

การทดลองที่ 2

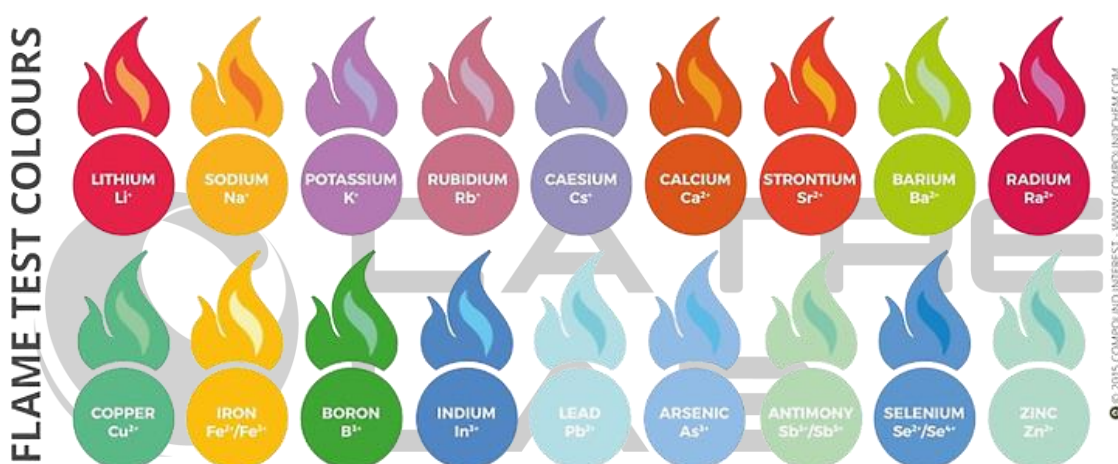
การตรวจดูสีของเปลวไฟ (Flame test)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสีที่เกิดจากไอออนของโลหะบางชนิดเมื่อถูกเผาด้วยเปลวไฟ
2. เพื่อระบุไอออนของโลหะด้วยวิธีการทดสอบด้วยเปลวไฟ

หลักการ

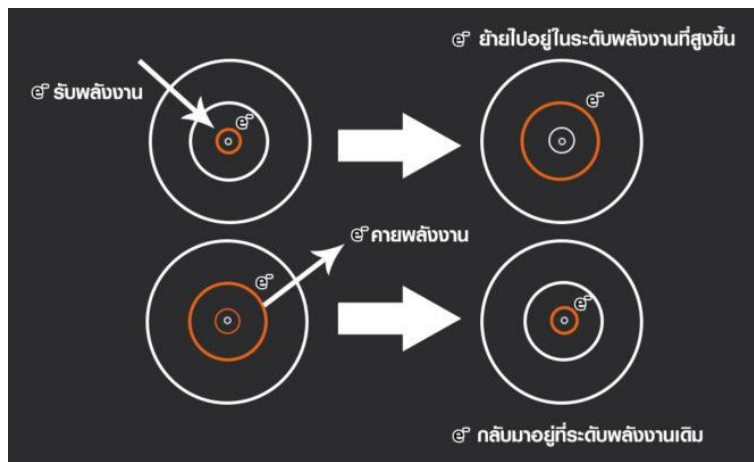
การตรวจดูสีของเปลวไฟ (Flame test) เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการทดสอบเชิงคุณภาพ เพื่อระบุไอออนของโลหะบางชนิดในสารประกอบ ซึ่งสารประกอบที่มีไอออนของโลหะชนิดเดียวกันจะมีสีเปลวไฟที่เหมือนกัน และสีของเปลวไฟไม่จำเป็นต้องมีสีเหมือนผลึกของสาร เช่น KCl ที่มีผลึกสีขาว และ KMnO_4 ที่มีผลึกสีม่วง เมื่อนำมาเผาด้วยเปลวไฟจะได้สีของเปลวไฟที่เกิดจากไอออนของ K^+ ที่มีสีม่วง [1]



