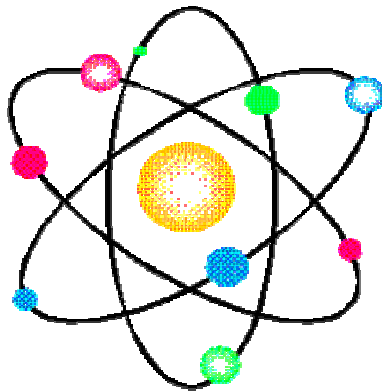


เอกสารประกอบการเรียน
วิชา ว 40221 เคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ
เล่มที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของดอลตัน
และแบบจำลองอะตอมของทอมสัน



นางสุกัญญา ไทยเจริญ

โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ฉะเชิงเทรา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาฉะเชิงเทรา เขต 1

คำนำ

เอกสารประกอบการเรียนชุดนี้ จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เสริมบทเรียน และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา ว 40221 เคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยเอกสารประกอบการเรียนจำนวน 10 เล่ม ดังนี้

- เล่มที่ 1 เรื่องแบบจำลองอะตอมของดอลตันและแบบจำลองอะตอมของทอมสัน
- เล่มที่ 2 เรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดและอนุภาคมูลฐาน ของอะตอม
- เล่มที่ 3 เรื่องแบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
- เล่มที่ 4 เรื่องเลขอะตอม เลขมวล ไอโซโทปและสัญลักษณ์นิวเคลียร์
- เล่มที่ 5 เรื่องการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม
- เล่มที่ 6 เรื่องตารางธาตุและวิวัฒนาการการสร้างตารางธาตุ
- เล่มที่ 7 เรื่องขนาดอะตอมและขนาดไอออนของธาตุตามหมู่และตามคาบ
- เล่มที่ 8 เรื่องพลังงานไอออไนเซชัน
- เล่มที่ 9 เรื่องอิเล็กโทรเนกาติวิตี สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของธาตุตามหมู่และตามคาบ
- เล่มที่ 10 เรื่องเลขออกซิเดชัน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารประกอบการเรียนชุดนี้ จะช่วยส่งเสริมให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ เรื่องโครงสร้างอะตอมและตารางธาตุเป็นอย่างดี ขอให้นักเรียนตั้งใจศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

ในโอกาสนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ นายอำนาจ เดชสุภา ผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ นายสมนึก ชูเลิศ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ และคุณครูโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนให้กำลังใจในการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนครั้งนี้

นางสุกัญญา ไทยเจริญ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	1
จุดประสงค์การเรียนรู้	2
แบบจำลองอะตอมของดอลตันและแบบจำลองอะตอมของทอมสัน	3
กิจกรรมเสริมการเรียนรู้ เอกสารประกอบการเรียน	14
คำถามท้ายบทเรียน	15
บรรณานุกรม	18
ภาคผนวก	19
- แบบทดสอบก่อนเรียน	20
- แบบทดสอบหลังเรียน	24
- เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	28
- แนวการตอบคำถามท้ายบทเรียน	29



คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

เอกสารประกอบการเรียนเล่มนี้สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนพัฒนาด้านวิชาการ ส่งเสริมการเรียนรู้ ศึกษาด้วยตนเอง ฝึกทักษะรักการอ่าน ซึ่งนักเรียนจะได้รับประโยชน์ จากเอกสารประกอบการเรียน ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ด้วยการปฏิบัติตามคำแนะนำ ต่อไปนี้

1. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนและตรวจคำตอบจากเฉลย แล้วจึงศึกษา บทเรียนต่อไปจนจบ ทำกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ ทำคำถามท้ายบทเรียนแล้วตรวจ คำตอบจากแนวการตอบคำถาม
3. นักเรียนต้องอ่านเนื้อเรื่องไปตามลำดับโดยไม่เว้นหน้า **ห้ามเปิดข้าม** เพราะ จะทำให้การเรียนรู้ในบทเรียนไม่ต่อเนื่องกัน
4. ถ้ามีคำสั่ง หรือคำถามอย่างไร ต้องปฏิบัติตามนั้น
5. การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ทำกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ ตอบคำถามท้ายบทเรียน ใช้กระดาษคำตอบที่จัดเตรียมไว้ และอย่าขีดเขียนสิ่งต่าง ๆ ลงในเอกสารเล่มนี้
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วตรวจคำตอบจากเฉลย และนำคะแนน มาเปรียบเทียบกับการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
7. นักเรียนประเมินตนเอง พิจารณาการบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ คะแนน หลังเรียนควรสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์การประเมิน (ร้อยละ 80)
8. อย่าเปิดดูเฉลยก่อนที่จะใช้ความสามารถตอบคำถามด้วยตัวเอง เพราะถ้าทำเช่นนั้นจะไม่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ขึ้น
9. นักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์การประเมิน นักเรียนต้อง ศึกษาทบทวนเอกสารประกอบการเรียนและปฏิบัติตามขั้นตอน ตามคำชี้แจงสำหรับ นักเรียนอีกครั้งหนึ่ง ถ้าสงสัยหรือไม่เข้าใจสิ่งใดให้สอบถามผู้สอน
10. ส่งคืนเอกสารประกอบการเรียนนี้ตามกำหนดเวลา

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมได้
2. อธิบายทฤษฎีอะตอมของคอตตันได้
3. อธิบายข้อบกพร่องของทฤษฎีอะตอมของคอตตันได้
4. อธิบายการทดลองและทฤษฎีอะตอมของทอมสันได้
5. คำนวณหาค่าประจุต่อมวลและหาจำนวนอิเล็กตรอนได้



เรื่องแบบจำลองอะตอมของดอลตันและแบบจำลองอะตอมของทอมสัน

- แบบจำลองอะตอมของดอลตัน

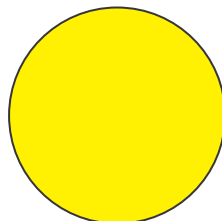
แบบจำลองอะตอม เป็นมโนภาพที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองหลายครั้ง ถ้าผลการทดลองเปลี่ยนไป จะทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับอะตอมเปลี่ยนไปด้วย

จอห์น ดอลตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้เสนอทฤษฎีอะตอมไว้ในปี พ.ศ. 2346 มีสาระสำคัญ ดังนี้

1. สารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุด ซึ่งไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก เรียกว่าอะตอม
2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน ย่อมมีสมบัติเหมือนกันทุกประการและย่อมมีสมบัติ ต่างจากอะตอมของธาตุอื่น
3. อะตอมทำให้สูญหาย หรือทำให้เกิดขึ้นใหม่ไม่ได้
4. สารประกอบเกิดจาก การรวมตัวทางเคมี ระหว่างอะตอมของธาตุต่างชนิดกันด้วยอัตราส่วนของจำนวนอะตอมเป็นเลขลงตัวน้อย ๆ
5. โมเลกุลของสารประกอบชนิดเดียวกัน ย่อมมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ และมีสมบัติต่างจากสารประกอบอื่น

ดังนั้น แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีของดอลตัน จึงสรุปได้ดังนี้ คือ อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม มีขนาดเล็กมาก และไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก

ดังรูป



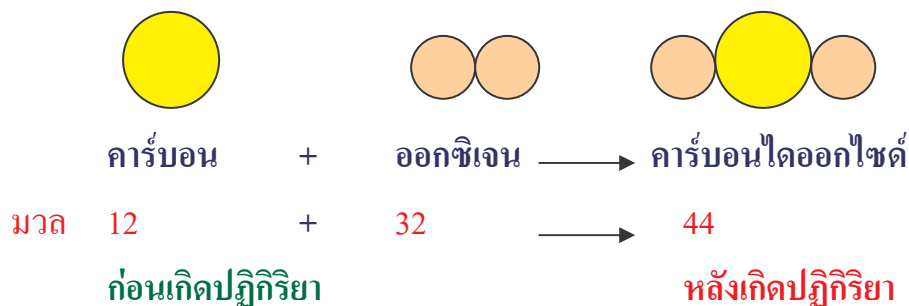
รูป 1.1 แสดงแบบจำลองอะตอมของดอลตัน

ต่อมานักวิทยาศาสตร์พบว่าทฤษฎีอะตอมของดอลตัน มีข้อบกพร่องดังนี้

1. จากการศึกษาทางนิวเคลียร์ฟิสิกส์ พบว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐาน 3 อนุภาค คือโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน ดังนั้นทฤษฎีอะตอมของดอลตัน ข้อที่ 1 จึงใช้ไม่ได้ เพราะอะตอมสามารถแบ่งแยกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ ได้
2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน อาจมีสมบัติต่างกันก็ได้ เช่น ธาตุไฮโดรเจนมี 3 ไอโซโทป คือ ${}^1_1\text{H}$ ${}^2_1\text{H}$ ${}^3_1\text{H}$ เป็นธาตุชนิดเดียวกันแต่มวลต่างกัน ดังนั้นทฤษฎีอะตอมของดอลตันข้อที่ 2 จึงเป็นไปไม่ได้
3. อะตอมทำให้เกิดขึ้นใหม่ หรือเปลี่ยนเป็นอะตอมของธาตุอื่นได้ หรือสามารถสังเคราะห์อะตอมของธาตุใหม่ได้ โดยอาศัยปฏิกิริยานิวเคลียร์ ดังนั้นทฤษฎีอะตอมของดอลตันข้อที่ 3 จึงเป็นไปไม่ได้ เพราะอะตอมสามารถทำให้เกิดใหม่ หรือสูญหายได้
4. สารประกอบอาจเกิดจากการที่โมเลกุลต่างชนิดกัน เข้าทำปฏิกิริยากันแล้วได้สารประกอบใหม่ก็ได้ ไม่จำเป็นต้องเกิดจากการรวมตัวของธาตุชนิดเดียวกัน ทฤษฎีอะตอมของดอลตันข้อที่ 4 จึงยังไม่สมบูรณ์

ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน สามารถนำมาอธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ได้อย่างนี้

1. การที่ผลรวมของสารก่อนปฏิกิริยาและหลังปฏิกิริยาเท่ากัน เพราะจำนวนอะตอมไม่ได้สูญหาย หรือเกิดขึ้นใหม่ อะตอมอาจแลกที่กันเมื่อเกิดปฏิกิริยา เช่น ปฏิกิริยาระหว่าง คาร์บอนกับออกซิเจน ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ดังรูป



รูป 1.2 แสดงการเกิดปฏิกิริยาของสาร ก่อนและหลังเกิดปฏิกิริยา

2. การที่อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบคงที่นั้น เพราะเมื่ออะตอมของธาตุต่างชนิดกัน มารวมกันเป็นสารประกอบจะรวมกันด้วยอัตราส่วนจำนวนอะตอมคงที่ และเนื่องจากอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน มีมวลเท่ากัน **ดังนั้นอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบจึงคงที่** เช่นปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนกับออกซิเจนได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่ว่าจะมีการประกอบด้วย คาร์บอน 1 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม ดังนั้นอัตราส่วนโดยมวลของคาร์บอน ต่อออกซิเจน มีค่าคงที่

จากที่กล่าวมาแล้วจึงสรุปได้ว่า อะตอมไม่ใช่อนุภาคที่เล็กที่สุดสามารถแบ่งแยกเป็นอนุภาคอื่นที่เล็กกว่าได้ คือโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน เราสามารถจะทำให้อะตอมของธาตุหนึ่งแตกสลายสูญหายไปได้ และสร้างอะตอมขึ้นมาใหม่ได้ โดยวิธีทางเคมีนิวเคลียร์ การค้นพบไอโซโทปของธาตุทำให้ทราบแน่นอนว่า อะตอมของธาตุเดียวกัน ไม่จำเป็นต้องมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ และไม่จำเป็นต้องมีมวลเท่ากัน สำหรับโมเลกุลของสารประกอบชนิดเดียวกันอาจมีสมบัติและมวลแตกต่างกันได้ ถ้าสารประกอบนั้นประกอบด้วยไอโซโทป ข้อที่กล่าวมาแล้วนั้นล้วนแต่เป็นความจริงที่ขัดแย้งต่อทฤษฎีอะตอมของดอลตันทั้งสิ้น

นอกจากนี้ยังมีบางเรื่องที่ใช้แนวความคิดของทฤษฎีอะตอมของดอลตันอธิบายไม่ได้ คือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในหลอดรังสีแคโทด ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์คนต่อ ๆ มา จึงได้พยายามค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อสร้างแบบจำลองอะตอมขึ้นมาใหม่ เพื่อให้ได้ภาพอะตอมที่ชัดเจน และถูกต้องกับความเป็นจริงมากที่สุด

