาน

หมายเหตุ

ในการวิเคราะห์ปริมาณของตะกั่วในน้ำมันเบนซินนั้น เราอาจใช้วิธี direct aspiration คือดูดน้ำมันเบนซินเข้าในวูโรวอร์ ของเครื่องโดยตรง หรืออาจเจือจางด้วยตัวทำละลาย เช่น ไอโซออกเทน (isooctane) หรือเมทิล ไอโซบิวทิล คีโตน (methyl isobutyl ketone) เสียก่อน ทั้งนี้การทำจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพราะทั้งน้ำมันเบนซินและตัวทำละลายเป็นสารไวไฟและติดไฟ นอกจากนี้จะต้องใช้เตตระอัลคิล lead (tetraalkyl lead) สารละลายมาตรฐานในตัวทำละลายเดียวกัน ในการสร้างกราฟมาตรฐาน

อีกวิธีหนึ่งที่ทำได้คือ การสกัดตะกั่วออกจากน้ำมันเบนซินโดยใช้สารละลายไอโอดีนโมโนคลอไรด์ (iodine monochloride) แล้วเทียบกับการวัดสารละลายมาตรฐาน

Instrument Parameters

System Type	Flame
Element	Pb
Matrix	in oil
Lamp Current (mA)	4.0
Wavelength (nm)	217.0
Slit Width (nm)	1.0
Slit height (nm)	Normal
Instrument Mode	Absorbance BC On
Sampling Mode	Manual Sampling

Gas Control Parameters

Flame type	Air-Acetylene
Acetylene Flow	2.0
Air Flow	8.0
Burner Angle	0.0

2.2.4 การเตรียมตัวอย่างหาค่าร้อยละของการกลับคืนของสารตะกั่วที่เติมลงไป

การเตรียมตัวอย่างหาค่าร้อยละของการกลับคืนของสารตะกั่ว นั้น จะเตรียมโดย การเติมตะกั่วตั้งแต่ 0, 10, 20, 30, 40, 50 ppm

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานตะกั่วจาก stock solution 100 ppm มา 50 มิลลิกรัม ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิกรัม ปรับปริมาตรของสารละลายตะกั่วด้วย 1% HNO₃ จนถึงขีดปริมาตรจะได้สารที่มีความเข้มข้น 50 ppm
2. ทำเหมือนข้อ 1 แต่ปิเปตสารละลายมาตรฐานตะกั่วจาก stock solution มา 40, 30, 20, 10 และ 0 มิลลิกรัมตามลำดับ ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิกรัม แล้วปรับปริมาตรของสารละลายตะกั่ว จนถึงขีดปริมาตร
3. นำสารละลายตัวอย่างของเบนซีนมาตรฐานที่เตรียมได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง จากเครื่อง AAS
4. 111 % recovery และ % error

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 3

ผลการทดลอง

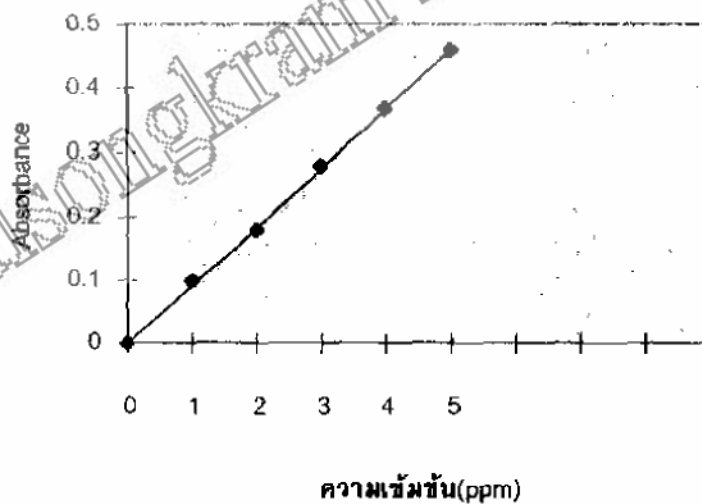
3.1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบในน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

ในการทดลองนี้ ได้มีการหาปริมาณสารตะกั่วที่มีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆคือ น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ และน้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว จากปริมาณน้ำมันต่างๆของบริษัทที่แตกต่างกัน 8 บริษัทในเขตจังหวัดพิษณุโลก ได้ผลดังนี้

3.1.1 ผลการทำกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว

ตารางที่ 3.1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตะกั่วโดยวิธี AAS ที่ความยาวคลื่น 460.70 nm

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance)
1.00	0.10
2.00	0.18
3.00	0.28
4.00	0.37
5.00	0.46



รูปที่ 3.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว

3.1.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วของบริษัท A

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของตะกั่วในสารละลายน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างของบริษัท A

สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	0.37	0.39	0.41	0.39
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	0.21	0.20	0.21	0.21
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	-	-	-	-

ตารางที่ 3.3 แสดงปริมาณตะกั่วในสารตัวอย่างตะกั่วของบริษัท A

สารตัวอย่าง	ปริมาณสารตะกั่วความเข้มข้น (ppm)
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	4.2
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	2.3
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	ND

3.1.3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วของบริษัท B

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของตะกั่วในสารละลายน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างของบริษัท B

สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	0.36	0.34	0.34	0.35
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	0.18	0.24	0.24	0.22
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	-	-	-	-

ตารางที่ 3.5 แสดงปริมาณตะกั่วในสารตัวอย่างตะกั่วของบริษัท B

สารตัวอย่าง	ปริมาณสารตะกั่วความเข้มข้น (ppm)
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	3.8
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	2.4
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	ND

3.1.4 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วของบริษัท C

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของตะกั่วในสารละลายน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างของบริษัท C

สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	0.46	0.42	0.44	0.44
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	0.42	0.42	0.41	0.42
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.010	0.009	0.009	0.009

ตารางที่ 3.7 แสดงปริมาณตะกั่วในสารตัวอย่างตะกั่วของบริษัท C

สารตัวอย่าง	ปริมาณสารตะกั่วความเข้มข้น (ppm)
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	4.80
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	4.60
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.10

3.1.4 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วของบริษัท D

ตารางที่ 3.8 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของตะกั่วในสารละลายน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างของบริษัท D

สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	0.42	0.42	0.41	0.42
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	0.41	0.41	0.40	0.41
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.010	0.010	0.009	0.010

ตารางที่ 3.9 แสดงปริมาณตะกั่วในสารตัวอย่างตะกั่วของบริษัท D

สารตัวอย่าง	ปริมาณสารตะกั่วความเข้มข้น (ppm)
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	4.6
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	4.6
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.10

3.1.5 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วของบริษัท E

ตารางที่ 3.10 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของตะกั่วในสารละลายน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างของบริษัท E

สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	0.38	0.42	0.41	0.40
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	0.36	0.39	0.39	0.37
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.007	0.007	0.007	0.007

ตารางที่ 3.11 แสดงปริมาณตะกั่วในสารตัวอย่างตะกั่วของบริษัท E

สารตัวอย่าง	ปริมาณสารตะกั่วความเข้มข้น (ppm)
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	4.3
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	4.0
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.04

3.1.6 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วของบริษัท F

ตารางที่ 3.12 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของตะกั่วในสารละลายน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างของบริษัท F

สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	0.54	0.54	0.53	0.54
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	0.42	0.42	0.41	0.42
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.011	0.012	0.011	0.011

ตารางที่ 3.13 แสดงปริมาณตะกั่วในสารตัวอย่างตะกั่วของบริษัท F

สารตัวอย่าง	ปริมาณสารตะกั่วความเข้มข้น (ppm)
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	5.8
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	4.4
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.10

3.1.7 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วของบริษัท G

ตารางที่ 3.14 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของตะกั่วในสารละลายน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างของบริษัท G

สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	0.64	0.58	0.59	0.60
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	0.42	0.42	0.42	0.42
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.014	0.017	0.014	0.015

ตารางที่ 3.15 แสดงปริมาณตะกั่วในสารตัวอย่างตะกั่วของบริษัท G

สารตัวอย่าง	ปริมาณสารตะกั่วความเข้มข้น (ppm)
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	6.4
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	4.4
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.18

3.1.8 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วของบริษัท H

ตารางที่ 3.16 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของตะกั่วในสารละลายน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างของบริษัท H.

สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	0.54	0.53	0.52	0.53
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	0.42	0.42	0.42	0.42
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.010	0.009	0.010	0.010

ตารางที่ 3.17 แสดงปริมาณตะกั่วในสารตัวอย่างตะกั่วของบริษัท H

สารตัวอย่าง	ปริมาณสารตะกั่วความเข้มข้น (ppm)
น้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา	5.7
น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ	4.4
น้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว	0.10

3.2 ผลการหาค่าร้อยละของการกลับคืนและความคลาดเคลื่อนของเครื่อง AAS

ตะกั่วที่เติม (ppm)	ตะกั่วที่ตรวจพบ(ppm)	% recovery	% error
0	-	-	-
10	9.45	94.50	5.50
20	18.24	91.20	8.80
30	27.06	90.20	9.80
40	36.10	90.25	9.75
50	46.21	92.42	7.58
เฉลี่ย		91.71	8.23

หมายเหตุ

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ร้อยละของการกลับคืนและ ความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือที่ใช้
ในภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 4