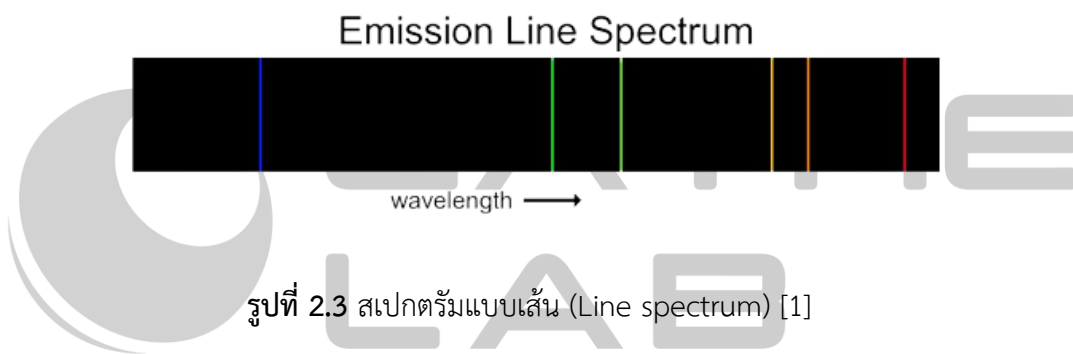
รูปที่ 2.1 ลักษณะสีไอออนของโลหะเมื่อทดสอบด้วยเปลวไฟ [1]

การเกิดสีของเปลวไฟ (Flame Test) เกิดขึ้นเมื่ออะตอมที่ได้รับพลังงาน เช่น จากการเผาหรือกระแสไฟฟ้า ทำให้มีระดับพลังงานสูงขึ้น การที่อะตอมมีพลังงานสูงจะทำให้อะตอมไม่เสถียร (Unstable) และจะต้องคายพลังงานออกมา เพื่อให้มีพลังงานต่ำลง และนี่เป็นหลักของความไม่แน่นอน (Uncertainty Principle) ซึ่งอาศัยในทฤษฎีควอนตัม (Quantum Theory) ของฟิสิกส์ พลังงานที่ถูกคายออกจากอะตอมนั้น มักจะอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อรักษาความเสถียรของอะตอมและลดระดับพลังงานลง ส่งผลให้เกิดสเปกตรัมที่เรียกว่า “สเปกตรัมของอะตอม” (Atomic Spectrum) ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นสีต่างๆ ที่เรียกว่า “สเปกตรัมแบบเส้น” (Line Spectrum) แบบจำลองของอะตอมและสเปกตรัมของนีลส์ โบร์ (Niels Bohr) ถูกใช้ในการอธิบายการเกิดสีของเปลวไฟ [2] สีที่เกิดขึ้นในการทดสอบเปลวไฟนี้มาจากกระโดดของอิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานต่างๆ โดยสีที่เกิดขึ้นมีลักษณะเฉพาะของโลหะหรือสารที่ถูกทดสอบ และเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญในการระบุสารที่ไม่ทราบ ฉะนั้น การทดสอบเปลวไฟเป็นเทคนิคที่นำไปใช้ในการระบุโลหะหรือสารในสารประกอบ โดยการสังเกตสีที่เกิดขึ้นในเปลวไฟที่ถูกกระตุ้นขึ้นจากให้พลังงานกับอะตอมใน

สารประกอบนั้น และสีที่เกิดขึ้นมีลักษณะเฉพาะของสารประกอบนั้น ช่วยในการพิสูจน์หรือระบุสารประกอบ ในการทดลองหรือการวิเคราะห์ต่างๆ นั้นได้ [3-4]



รูปที่ 2.2 แบบจำลองการเกิดสีของเปลวไฟเมื่ออะตอมที่ได้รับพลังงาน [1]



รูปที่ 2.3 สเปกตรัมแบบเส้น (Line spectrum) [1]