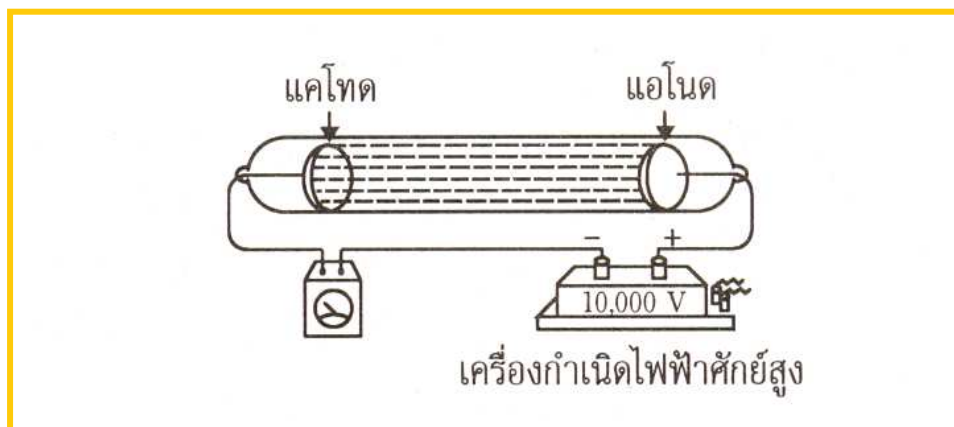
- แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

ก่อนที่จะอธิบายถึงแบบจำลองอะตอมของทอมสัน นักเรียนควรจะทราบเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของแก๊ส และความดันในหลอดรังสีแคโทด การนำไฟฟ้าของแก๊สจะพบว่าที่ความดันปกติ 1 บรรยากาศ อากาศและแก๊สต่าง ๆ จะไม่นำไฟฟ้า แต่ถาลความดันของแก๊สให้ต่ำลงและเพิ่มความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้ามากขึ้น แก๊สจะนำไฟฟ้าได้ดี

หลอดรังสีแคโทดเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของแก๊ส

นักวิทยาศาสตร์ชื่อ วิลเลียม ครุกส์ ประดิษฐ์ขึ้นมา ประกอบด้วยหลอดแก้วบรรจุแก๊สที่มีความดันต่ำ มีขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว เป็นแผ่นโลหะซึ่งจะต่อเข้ากับขั้วบวกบรรจุแก๊สซึ่งมีความดันต่ำ มีขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว เป็นแผ่นโลหะซึ่งจะต่อเข้ากับขั้วบวก(แอโนด(anode)) และขั้วลบ (แคโทด (cathode)) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงที่มีความต่างศักย์สูง 10,000 – 20,000 โวลต์

หลอดรังสีแคโทดอาจเรียกว่าหลอดของครุกส์หรือหลอดแก๊สปล่อยประจุ (gas discharge tube) ดังรูป



รูป 1.3 แสดงหลอดรังสีแคโทด

ที่มา : บัณฑิตแนะแนว, ม.ป.ป., หน้า 23.

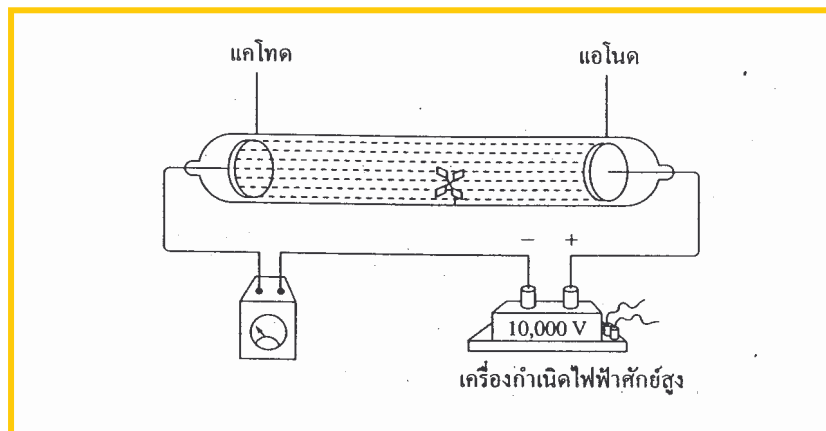
จากการทดลองของวิลเลียม ครุกส์ ได้ผลดังนี้

