สารบัญ

บทที่ 1

อะตอมและตารางธาตุ 07

อะตอม 07

ตารางธาตุ 42

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ 72

บทที่ 2

พันธะเคมี 75

พันธะโคเวเลนต์ (Covalent Bond) 75

พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ 82
(Coordinate Covalent Bond)

พันธะไอออนิก (Ionic Bond) 97

พันธะโลหะ (Metallic Bond) 107

แรงระหว่างอนุภาคและจุดเปลี่ยนสถานะ 108

ข้อควรรู้เกี่ยวกับแรงระหว่างโมเลกุล 110
(Intermolecular Force)

บทที่ 3

ปริมาณสารสัมพันธ์ 117

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสมการเคมี 117

โมล มวลอะตอม และมวลต่อโมล 123

กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ 134

ความเข้มข้นของสารละลาย 137

สมบัติคอลลิเกทีฟ 148

ร้อยละขององค์ประกอบในสาร 151

ปริมาณสารสัมพันธ์ของก๊าซ 152

บทที่ 4

ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ 153

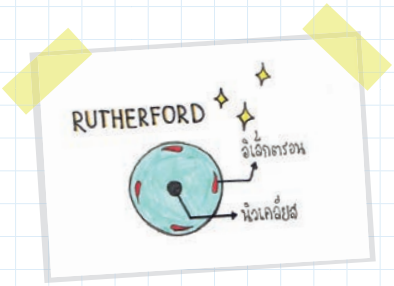
ของแข็ง (Solid) 153

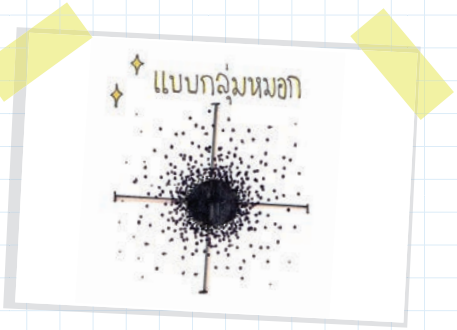
ของเหลว (Liquid) 163

ก๊าซ (Gas) 172

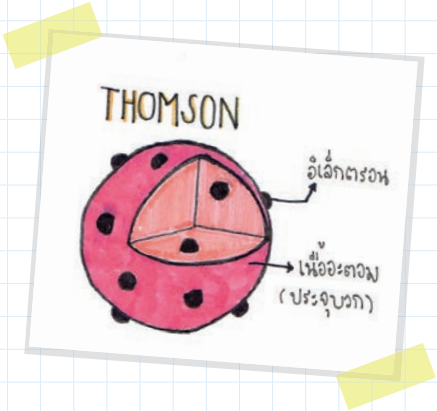
เทคโนโลยีที่ควรรู้เกี่ยวกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และก๊าซ 188

ประวัตินักเขียน 192


RUTHERFORD
อิเล็กตรอน
นิวเคลียส


แบบกลุ่มหมอก

เคมี


THOMSON
อิเล็กตรอน
เนื้ออะตอม
(ประจุบวก)