อย่างไรก็ตามการตรวจดูสีของเปลวไฟ เพื่อระบุไอออนในสารประกอบอาจมีความซับซ้อนในกรณีที่มีสีบางสีเกิดขึ้นจากโลหะหลายชนิด ทำให้ยากที่จะกำหนดไอออนที่แน่นอนหรือความเข้มข้นของไอออนในสารประกอบได้ บางครั้งสีของเปลวไฟอาจเป็นผลมาจากโลหะหลายชนิดที่มีพลังงานการกระตุ้นคล้ายกัน เช่น ไอออนโพแทสเซียม (K^+) ในสารประกอบอาจเป็นสีม่วงในเปลวไฟ ในขณะที่ไอออนโซเดียม (Na^+) ในปริมาณเล็กน้อยในสารประกอบอาจทำให้เกิดเปลวไฟสีเหลืองที่เข้มมาก การที่จะระบุไอออนโพแทสเซียมในสายตาจะทำได้ยากมาก แต่อาจใช้ชิ้นส่วนของแก้วสีฟ้าหรือกระจกโคบอลต์เพื่อช่วยดูเปลวไฟ โดยแก้วโคบอลต์จะดูดซับแสงสีเหลืองที่มาจากโซเดียม เพื่อช่วยในการระบุสีที่เกิดขึ้นจากโพแทสเซียมไอออนได้ชัดเจนขึ้น ในทางปฏิบัติการทดสอบเปลวไฟต้องพิจารณาความแตกต่างในสีและความเข้มของเปลวไฟอย่างละเอียด เพื่อระบุไอออนในสารประกอบได้อย่างแม่นยำ การใช้ชิ้นส่วนของแก้วหรือกระจกที่เป็นเครื่องมือช่วยอาจเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแยกแยะสีเพื่อระบุสารที่ต้องการในการวิเคราะห์หรือทดลองต่างๆ ได้ [5-6]

อุปกรณ์

1. ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol Burner)
2. แท่งแก้ว
3. ลวดนิโครม (Nichrome wire)
4. ปีกเกอร์
5. กระจกนาฬิกา

สารเคมี

1. สารละลาย (ความเข้มข้น 1M) ของเกลือโลหะต่อไปนี้
 - แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride; CaCl_2)
 - โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride; NaCl)
 - โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride; KCl)
 - สารละลายตัวอย่าง 4 ชนิด (สารประกอบโลหะ-คลอไรด์)
2. กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6N (6N HCl)



วิธีการทดลอง

การเตรียมลวดสำหรับการทดสอบด้วยเปลวไฟ

1. นำลวดนิโครม ทำปลายข้างหนึ่งงอเป็นห่วงเล็กๆ เพื่อจุ่มลงในสารละลายได้
2. ทำความสะอาดลวดนิโครม โดยนำไปเผาในเปลวไฟจนร้อนแดง
3. จุ่มลงใน 6N HCl ในกระจกนาฬิกา แล้วนำไปเผาในเปลวไฟอีกครั้ง
4. ทำซ้ำจนกระทั่งไม่มีสีเหลืองเกิดขึ้นในเปลวไฟ หรือมีสีเหลืองในเวลาอันสั้น

ตอนที่ 1 การศึกษาสีเปลวไฟของสารประกอบ

1. จุ่มลวดนิโครมที่สะอาดลงในสารละลาย CaCl_2 แล้วนำไปเผาในเปลวไฟ สังเกตและบันทึกสีของเปลวไฟ จากนั้นระบุไอออนของโลหะที่ทำให้สีของเปลวไฟเปลี่ยนไป
2. ทำความสะอาดลวดนิโครม
3. ทำซ้ำในตอนที่ 1 ข้อ 1 โดยเปลี่ยนเป็นสารละลาย NaCl และ KCl ตามลำดับ

ตอนที่ 2 การระบุไอออนของโลหะ และชนิดของสารประกอบ

1. ทำความสะอาดลวดนิโครม และจุ่มลวดนิโครมลงในสารละลายตัวอย่างที่ 1 แล้วนำไปเผาในเปลวไฟ สังเกตและบันทึกสีของเปลวไฟ
2. ทำซ้ำกับสารละลายตัวอย่างที่ 2-4
3. บันทึกสีที่สังเกตเห็นของสารละลายตัวอย่างที่ 1-4 พร้อมทั้งระบุสีของเปลวไฟ ไอออนของโลหะ และชนิดของสารประกอบตัวอย่าง โดยพิจารณาจากลักษณะสีไอออนของโลหะเมื่อทดสอบด้วยเปลวไฟ

รายงานผลการทดลองที่ 2 การตรวจดูสีของเปลวไฟ (Flame test)