1. ที่ความดันปกติ 1 บรรยากาศ จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในหลอดแก้ว
2. ที่ความดันต่ำ แก๊สที่บรรจุภายในหลอดแก้วจะเรืองแสงขึ้นมา
3. ที่ความดันต่ำลงไปอีก บริเวณที่เกิดการเรืองแสงมากจะอยู่ทางด้าน

แอโนด

4. เมื่อนำจากเรืองแสง (แผ่น โลหะที่เคลือบด้วยซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS)
ไว้ระหว่างแอโนดและแคโทดในหลอดแก้ว โดยให้ด้านที่เคลือบด้วย ZnS
หันไปหาแคโทด จะเห็นการเรืองแสงเกิดขึ้น

5. เมื่อนำก้านหมุนได้ไปไว้ระหว่างแอโนดและแคโทดในหลอดแก้วจะ
เห็นใบพัดของก้านหมุนได้ ดังรูป



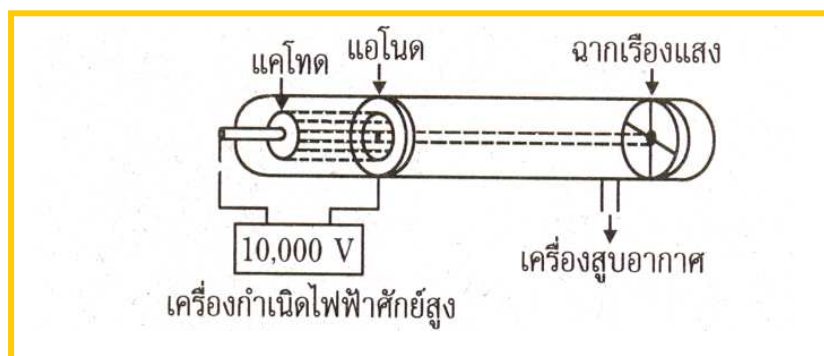
รูป 1.4 แสดงรังสีแคโทดทำให้ใบพัดของก้านหมุนได้

ที่มา : นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์ และคณิตา ตังคณานุรักษ์, 2549, หน้า 7.

จากผลการทดลองทั้ง 5 ข้อของครุกส์ จึงกล่าวได้ว่ามีรังสีชนิดหนึ่งพุ่งออกมา
จากแคโทดเป็นแนวเส้นตรงมายังแอโนด **เรียกรังสีที่เกิดขึ้นนี้ว่า รังสีแคโทด** ซึ่งรังสี
ดังกล่าวเป็นรังสีที่มีมวลเพราะทำให้ใบพัดของก้านหมุนได้

ในปี พ.ศ. 2440 เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน สนใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในหลอดรังสีแคโทด จึงได้ทดลองเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของแก๊สโดยใช้หลอดรังสีแคโทดด้วยวิธีการดังนี้

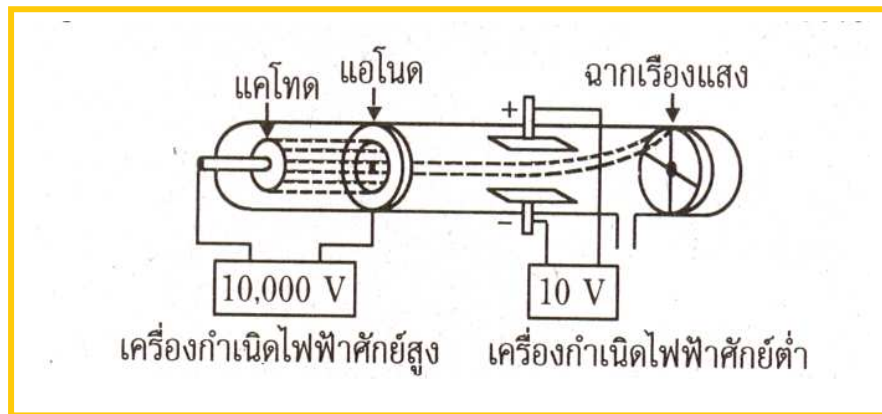
1. บรรจุแก๊สชนิดหนึ่งไว้ในหลอดรังสีแคโทด ซึ่งต่อกับเครื่องสูบเอาอากาศออก เพื่อให้ภายในมีความดันต่ำ ต่อขั้วทั้งสองเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าศักย์สูงที่แผ่นแอโนดเจาะรูตรงกลาง มีแผ่นฉากเรืองแสงซึ่งเคลือบด้วย ZnS วางที่ปลายหลอด เมื่อครบวงจรจะปรากฏเห็นจุดสว่างบนฉากเรืองแสง ดังรูป