DALTON
ทรงกลม
ตัน

บทที่ 1 อะตอมและตารางธาตุ

1. อะตอม

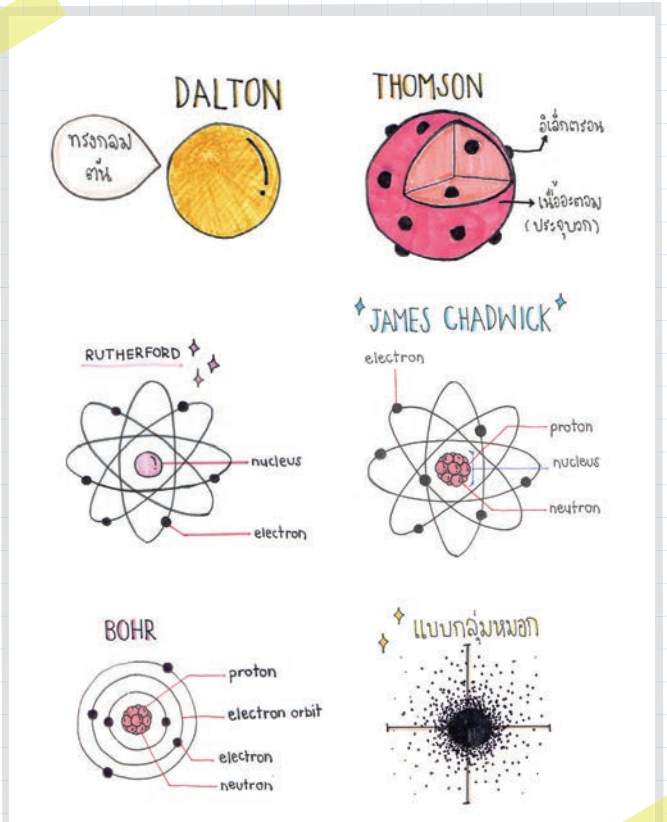
แบบจำลองอะตอม

สามารถแบ่งแบบจำลองอะตอมตามการค้นพบได้ดังนี้

ผู้ที่ค้นพบ	คำอธิบายเกี่ยวกับอะตอม
ดอลตัน (John Dalton)	อะตอมเป็นเพียงแค่ทรงกลมตัน
ทอมสัน (J. J. Thomson หรือ Joseph John Thomson)	ทดลองหลอดรังสีแคโทด จนค้นพบว่าอะตอมมีอนุภาคที่มีประจุลบ ต่อมาเรียกว่า อิเล็กตรอน ซึ่งทอมสันคิดว่าประจุลบกระจายอยู่ทั่วไป อะตอมที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกและประจุลบเท่ากัน
รัทเทอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford)	ทดลองยิงอนุภาคแอลฟาใส่แผ่นทองคำเปลว ค้นพบว่าจริงๆ แล้วประจุลบไม่ได้แทรกอยู่ในเนื้ออะตอมที่มีประจุบวก อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีโปรตอนรวมกันอยู่ตรงกลาง นิวเคลียสมีขนาดเล็ก (มีมวลมาก) ส่วนอิเล็กตรอน (มีมวลน้อย) จะเคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียส
แชดวิก (James Chadwick)	ทดลองยิงอนุภาคแอลฟาใส่แผ่นโลหะเบริลเลียม ค้นพบว่าในนิวเคลียสของอะตอมจะมีอนุภาคที่มีความเป็นกลางทางไฟฟ้าที่มีมวลพอๆ กับโปรตอน ต่อมาเรียกอนุภาคนั้นว่า นิวตรอน

Lecture chemistry senior.indd 7 26/2/2562 BE 10:01

ผู้ที่ค้นพบ	คำอธิบายเกี่ยวกับอะตอม
โบร์ **(Niels Bohr)**	ศึกษาสเปกตรัมของก๊าซไฮโดรเจนโดยพิจารณาในเชิงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อาศัยสมการของพลังค์และเชื่อมโยงเข้ากับสมการความเร็วแสง ทำให้ได้แบบจำลองอะตอมที่เพิ่มเติมจากรัทเทอร์ฟอร์ด คือ อิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียสมีระดับพลังงานในการโคจรของมัน
นักวิทยาศาสตร์ในยุคต่อมา	อาศัยความรู้เรื่องกลศาสตร์ควอนตัมในการอธิบายการโคจรของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส โดยใช้กฎของความไม่แน่นอน (The Uncertainty Relation) ในการหาโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอน ณ ตำแหน่งใดๆ รอบนิวเคลียส



Lecture chemistry senior.indd 8 26/2/2562 BE 10:01

แบบจำลองของดอลตัน

ลักษณะของอะตอมแบบดอลตัน สรุปได้ดังนี้

1. สสารทุกชนิดประกอบด้วยสิ่งที่เรียกว่า “อะตอม” มีลักษณะเป็นทรงกลมตัน เป็นสิ่งที่เล็กที่สุด ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก
2. ธาตุเดียวกันจะมีอะตอมที่มีสมบัติเหมือนกัน และธาตุที่ต่างกัน สมบัติของอะตอมก็จะต่างกันด้วย
3. อะตอมไม่สามารถถูกทำให้หายไปหรือทำให้เกิดขึ้นใหม่ได้
4. อะตอมของธาตุสามารถรวมตัวกันได้ อยู่ในรูปสารประกอบ โดยมีสัดส่วนเป็นเลขลงตัวอย่างต่ำ