ตอนที่ 1 การศึกษาสีเปลวไฟของสารประกอบ

สารละลาย	สีของเปลวไฟ	ไอออนโลหะ
Calcium chloride; CaCl ₂	Orange	Ca ²⁺
Sodium chloride; NaCl	Yellow	Na ⁺
Potassium chloride; KCl	Lilac	K ⁺

ตอนที่ 2 การระบุไอออนของโลหะ และชนิดของสารประกอบ

กำหนดให้ ลักษณะสีเฉพาะของสารประกอบจากเปลวไฟมีดังรูป



สารละลายตัวอย่างที่	สีของเปลวไฟ	ไอออนโลหะ	สารประกอบคลอไรด์
1	Red	Li ⁺	LiCl
2	Orange-brown	Fe ³⁺	FeCl ₃
3	Red-orange	Sr ²⁺	SrCl ₂
4	Bright green	Cu ²⁺	CuCl ₂

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองการตรวจดูสีของเปลวไฟ (Flame Tests) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการระบุไอออนของโลหะในสารประกอบ อาศัยการสังเกตสีของเปลวไฟที่เกิดขึ้น เพื่อศึกษาสีของเปลวไฟของสารประกอบเมื่อทำการเผาสารละลายด้วยเปลวไฟ จะให้สีออกมาต่างกัน ซึ่งเกิดจากโลหะเฉพาะในสารประกอบของคลอไรด์ของ Ca²⁺, Na⁺, K⁺ ที่จะให้สีส้ม, เหลือง และสีม่วง ตามลำดับ ในโลหะเฉพาะในสารประกอบบางชนิดให้สีอ่อนมาก และสีที่เข้มมาก จะเห็นได้ชัดจากการทดลองว่า สีของสารประกอบ Na⁺ จะให้สีที่เข้มกว่าสีของสารประกอบ K⁺ จึงควรใช้ชิ้นส่วนของแก้วสีฟ้าหรือกระจกโคบอลต์เพื่อช่วยดูเปลวไฟ

นอกจากนี้ยังทำการศึกษาการระบุไอออนของโลหะ และชนิดของสารประกอบ ซึ่งจากการทดลองประกอบด้วยสารละลายตัวอย่าง 1-4 จะให้สีออกมาดังนี้ แดง, ส้ม-น้ำตาล, แดง-ส้ม และสีเขียวสว่างตามลำดับ เมื่อนำสีไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับลักษณะสีเฉพาะของสารประกอบจากเปลวไฟ จะได้ไอออนโลหะดังนี้ Li⁺, Fe³⁺, Sr²⁺ และ Cu²⁺ ตามลำดับ และจากการที่ไอออนโลหะเป็นสารประกอบของคลอไรด์ ทำให้สามารถคาดการณ์สารประกอบได้เป็น LiCl, BaCl₂, SrCl₂ และ CuCl₂ ตามลำดับ

อ้างอิง

- [1] ADMINSAJI. (2020, 6 2). *sa-thai*. Retrieved from สีของเปลวไฟ ที่เกิดจากไอออนของโลหะ:
<https://sa-thai.com/>
- [2] Brunning, A. (2014, 2 6). *Metal Ion Flame Test Colours Chart*. Retrieved from Compound Interest: <https://www.compoundchem.com/2014/02/06/metal-ion-flame-test-colours-chart/>
- [3] Franson, J. (2014, 6 10). *Google Sites*. Retrieved from Principles of Structural Chemistry: <https://sites.google.com/a/coe.edu/principles-of-structural-chemistry/relationship-between-light-and-matter/field-spectroscopy>
- [4] โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล, “โครงสร้างอะตอม ตอนที่ 5 แบบจำลองอะตอมของโบห์ร,” 16 3 2014. [ออนไลน์]. Available: http://www.satriwit3.ac.th/external_newsblog.php?links=1243. [เข้าถึง 14 7 2023].
- [5] ทรุปลูกปัญญา, “Flame Test : สีเปลวไฟที่เกิดจากไอออนของโลหะ,” ทรุปลูกปัญญา, 18 1 2022. [ออนไลน์]. Available: <https://www.truelookpanya.com/learning/detail/32096-044680>. [เข้าถึง 11 7 2023].
- [6] BBC, “Tests for ions,” BBC, [ออนไลน์]. Available: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/z9nr6yc/revision/1>.