รูป 1.5 แสดงการเดินทางของรังสีแคโทด

ที่มา : บัณฑิตเนาะแนว, ม.ป.ป., หน้า 24.

2. เมื่อทอมสันได้เห็นปรากฏการณ์เช่นนั้น จึงคิดว่ารังสีที่พุ่งมาเป็นเส้นตรงจากแผ่นแคโทดมายังแผ่นแอโนด แล้วไปกระทบฉากเรืองแสงนั้น เป็นรังสีชนิดใด เขาได้ทดลองโดยเอาสนามไฟฟ้ามาต่อระหว่างหลอดรังสีแคโทด และพบว่ารังสีนี้เบนเข้าหาขั้วบวกของสนามไฟฟ้าแสดงว่ารังสีนี้ต้องมีประจุลบอย่างแน่นอน เรียกรังสีชนิดนี้ว่า รังสีแคโทด ดังรูป



รูป 1.6 แสดงการเบี่ยงเบนของรังสีแคโทดในสนามไฟฟ้า
ที่มา : บัณฑิตแนะแนว, ม.ป.ป., หน้า 24.

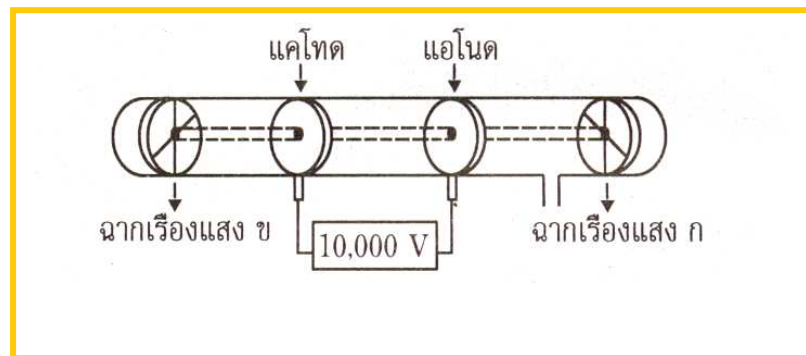
ต่อมาทอมสันได้ทดลองบรรจุแก๊ส ชนิดอื่น ๆ เข้าในหลอดรังสี แคโทดรวมทั้งเปลี่ยนชนิดของโลหะที่เป็นแคโทด ก็ยังพบว่าจะได้รังสีที่ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบขนาดที่ฉากเรืองแสงเสมอ นอกจากนี้เขายังสามารถคำนวณหาอัตราส่วนของประจุ (e) ต่อมวล (m) ของอิเล็กตรอนว่ามีค่าคงที่

$$\frac{e}{m} \text{ ของอิเล็กตรอน} = 1.76 \times 10^8 \text{ คุลมภ์ต่อกรัม}$$

จากผลการทดลองดังนี้ ทำให้ทอมสันสรุปว่าอะตอมของธาตุทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ และเรียกว่า อิเล็กตรอน

ออยเกน โกลด์ชไตน์ เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับอนุภาคบวกในอะตอม ยังเชื่อว่าภายในอะตอมจะต้องมีอนุภาคที่มีประจุบวกเพราะว่าอะตอมโดยทั่วไปจะเป็นกลางทางไฟฟ้า และเขาได้ทดลองดังนี้