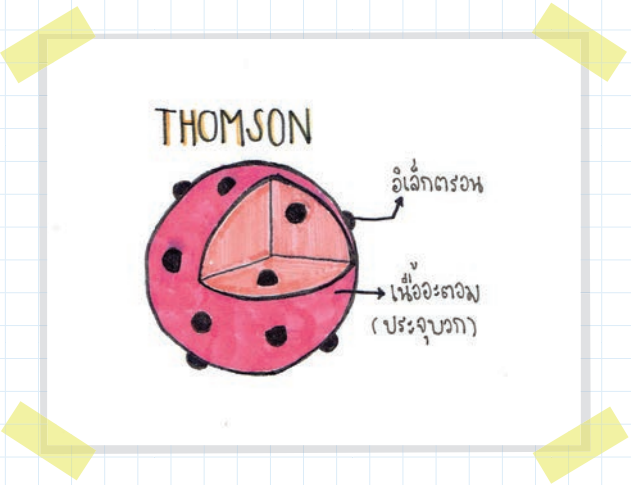
ตารางสรุปและเปรียบเทียบอะตอมยุคเริ่มแรกกับยุคปัจจุบัน

	อะตอมของดอลตัน	อะตอมในปัจจุบัน
1.	สสารทุกชนิดประกอบด้วยสิ่งที่เรียกว่า “อะตอม” มีลักษณะเป็นทรงกลมตัน เป็นสิ่งที่เล็กที่สุด ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก	ปัจจุบันพบว่าอะตอมสามารถแบ่งแยกได้อีก เพราะยังมีอนุภาคอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบ เช่น โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน ควาร์ก
2.	ธาตุเดียวกันจะมีอะตอมที่มีสมบัติเหมือนกัน และธาตุที่ต่างกัน สมบัติของอะตอมก็จะต่างกันด้วย	ปัจจุบันมีการค้นพบไอโซโทป คือการที่ธาตุเดียวกันมีเลขมวลต่างกันเนื่องจากนิวตรอนของธาตุไม่เท่ากัน เช่น I-127 และ I-131

Lecture chemistry senior.indd 9 26/2/2562 BE 10:01

	อะตอมของดอลตัน	อะตอมในปัจจุบัน
3.	อะตอมไม่สามารถถูกทำให้หายไปหรือทำให้เกิดขึ้นใหม่ได้	ถูกสร้างได้แล้วด้วยปฏิกิริยานิวเคลียร์ โดยเหนี่ยวนำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน และปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน
4.	อะตอมของธาตุสามารถรวมตัวกันได้ อยู่ในรูปสารประกอบ โดยมีสัดส่วนเป็นเลขลงตัวอย่างต่ำ	เป็นจริงอยู่ในปัจจุบัน เช่น H_2O โดย H : O = 2 : 1

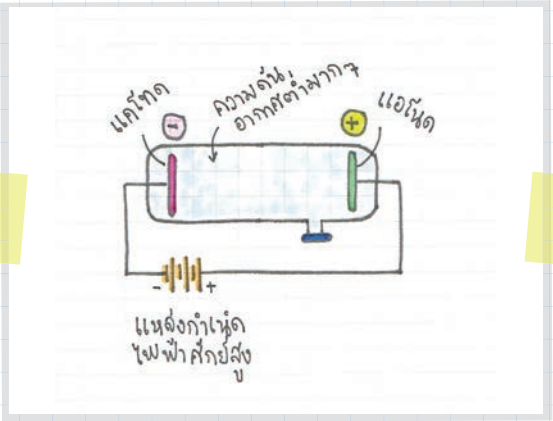
แบบจำลองอะตอมของทอมสัน



เทคโนโลยีหลอดสุญญากาศ

ในสมัยนั้นมีเทคโนโลยีหลอดสุญญากาศ ซึ่งสามารถสูบก๊าซออกจากหลอดแก้วจนเป็นสุญญากาศ (มีอากาศในหลอดต่ำกว่าหรือเท่ากับ 1 ในล้านส่วน) และทำให้อะตอมของอากาศที่เหลือในหลอดสามารถนำไฟฟ้าได้ ทอมสันจึงนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาออกแบบการทดลองของตนเองเพื่ออธิบายแบบจำลองอะตอมเพิ่มเติมจากแบบจำลองอะตอมของดอลตัน โดยทดลองต่อขั้วไฟฟ้าความต่างศักย์สูงเข้าไปในหลอดสุญญากาศ ซึ่งจะทำให้อะตอมของก๊าซในหลอดแตกตัวและเกิดการนำไฟฟ้า สังเกตได้จากแสงที่ตกกระทบกับหลอดแก้วส่วนท้าย