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

4.1 วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการวิจัยนี้แสดงถึงการย่อยสลายน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างเพื่อสกัดตะกั่วออกมาในรูปไอออนของโลหะต่างๆในน้ำและวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในสารละลายตัวอย่างที่เตรียมจากการย่อยสลายน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างชนิดต่างๆในเขตจังหวัดพิษณุโลก ด้วยเครื่องอะตอมมิกและเซอร์ฟิซันสเปกโทรโฟโตเมตรี สรุปได้ดังข้อมูลแสดงในตาราง

ตารางที่ 4.1 ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบในน้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา

บริษัท	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ppm)
A	4.2
B	3.8
C	4.8
D	4.6
E	4.3
F	5.8
G	6.4
H	5.7
เฉลี่ย	4.9

ตารางที่ 4.2 ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบในน้ำดื่มเบนซินชนิดพิเศษ

บริษัท	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ppm)
A	2.3
B	2.4
C	4.6
D	4.6
E	4.0
F	4.4
G	4.4
H	4.4
เฉลี่ย	3.9

ตารางที่ 4.3 ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบในน้ำดื่มเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว

บริษัท	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ppm)
A	ND
B	ND
C	0.10
D	0.10
E	0.04
F	0.10
G	0.18
H	0.10
เฉลี่ย	0.10

จะเห็นว่า หลังจากเตรียมตัวอย่างให้อยู่ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมหาปริมาณตะกั่วในสารละลายตัวอย่างโดยอะตอมมิกแอนซอร์ฟชันสเปกโทรโฟโตเมตรีโดยใช้เปลวไฟชนิด อากาศ-อะเซทิลีน พบว่ามีปริมาณตะกั่ว ในน้ำมันเบนซินชนิดธรรมดาอยู่ระหว่าง 3.8-6.4 ppm มีค่าเฉลี่ยทุกบริษัทเท่ากับ 5.0 ppm น้ำมันเบนซินชนิดพิเศษอยู่ระหว่าง 2.3-4.6 ppm มีค่าเฉลี่ยทุกบริษัทเท่ากับ 3.9 ppm และน้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่วพิเศษอยู่ระหว่าง ND-0.18 ppm มีค่าเฉลี่ยทุกบริษัทเท่ากับ 0.10 ppm ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณสารตะกั่วที่มีอยู่ในน้ำมันชนิดต่างๆนั้นแตกต่างกัน โดยเฉพาะในน้ำมันเบนซินชนิดธรรมดาและชนิดพิเศษนั้นมีปริมาณปริมาณของสารตะกั่วมากกว่าในน้ำมันเบนซินชนิดไร้สารตะกั่ว เนื่องจากมีการเติมสารบางชนิดลงไปในช่วงการผลิตของน้ำมันเพื่อเพิ่มค่าออกเทนของน้ำมันทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบและไม่กระตุก โดยสารที่เติมลงไปคือ เลดอัลคิล (lead alkyls) เช่น เตตระเมทิลเลด (TML) และ เตตระเอทิลเลด (TEL) ซึ่งมีส่วนผสมของสารตะกั่วอยู่ สารพวกนี้เมื่อถูกสันดาป (combustion reaction) จะกลายเป็นตะกั่วออกไซด์ (PbO) และ ตะกั่วฮาไลด์ ($PbCl_2, PbBr_2$) เป็นต้น พร้อมทั้งระเหยออกสู่อากาศพร้อมกับไอเสียที่พุ่งออกจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน สำหรับในประเทศไทยมีการกำหนดปริมาณตะกั่วที่มีอยู่ในน้ำมันไว้ไม่เกิน 0.4 กรัมต่อลิตร¹³ ซึ่งจากการทดลองพบว่าปริมาณตะกั่วที่มีอยู่ในน้ำมันในเขตจังหวัดพิษณุโลกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ในส่วนของน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วนั้นมีการเติมสารเพิ่มเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเป็นสารพวกที่ไม่มีสารตะกั่วเช่นพวกสารประกอบของแมงกานีสเช่น เมทิลไซโคลเพนตาไออีนิล แมงกานีสไตรคาร์บอนิล แต่จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วในสารตัวอย่างก็ยังพบปริมาณของตะกั่วในน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วมีปริมาณเล็กน้อยและบางตัวอย่างก็ไม่สามารถที่จะตรวจวิเคราะห์ได้เนื่องจากมีปริมาณที่น้อยเกินกว่าเครื่องจะตรวจวิเคราะห์ได้ ซึ่งมาตรฐานของกระทรวงพาณิชย์ กำหนดให้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วมีปริมาณของตะกั่วได้ไม่เกิน 0.013 กรัมต่อลิตร ซึ่งผลการวิเคราะห์สารตะกั่วในน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วในเขตจังหวัดพิษณุโลก¹⁴