Lecture chemistry senior.indd 10 26/2/2562 BE 10:01



ต่อมาทอมสันจึงสร้างหลอดทดลองขึ้นใหม่ เพื่อสังเกตการตกกระทบของรังสีแคโทด

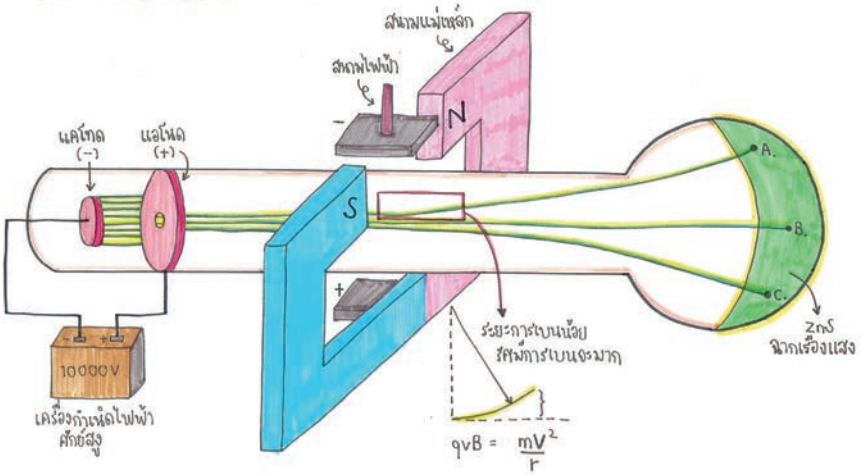
หลอดรังสีแคโทดของทอมสัน

ประกอบไปด้วย

1. **หลอดแก้วที่สูบอากาศออกจนเหลือน้อยมากๆ**
   - ทำให้เกิดการนำไฟฟ้าได้ในหลอดแก้ว เนื่องจากก๊าซในหลอดมีความดันต่ำมาก จึงแตกตัวได้ง่าย
2. **ขั้วไฟฟ้าความต่างศักย์สูง**
   - สร้างรังสีแคโทดที่มีประจุลบ โดยรังสีแคโทดเกิดจากอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากขั้วลบ และอิเล็กตรอนของก๊าซที่ถูกอิเล็กตรอนจากขั้วนุ่งชนแล้วหลุดออกมารวมกัน
3. **แผ่นโลหะขั้วแอโนด (ขั้วบวก) รูปโดนัทจากภาพหน้า 12**
   - ดึงดูดอิเล็กตรอน (ประจุลบ) จากขั้วแคโทดวิ่งเป็นลำแสงผ่านรูของขั้วแอโนด กลายเป็นเส้นรังสีแคโทดที่เรียวเล็ก
4. **สนามไฟฟ้าที่ปรับค่าความต่างศักย์ได้**
   - ทำให้รู้ว่าลำแสงที่ผ่านเข้ามามีประจุชนิดใด สังเกตจากการเบี่ยงเบนของลำแสงในสนามไฟฟ้า
5. **สนามแม่เหล็ก**
   - คร่อมอยู่กับสนามไฟฟ้าเพื่อหักล้างกับแรงเนื่องจากสนามไฟฟ้า
6. **ปลายหลอดที่ฉาบด้วยสารซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS)**
   - ทำให้รู้ว่าลำแสงที่ออกมาเบี่ยงเบนอย่างไร โดยสังเกตการเรืองแสงที่ก้นหลอด

Lecture chemistry senior.indd 11 26/2/2562 BE 10:01

หลอดรังสีแคโทดของทอมสัน



ทิศทางของรังสีแคโทดในการทดลองของทอมสัน

1. เมื่อเปิดขั้วไฟฟ้าความต่างศักย์สูงในหลอดสุญญากาศ ทำให้ก๊าซในอากาศแตกตัวได้อนุภาคลบไปรวมกับอนุภาคลบที่ออกมาจากขั้วแคโทด เรียกว่า รังสีแคโทด (ต่อมาเรียกว่า อิเล็กตรอน)
2. รังสีแคโทดเคลื่อนที่ไปยังขั้วแอโนดที่เจาะรูตรงกลาง ทำให้ได้เป็นเส้นรังสีเรียวเล็ก
3. เส้นรังสีดังกล่าวผ่านสนามไฟฟ้าที่มีแผ่นบนเป็นขั้วลบและแผ่นล่างเป็นขั้วบวก เนื่องจากตัวมันเป็นประจุลบ สังเกตเห็นจุดเรืองแสงที่ก้นหลอดที่ฉาบด้วยซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS) จะเห็นว่ามีจุดเรืองแสงที่บริเวณด้านล่างของก้นหลอดตำแหน่ง (C)
4. แต่หากเปิดเฉพาะสนามแม่เหล็กจะมีแรงดึงขึ้นเพียงอย่างเดียว เนื่องจากมีแรงแม่เหล็กตามกฎมือขวาของเฟลมมิง จะทำให้รังสีแคโทดไปตกกระทบที่ก้นหลอดในตำแหน่ง (A)

Lecture chemistry senior.indd 12 26/2/2562 BE 10:01

เส้นรังสีแคโทดที่เกิดขึ้นในหลอด (ตามภาพหน้า 12)

1. เส้นเบนขึ้น (A) เกิดจากแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กเท่านั้น
2. เส้นไม่เบี่ยงเบน (B) เกิดได้ 2 กรณี คือ
   1) ไม่มีการเปิดสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
   2) มีการเปิดสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กให้มีแรงสมดุลกัน
3. เส้นเบนลง (C) เกิดจากแรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าเท่านั้น (รังสีแคโทดถูกแผ่นบวกดึงลง)

คุณสมบัติของอนุภาคที่เกิดภายในหลอดสุญญากาศ

1. รังสีแคโทด

- มีความเป็นลบทางไฟฟ้า
- มีจำนวนมากกว่ารังสีแอโนด เพราะมาจากอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากขั้วไฟฟ้ารวมกับอิเล็กตรอนของอะตอมก๊าซที่แตกตัว เนื่องจากถูกอิเล็กตรอนตัวอื่นพุ่งชน
- ขนาดเล็กกว่ารังสีแอโนด วิ่งเร็วกว่า
- อำนาจการทะลุทะลวงดีกว่ารังสีแอโนด

2. รังสีแอโนด

- มีความเป็นบวกทางไฟฟ้า
- มีจำนวนน้อยกว่า เพราะมาจากอะตอมของก๊าซที่ถูกอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากขั้วพุ่งชนจนเหลือแต่นิวเคลียสของก๊าซเท่านั้น
- ขนาดใหญ่กว่า เคลื่อนที่ช้ากว่า
- อำนาจการทะลุทะลวงต่ำกว่ารังสีแคโทด

การหาค่าประจุต่อมวลของรังสีแคโทด (อิเล็กตรอน)

- สิ่งที่น่าสนใจที่นำไปสู่การจำลองลักษณะอะตอมของทอมสัน คือ การค้นพบอนุภาคที่เกิดขึ้นภายในหลอดสุญญากาศนี้ 2 ชนิด คือ รังสีแคโทดและรังสีแอโนด ซึ่งทั้ง 2 อนุภาคต่างก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน
- ทอมสันนำรังสีแคโทดยิงผ่านสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่ปรับค่าได้จนเส้นอนุภาคเป็นเส้นตรง เนื่องที่จะได้ใช้กฎนิวตัน ข้อที่ 3 **คือ แรงดึงขึ้นเท่ากับแรงดึงลง** ในการแก้สมการหาค่าประจุต่อมวล (q/m) ของรังสีแคโทด

Lecture chemistry senior.indd 13 26/2/2562 BE 10:01

- โดยทอมสันเปิดสนามแม่เหล็กที่วางตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า ทำให้เกิด**แรงดึงรังสีแคโทดขึ้น** (ตามกฎมือขวา) และปรับค่าสนามไฟฟ้าซึ่งทำให้เกิด**แรงดึงรังสีแคโทดลง** จนกระทั่งรังสีแคโทดอยู่ในแนวเส้นตรงไม่เบี่ยงเบนแล้ว ทอมสันสามารถคำนวณค่าประจุต่อมวลจากเส้นรังสีแคโทดที่เกิดขึ้นได้จากเส้น B (จากรูปหน้า 12) โดยเมื่อรังสีแคโทดวิ่งเป็นเส้นตรงแล้วจะเป็นไปตามความสัมพันธ์ดังนี้

1) กลศาสตร์ของนิวตันเพื่อหาความเร็ว (v) ของรังสีแคโทด

แรงดึงรังสีแคโทดขึ้น = แรงดึงรังสีแคโทดลง

แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้า = แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก

$$qE = qvB$$

$$v = \frac{E}{B}$$

2) นำค่าความเร็วของรังสีแคโทด (v) ไปแทนในสมการรัศมีความโค้งของอนุภาคที่ถูกเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก

แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก = แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{Br}$$