จากการทดลองหาค่าร้อยละของการกลับคืนและความคลาดเคลื่อน พบว่าได้ค่าร้อยละของการกลับคืนของสารตะกั่วในน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 91.71 และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 8.23 ซึ่งจะเห็นว่าได้ค่าร้อยละของการกลับคืนของสารตะกั่วในน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 91.71 เท่านั้นและมีความผิดพลาดถึง 8.23 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเครื่องอะตอม

มิกแอบซอร์ฟชันสเปกโทรโฟโตเมตริกที่ใช้มีขอบเขตที่จำกัดเหมาะสำหรับการเรียนการสอน ยังไม่เหมาะสำหรับการวิจัยขั้นสูง เพราะเครื่องมือมีความถูกต้องและความแม่นยำระดับหนึ่งเท่านั้น

4.2 สรุปผลการทดลอง

ได้วิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในน้ำมันเชื้อเพลิงโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโทรโฟโตเมตริก ได้เก็บตัวอย่างน้ำมันจากปั๊มน้ำมันในจังหวัดพิษณุโลก หลังจากเตรียมให้อยู่ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม หาปริมาณตะกั่วในสารละลายตัวอย่างโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโทรโฟโตเมตริก โดยใช้เปลวไฟเป็น อากาศ-อะเซทิลีน พบว่ามีปริมาณตะกั่วอยู่ในช่วง 3.8 - 6.4, 2.3 - 4.6 และ ND - 0.18 ไมโครกรัมต่อลิตร สำหรับน้ำมันเบนซินธรรมดา น้ำมันเบนซินพิเศษ และน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วตามลำดับ ได้คำนวณหาการกลับคืนของตะกั่วที่เติมลงไป ในตัวอย่างน้ำมันอยู่ในช่วง 90.20-94.50

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิษณุโลก
Pibulsongkram Rajabhat University

4.3 ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับงานวิจัยต่อไปควรเลือกใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโทรโฟโตเมตเตอร์ที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ได้ในปริมาณสารต่างๆ ได้ดี
2. การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงควรเลือกใช้ตัวอย่างที่มาจากปริมาณขนาดเล็กที่ไม่ได้มาตรฐานเช่น ปีมหลอด เพื่อที่จะเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงจากป้อมที่มีมาตรฐาน
3. ควรจะวิเคราะห์ตัวแปรอื่นๆร่วมด้วยเช่น โลหะหนักที่ปนอยู่ในน้ำมันตามป้อมที่มีขนาดเล็กเช่น ปีมหลอด

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

เอกสารอ้างอิง

1. อรรถวุฒิ ทศน์สองชั้น "เรื่องของข้าว" ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2526
2. พิมล เรียนวัฒนาและชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์ "เคมีสภาวะแวดล้อม", กรุงเทพฯ โอเคชั่นสโตร์ , 2525.
3. M.I Sienko and R.A.Plane "Chemistry" New York , McGraw - Hill, (1971) 462-484 .
4. J.O.M Bockris,ed., "Environmental Chemistry" New York , Plenum Press, (1977) 430-466.
5. J.P. Ryan, J.M. Hagne , and J.A. Rathjen, "Minerals Year- book 1975, US Government Printing Office, Woshington D.C. , (1977) 813-840.
6. W.H. Smith "Lead contamination of the roadside ecosystem", The 68 th Annual meeting of the Au pollution control Association, boston Mass , (1975) 15-20.
7. R.H. Daines , H. Mott , and D.M. Chiko, "Environ.Sci. Technol.", 4, (1970) 318.
8. N.I. Ward, R.D. Reeves, and RR. Brooks, "Environ. Pollut", 9, (1975) 243-251.
9. D.Bartop, C.D. Strehlow , I. Thornton, and J.S. Webb, " Postgraduate medical Journal", 51 , (1975) 801-804.
10. นงกมลวี ไชบัวเทศ, วินัย สมบูรณ์ และ นวาศรี กาญจนกุล "การศึกษาสมบัติซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับความเป็นพิษของดินในกรุงเทพมหานคร" รายงานการวิจัย , สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2522 หน้า 3-39.
11. T.J. Chow, "Science", 169, (1970) 577.
12. ไมตรี สุทธิศักดิ์ "สารพิษในสิ่งแวดล้อมและการเกิดมะเร็ง" ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2523. หน้า 59-80
13. มุกดา จิรภูมิพันธ์ "วิทยาศาสตร์" , 37 (ธันวาคม 2526) หน้า 751-757
14. L.Casarett, and J.Doull, "Toxicology the basic science of poisons", New York : Macmillan Publishing, 1975.

15. เอกสารของบริษัทไทยเซลล์ประเทศไทย จำกัด
16. W.J. Prince, "Analytical Atomic Absorption Spectrophotometry" , 2 nd.ed., Heyden & Son Ltd., new York, (1972) 18-25.
17. James J. Lingane. 'Analytical chemistry of selected metallic elements" , Reinhold, New York, 1966.
18. นิตินันท์ ดาวบุตร “ สถิติวิเคราะห์การใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วในเมืองเชียงใหม่” วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2537.
19. ศศิพร คุณาพงษ์กิติ การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในน้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโทรโฟโตเมตรี ปัญหาพิเศษ ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2538.

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก

1. การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ร้อยละของการกลับคืนและความคลาดเคลื่อน

1.1 คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ร้อยละของการกลับคืน (% recovery)

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{น้ำหนักตะกั่วที่ตรวจพบจากการทดลอง} \times 100}{\text{น้ำหนักตะกั่วที่เติมลงไป}}$$

1.2 คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (% error)

$$\% \text{ error} = 100 - \% \text{ recovery}$$

2. วิธีการใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ของ GBC รุ่น 933

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. Power on เครื่องมือ (GBC Instrument , Monitor, CPU)

2. รอจนที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ขึ้น CA ให้พิมพ์

CD GBC แล้วกด ENTER

RUN แล้วกด ENTER

3. ขณะนี้เครื่องจะเข้าสู่โปรแกรมของ GBC และแสดง Main Menu ซึ่งจะประกอบด้วย

System Type

Load Application

Application Parameter

Run Parameter

Alignment

Application Editor

• Lamp Turret Table

4. ใช้ลูกศร (+ หรือ -) เลื่อนแถบสีไปที่ System Type กด ENTER บนหน้าจอจะแสดงตัวเลือก

เลือก Flame (สำหรับ Flame Atomizer)

Furnace(สำหรับ Graphite Furnace)

เลือก Flame โดยการเลื่อนแถบสีไปที่ Flame กด ENTER

5. จากเมนูให้เลือก Lamp Turret Table กด ENTER

ให้ชื่อ Lamp ที่จะใช้งานลงในตาราง โดยจะต้องให้ตำแหน่งของ Lamp ในตารางตรงกับ

ตำแหน่งของ Lamp ที่ใส่ลงไป ใน GBC Instrument และการใส่ชื่อ Lamp ให้ใช้ชื่อตาม

ธาตุที่ต้องการวิเคราะห์โดยพิมพ์เป็นสัญลักษณ์ของธาตุนั้นๆ

กด Esc เพื่อออกจากเมนูหลัก

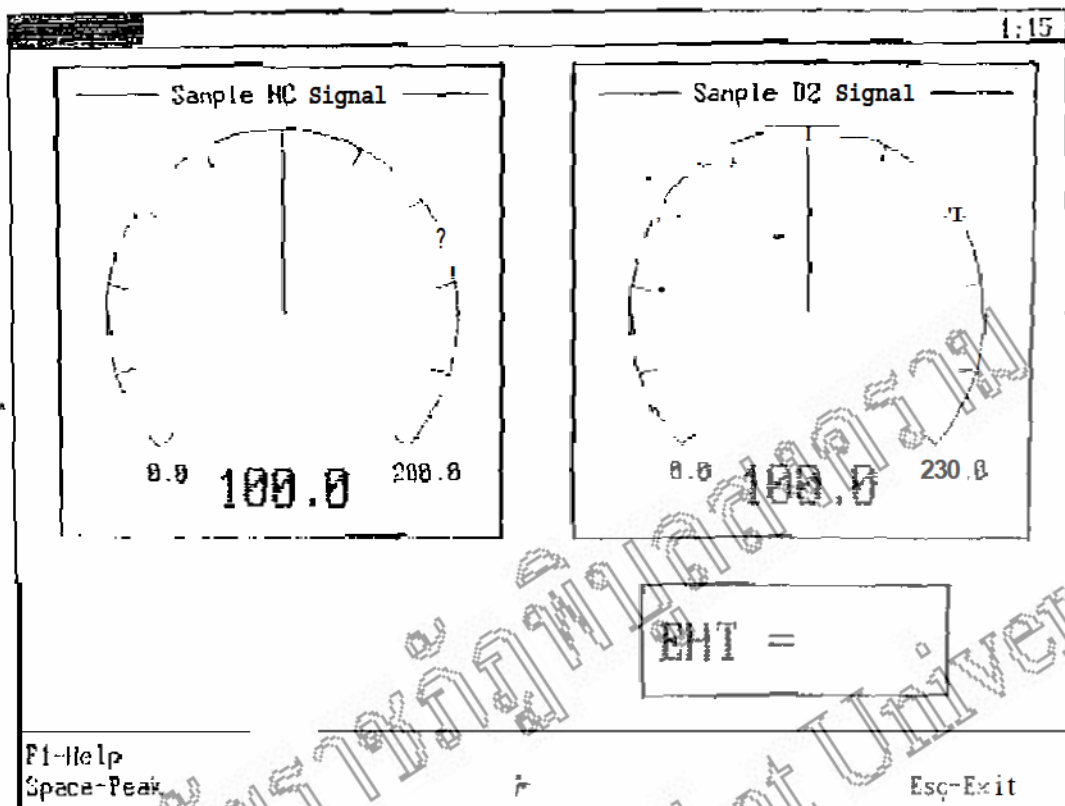
6. ในกรณีที่ป้อนงานเคยทำงานนี้มาแล้ว และ Save เอาไว้จะต้องการนำมาใช้หรือแก้ไขใหม่ให้
 เลื่อนไปที่ Load Application กด ENTER
 เลื่อนแถบสีมาเลือกชื่องานที่เคยทำ กด ENTER
 (ชื่องานจะเป็นชื่อของ Application Name Element Matrix Date)
 แกด้านป้อนงานที่เขียนขึ้นมาใหม่ข้ามข้อ 6 ไปยังข้อ 7 ได้เลย