โดยที่ q = ประจุไฟฟ้า E = สนามไฟฟ้า

v = ความเร็วรังสีแคโทด B = สนามแม่เหล็ก

m = มวลรังสีแคโทด

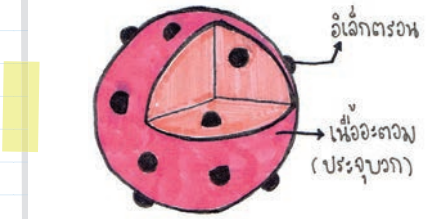
r = รัศมีความโค้งของอนุภาคที่ถูกเบี่ยงเบน

ซึ่งคิดออกมาได้ค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน $(q/m) = 1.76 \times 10^8$ คูลอมบ์ต่อกรัม

สรุปเกี่ยวกับการทดลองและแบบจำลองอะตอมของทอมสัน

- **เสนอแบบจำลอง Plum-Pudding Model** อธิบายว่าอะตอมทุกชนิดมีความเป็นกลางทางไฟฟ้า ประกอบด้วยเนื้อทรงกลมตันที่มีประจุบวกดึงดูดกับอนุภาคลบ (รังสีแคโทด) แทรกอยู่อีกที

Lecture chemistry senior.indd 14 26/2/2562 BE 10:01



- **ส่วนประกอบของอะตอม** อธิบายได้จากอะตอมที่ถูกชนด้วยรังสีแคโทด (จากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า) ในหลอดสุญญากาศ รังสีแคโทดจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจะเข้าไปชนรังสีแคโทดที่ฝังในเนื้ออะตอมให้หลุดออก ทำให้อะตอมสูญเสียความเป็นกลางทางไฟฟ้าและแตกตัวออกมาเป็นอนุภาคบวก (รังสีแอโนด)
- **คำนวณค่าประจุต่อมวล (q/m) ของรังสีแคโทด (อิเล็กตรอน)** ได้เท่ากับ 1.76×10^8 คูลอมบ์ต่อกรัม นำไปสู่การคำนวณค่ามวลของอิเล็กตรอนต่อไป

การค้นพบอนุภาคที่มีประจุบวก (รังสีแอโนด)

ก่อนหน้าทอมสันราวๆ 18 ปี โกลด์สไตน์ใช้หลอดรังสีแคโทดทดลองพบอนุภาคบวกเป็นครั้งแรก โดยเขาเลือกใช้ขั้วแคโทดที่เจาะรูตรงกลาง (ต่างจากทอมสันที่เขาเจาะรูที่ขั้วแอโนด) เมื่อเปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอนจากขั้วแคโทดจะวิ่งเข้าชนกับอะตอมของก๊าซในหลอดทำให้สูญเสียอิเล็กตรอน อะตอมจึงแสดงประจุไฟฟ้าบวกแล้ววิ่งจากขั้วแอโนดเข้าหาขั้วแคโทดเป็นเส้นรังสีชื่อว่า รังสีแอโนด เมื่อนำไปผ่านสนามไฟฟ้าพบว่ามีการเบี่ยงเบนที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของก๊าซในหลอด แต่ยังบอกไม่ได้ว่าอนุภาคบวกที่พบเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของธาตุทุกชนิด เพราะมีสัดส่วนที่ต่างกันไปในแต่ละธาตุ

การค้นพบอิเล็กตรอน

ทอมสันใช้สมการข้างบน ได้ค่าประจุต่อมวลของรังสีแคโทด (q/m) เท่ากับ 1.76×10^8 คูลอมบ์ต่อกรัม และได้ข้อสังเกตว่า ไม่ว่าจะเปลี่ยนชนิดของก๊าซหรือโลหะเป็นอะไร ขั้วแคโทดก็จะปลดปล่อยรังสีแคโทดที่มีประจุไฟฟ้าลบและได้ค่าประจุต่อมวลคงที่เสมอ ทอมสันเรียกรังสีแคโทดใหม่ว่า อิเล็กตรอน และสรุปว่าอิเล็กตรอนเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอะตอม ด้วยเหตุนี้การทดลองของทอมสันจึงล้มล้างแบบจำลองอะตอมของดอลตันที่กล่าวว่า อะตอมเป็นสิ่งที่เล็กที่สุด เนื่องจากอะตอมยังมีอิเล็กตรอนและอนุภาคอื่นๆ ที่ยังไม่ค้นพบเป็นองค์ประกอบ จากนั้นเขาได้เสนอแบบจำลองอะตอม Plum-Pudding Model โดยกล่าวว่า อะตอมมีความเป็นกลางทางไฟฟ้า ประกอบด้วยอิเล็กตรอนที่มีประจุลบฝังอยู่ในเนื้ออะตอมที่มีประจุบวก

Lecture chemistry senior.indd 15 26/2/2562 BE 10:01

การหาประจุของอิเล็กตรอนของมิลลิแกน

ในเวลาต่อมา หลังจากทอมสันหาประจุต่อมวลของอิเล็กตรอนได้แล้ว มิลลิแกนจึงทำการทดลองเพื่อหาประจุของอิเล็กตรอน โดยวิธีการทดลองที่ชื่อว่า การทดลองหยดน้ำมัน (Oil-Drop Experiment) มีวิธีการดังนี้

1. ฉีดละอองน้ำมันเล็กๆ เข้าไปในแก้วผ่านรูเล็กๆ บนฝา
2. ฉายรังสีเอกซ์ (X-ray) ทำให้อะตอมของก๊าซในแก้วแตกตัวได้อิเล็กตรอนอิสระ
3. อิเล็กตรอนอิสระจะเข้าไปจับกับหยดน้ำมันทำให้หยดน้ำมันมีประจุลบ ขณะที่อะตอมของก๊าซบางส่วนมีประจุบวก เนื่องจากสูญเสียอิเล็กตรอนก็เข้าไปจับกับหยดน้ำมันเช่นกัน
4. หยดน้ำมันในตอนนี้จะมีทั้งที่เป็นประจุลบและประจุบวก
5. มิลลิแกนเปิดสนามไฟฟ้าที่แผ่นบนเป็นแผ่นบวก และแผ่นล่างเป็นแผ่นลบ

Lecture chemistry senior.indd 16 26/2/2562 BE 10:01

6. ทำให้หยดน้ำมันที่มีอิเล็กตรอนลอยขึ้นไปในทิศสนามไฟฟ้าแผ่นบวก และหยดน้ำมันที่มีประจุบวกลอยตกไปในทิศสนามไฟฟ้าแผ่นลบ มิลลิแกนสังเกตเห็นผ่านกล้องกำลังขยายสูงที่ติดตั้งไว้ข้างแก้ว

7. ไอเดียของการทดลองนี้อยู่ตรงที่มีหยดน้ำมันบางหยดลอยอยู่นิ่งๆ เนื่องจากแรงดึงขึ้นจากสนามไฟฟ้าเท่ากับแรงดึงลงเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (น้ำหนักของหยดน้ำมัน) ทำให้มิลลิแกนสามารถคำนวณประจุของอิเล็กตรอนได้ด้วยความสัมพันธ์ดังนี้

$$F_{\text{ดึงขึ้น}} = F_{\text{ดึงลง}}$$

$$\text{แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้า} = \text{แรงโน้มถ่วง}$$

$$qE = mg$$

$$q = \frac{mg}{E}$$

โดยที่ q = ประจุไฟฟ้า, E = สนามไฟฟ้า, m = มวลหยดน้ำมัน, g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง

8. มิลลิแกนสังเกตหยดน้ำมันที่หยุดนิ่งๆ หลายครั้ง พบสิ่งที่น่าสนใจว่า ค่าของประจุหยดน้ำมันแต่ละครั้งเป็นเลขจำนวนเต็มที่คูณด้วย 1.602×10^{-9} พูดง่ายๆ คือ 1.602×10^{-9} เป็น ห.ร.ม. ของหยดน้ำมันทุกตัวที่วัดค่า เช่น สมมติว่ามิลลิแกนเจอหยดน้ำมันที่ลอยนิ่งๆ และนำมาวัดค่าประจุ จะได้ดังนี้

หยดที่ 1 วัดประจุได้ 1.602×10^{-9} คูลอมบ์ คือเลข $1 \times 1.602 \times 10^{-9}$
หยดที่ 2 วัดประจุได้ 3.204×10^{-9} คูลอมบ์ คือเลข $2 \times 1.602 \times 10^{-9}$
หยดที่ 3 วัดประจุได้ 4.806×10^{-9} คูลอมบ์ คือเลข $3 \times 1.602 \times 10^{-9}$
หยดที่ n วัดประจุได้ $n \times 1.602 \times 10^{-9}$ คูลอมบ์ คือเลข $n \times 1.602 \times 10^{-9}$