7. จากเมนูหลัก เลือก Application Parameter กด ENTER

Application Parameters	
Application Name	1
Element	Fe
Matrix	Drinking water
Lamp Current (mA)	7.0
Wavelength (nm)	248.3
Slit Width (nm)	0.2
Slit Height	Normal
Instrument Mode	Absorbance BC on
Measurement Mode	Integration
Sampling Mode	Auto Sampling
Calibration Parameters	
Flame Control Parameters	
Flame Sampler Parameters	
Data Collection	
Save Application Parameters	

แล้วป้อน Parameter ต่างๆ ให้เหมาะสมต่อการใช้งาน การเลือกรายละเอียดต่างๆ เช่น ความยาวคลื่น, slit width, กระแสที่ป้อนให้ Lamp (ดูได้ในคู่มือ)
 ขณะนี้เราอาจข้าม Flame Parameter ไปก่อนได้ เมื่อป้อนทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว เลื่อนแถบสีไปที่ Save Parameter กด ENTER

การแก้ Parameter อะไรก็ตามที่หน้านี้ต้อง Save ด้วย
 กด Esc เพื่อกลับสู่เมนูหลัก

8. จากเมนูหลักเลือก **Alignment** กด ENTER

ที่หน้าจอจะแสดง Energy Meter ของ lamp 2 ชนิดคือ

Hollow Cathode lamp (HC Signal) ทางซ้ายมือ

lamp ที่สำหรับ Background correction (D₂ Signal) ทางขวามือ

ให้ปรับที่ขั้วบน lamp housing เพื่อให้พลังงาน ไปตกที่ detector มากที่สุด หรือ เข็ม
 บนไปทางขวาของ meter มากที่สุด เมื่อได้ตำแหน่งดีแล้ว กด spacebar 1 ครั้ง เครื่องจะคำนวณ
 ค่า EHT ค่าที่สุด เท่าที่จะเป็นไปได้ (300-500)

กด ESC เพื่อกลับสู่เมนูหลัก

9. ทำการปรับตำแหน่ง burner ให้ได้ตำแหน่งที่เหมาะสม โดยใช้กระดาษ clean burner โดย
 หมุนตำแหน่ง Rotation Vertical และ Horizontal burner

10. เลือก Application Parameter กด ENTER

เลือก Flame Parameter กด ENTER

-Flame Parameter-	
Flame Type	Air Acetylene
Acetylene Flow	1.00
Air Flows	160
Optimise Flows	

ในหน้านี้ให้เลือกชนิดของ Flame ว่าเป็น AIR-ACETYLENE หรือ N₂O-ACETYLENE

ถ้าเลือก AIR-ACETYLENE ให้ปรับ AIRFLOW = 10.0

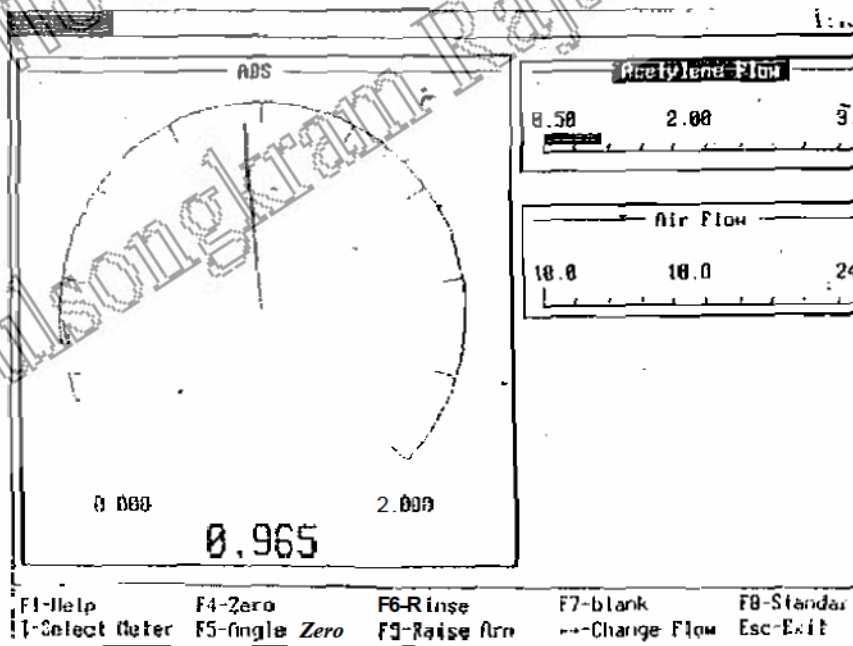
ACETYLENE FLOW = 2.0

ถ้าเลือก N₂O-ACETYLENE ให้ปรับ N₂O FLOW = 10.0

ACETYLENE FLOW = 4.5

11. กดปุ่ม AIR-ACETYLENE แล้วกดปุ่ม IGNITE ตาม

12. ในหน้าของ Flame Parameter เลือก Optimize Flow กด ENTER



ที่หน้าจอจะแสดง absorbance meter (ปริมาณการดูดกลืน) ต้องทำการปรับเครื่องให้ได้ sensitivity สูงสุดดังนี้

1. ปรับอัตราการดูดของ aspiration tube หรืออัตราการไหลของอากาศ โดยนำกระบอกตวงใส่น้ำ มาดูด แล้วปรับอัตราการดูดที่ nebulizer ให้เป็น 4-6 ml/min
2. นำ blank มาดูดสักครู่ จึงกด F₁ เพื่อปรับศูนย์ (Abs=0)
3. นำสารมาตรฐานที่มีความเข้มข้นสูงสุดมาดูด จะเห็นว่ามีการดูดกลืนเกิดขึ้น (ค่าที่ได้ไม่ควรเกิน 0.8 AU.)
4. ปรับอัตราการดูดที่ nebulizer อีกครั้ง เพื่อให้มีการดูดกลืนมากที่สุด
5. ปรับอัตราการไหลของเชื้อเพลิง (ACETYLENE FLOW) โดยการปรับที่ลูกบอลหน้าเครื่องแต่ควรให้ถูกกลองอยู่ที่ระดับ 2-3 เพื่อให้มีการดูดกลืนมากที่สุด
6. ปรับตำแหน่ง burner โดยหมุนปุ่ม Vertical และ Horizontal เพื่อให้มีการดูดกลืนมากที่สุด
7. ใช้ประแจปรับตำแหน่ง Rotational ของ burner เพื่อให้มีการดูดกลืนมากที่สุด
8. ดูดสารละลาย blank ตรวจสอบค่าศูนย์ และกด F₁ เพื่อปรับศูนย์อีกครั้ง

13. กด ESC 2 ครั้งจนกระทั่งออกมาสู่หน้า Application Parameter เลือก Save Application กด ENTER

14. กด ESC ออกมาที่เมนูหลักเลือก Run Parameter กด ENTER

Run Parameters	
Run Control	
Start With Program Number	1
Restart Sample Number	1
Restart Sample Type	Sample
HSA Control	
Extinguish Flame On Completion	Yes
Allow Run Without Flame	No
Measurement Of Replicates	Automatic
Zero Between Samples	No
Ignore Calibration Error	No
Report Control	
Weight & Dilution File	

ป้อน Parameter ที่จำเป็นต่อการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Run Control

Run Control — Start with Sample Number (เริ่มจากตัวอย่างหมายเลขเท่าไร) เริ่มจาก
 — End with Sample Number (สิ้นสุดงานตัวอย่างหมายเลขเท่าไร)
 — start with Sample Type (ชนิดของการเริ่มงาน Cal หรือ STD. Rescale Sample) มักเริ่มจาก

Start with Sample Number เป็น 1

Start with Sample Type เป็น Cal

15. กด F₂ (Results) หน้าจอจะแสดงตารางผลการวัด

SAMPLE CONC.		TIME		18:29 am	
0.000		0.0			
Sample	Replicates	Mean	StDev	Conc.	
Blank	5	0.002			
Standard 1	5	0.053	1.58	3.00	
Standard 2	5	0.117	1.87	6.00	
Standard 3	5	0.175	1.66	9.00	
MS 370-6	5	0.189	0.57	5.68	
TM 909-1	5	0.072	1.95	36.98	
9645 #1	5	0.098	0.89	58.44	
SETEST Sc water					
Program No. 1	Calibration Mode Conc. Least Squares			Weight & Dilution	
Measurement Mode	Integration			Application Parameters	
				Calibration Graph	
F1-Help	F2-Graphics	F3-Cal. Graph	F7-Menu	- F10-Start/Stop	
Cursor-Select			Enter-Edit	Esc-Exit	