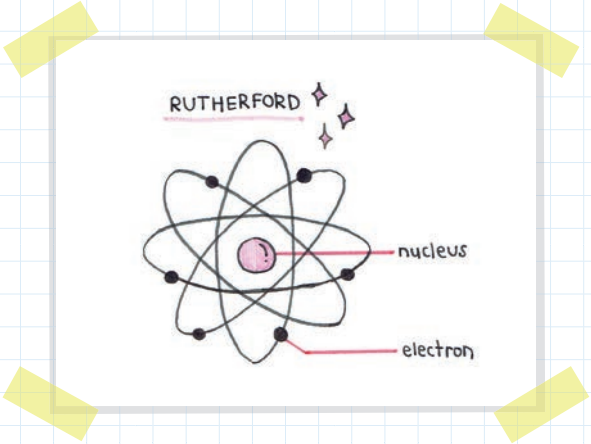
มิลลิแกนเชื่อว่าเลขจำนวนเต็ม 1, 2, 3, ...n เป็นจำนวนอิเล็กตรอนที่เกาะอยู่บนหยดน้ำมัน เนื่องจากจำนวนประจุต่ำสุดที่วัดได้มีค่า 1.602×10^{-9} คูลอมบ์ ดังนั้นจึงสรุปว่า **อิเล็กตรอนมีประจุเท่ากับ 1.602×10^{-9} คูลอมบ์**

การทราบมวลอิเล็กตรอน

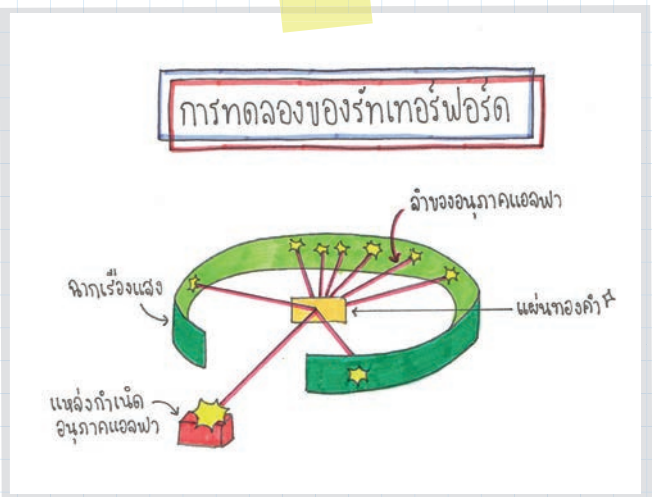
ใช้สมการประจุต่อมวลของทอมสัน คือ $\frac{q}{m} = 1.76 \times 10^{8}$ คูลอมบ์ต่อกรัม และข้อมูลค่าของประจุอิเล็กตรอนจากมิลลิแกน (q) เท่ากับ 1.602×10^{-9} คูลอมบ์ แทนค่า q ลงไปในสมการ **จะได้มวลของอิเล็กตรอน (m) = 9.1×10^{-28} กรัม**

Lecture chemistry senior.indd 17 26/2/2562 BE 10:01

แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด



รัทเทอร์ฟอร์ดบอกว่า แบบจำลองอะตอมของทอมสัน (Plum-Pudding Model) ไม่ถูกต้อง ด้วยการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาใส่แผ่นทองคำเปลวที่ฝนจนบาง (Gold Foil Scattering) เขาอธิบายว่า หากแบบจำลองอะตอมของทอมสันเป็นจริง อนุภาคแอลฟาที่มีความหนาแน่นของประจุไฟฟ้าบวกสูงย่อมทะลุผ่านอะตอมของแผ่นทองคำไปทั้งหมด เพราะอะตอมแบบทอมสันนั้นประจุบวกกระจายกันอยู่ในเนื้ออะตอมทำให้ความหนาแน่นของประจุบวกต่ำกว่า แต่ผลการทดลองกลับพบว่ามีอนุภาคแอลฟาบางส่วนเบี่ยงเบน บางส่วนก็สะท้อนกลับมา แสดงให้เห็นว่าจริงๆ แล้วอะตอมมีจุดที่มีประจุบวกกระจุกตัวหนาแน่นนอๆ กับอนุภาคแอลฟาเรียกจุดนั้นว่า นิวเคลียสของอะตอม รัทเทอร์ฟอร์ดเลยสรุปแบบจำลองอะตอมใหม่ว่า จริงๆ แล้วอะตอมมีประจุบวกที่เรียกว่านิวเคลียสอยู่ตรงกลาง และล้อมรอบไปด้วยอิเล็กตรอนที่เป็นประจุลบวิ่งอยู่รอบๆ



Lecture chemistry senior.indd 18 26/2/2562 BE 10:01