16. กด F₇ (menu) เตือนแถบสีสว่างไปที่ *Results Files Name*

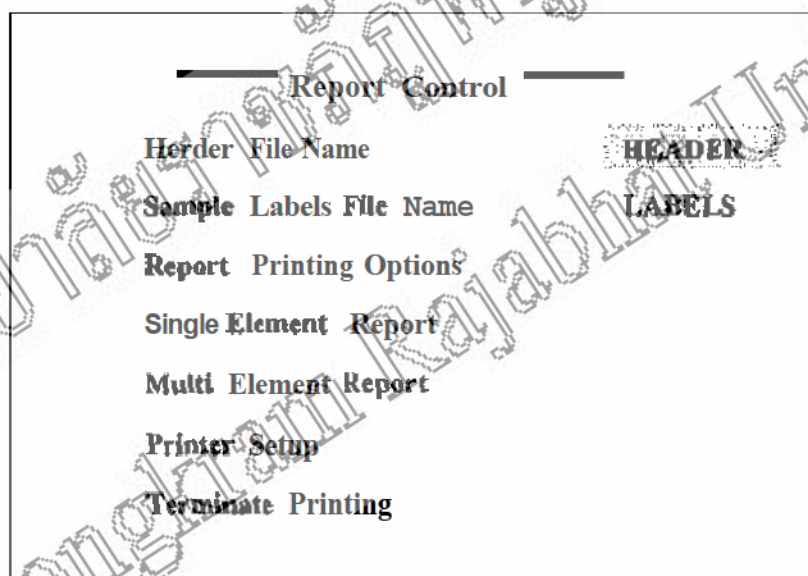
ถ้าต้องการใช้ file ที่มีอยู่แล้วให้ กด ENTER เพื่อให้มีรายชื่อของ file เก่าออกมาให้เลือก
ถ้าต้องการสร้าง file ที่มีอยู่แล้วให้พิมพ์ชื่อลงไป ในช่องของ Results อีกครั้ง กด ESC ออก

17. นำ blank จุดสักครู่ กด F₁₀ (start/stop) เครื่องจะเข้าสู่ Running Mode ให้ดูผลการละลายตาม
โปรแกรม (เครื่องจะแสดงลำดับให้ และต้องทำงานตามนั้น)

18. เมื่อหยุด การทำงานกด F₁₀ หรือให้หยุดตามที่ตั้งไว้ในหน้า Run Control

19. ดับ Flame โดยการกดปุ่ม AIR-ACETYLENE

20. ทำการพิมพ์รายงานโดยการ ไปที่หน้า Run Parameter เลือก Report control



21. ทำการเลือกว่าจะพิมพ์อะไรใน Report โดยดูที่ Report printing Option

—Report printing Option —	
Print During Run	No
Print Application Parameter	Yes
Print Calibration Graph	Yes
Print Header	Yes
Print Weights	No

22. เลือก Single Element Report

เลือก result file ที่เก็บข้อมูลไว้ เลือก print report แล้วกด ENTER

—Single Element Report—	
Result File Name	RESULTS
<div style="border: 1px solid black; background-color: #cccccc; padding: 2px;">Single Report</div>	
Export Text	

23. ใน Application parameter เลื่อนแถบสีสว่างไปที่ lamp current แล้วป้อนค่า 0 กด ENTER
ถอด lamp ออกจากตัวเครื่อง

24. ทำการไล่ก๊าซอะเซทิลีนออกโดยปิดถังก๊าซอะเซทิลีนแล้วกดปุ่ม AIR-ACETYLENE ที่หน้า
เครื่อง จนถูกลอยไม่ลอยขึ้นมาอีก

25. กด ESC จะปรากฏ คำว่า Exit to Dos เลือก Yes. Program จะกลับเข้าสู่ Dos ที่ C:\GBC
ให้พิมพ์ CD กด ENTER แล้วจึงปิดเครื่อง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายพิทักษ์ อยู่มี
วัน เดือน ปีเกิด	7 สิงหาคม 2512
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2534 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท วิชาเอกเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2539
ประสบการณ์ในการทำงาน	หัวหน้าแผนกเคมี โรงงานน้ำตาลไทยเอกลักษณ์ จังหวัดอุดรธานี ปี พ.ศ. 2535-2536
การทำงานปัจจุบัน	ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 4 ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University