1. คัดแปลงหลอดรังสีแคโทดด้วยการเจาะรูที่แผ่นแคโทด และเพิ่มฉากเรืองแสงด้านแคโทดพบว่าการเรืองแสงขึ้น และเมื่อทดสอบรังสีโดยใช้สนามไฟฟ้า เช่นเดียวกันจะเห็นรังสีนี้เบนเข้าหาขั้วลบ แสดงว่า รังสีนี้ต้องมีประจุบวกจึงให้ชื่อว่า รังสีคาแนล (Canal) ต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็นรังสีบวก ดังรูป

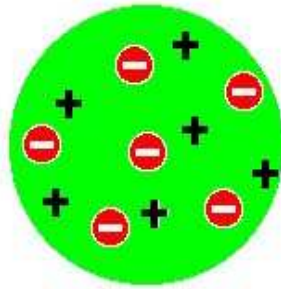


รูป 1.7 แสดงการเกิดประจุบวก

ที่มา : บัณฑิตเนาะเนว, ม.ป.ป., หน้า 25.

2. เมื่อเขาทดลองกับแก๊สหลายชนิด พบว่าจะได้ผลเช่นเดียวกันคือ รังสีนั้นจะเบนเข้าหาขั้วลบของสนามไฟฟ้า แต่จะมีอัตราประจุต่อมวลของอนุภาคบวกไม่คงที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊สที่บรรจุภายใน และเมื่อเขาใช้แก๊สไฮโดรเจนทดลอง จะได้อนุภาคบวก ที่มีประจุเท่ากับอิเล็กตรอน จึงตั้งชื่อว่า **โปรตอน (Proton)**

จากการทดลองของทอมสันและโกลด์สไตน์ ทำให้ได้ข้อสรุปว่า อะตอม มีลักษณะเป็นทรงกลม ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวก (โปรตอน) และอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ (อิเล็กตรอน) กระจายอยู่ทั่วไป อะตอมในสภาพที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุลบ ดังรูป



แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

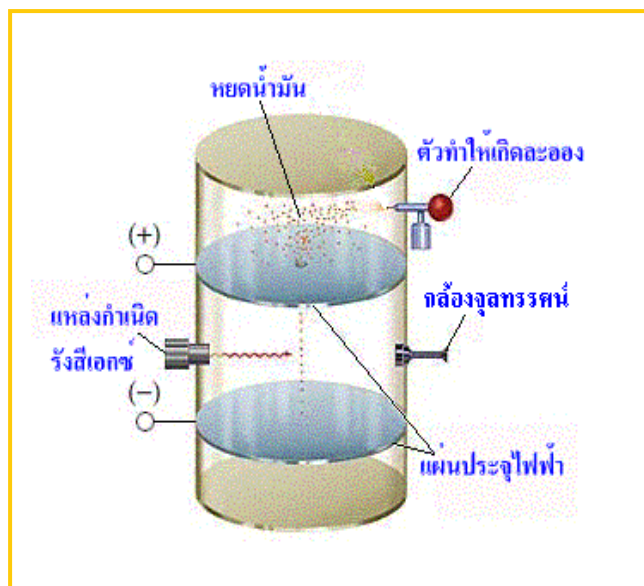
รูป 1.8 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

ที่มา : [http://www.skpschool.net/teacher/Physics/ModernPhysics/atomic/
www/ExpThoson/thomson_ex.htm](http://www.skpschool.net/teacher/Physics/ModernPhysics/atomic/www/ExpThoson/thomson_ex.htm)

จากแบบจำลองดังกล่าวอธิบายได้ว่า เมื่ออะตอมของโลหะที่ใช้ทำเป็นแคโทด ได้รับพลังงานสูงพอ จะทำให้อิเล็กตรอนวิ่งไปที่แผ่นโลหะที่เป็นแอโนดชนกับอะตอมของแก๊สที่บรรจุภายใน ทำให้อิเล็กตรอนของแก๊สเหล่านั้น หลุดออกมาและอิเล็กตรอนทั้งหมดรวมกันเรียกว่า **รังสีแคโทด** วิ่งมายังแผ่นแอโนด แล้วทะลุไปกระทบฉากเรืองแสง ส่วนอะตอมของแก๊สที่อิเล็กตรอนหลุดออกไป จะเหลืออนุภาคที่ประจุบวกวิ่งมาทางด้านแคโทด แล้วไปกระทบฉากเรืองแสงเกิดการเรืองแสงที่ฉากรู้ขึ้น

ในปี ค.ศ.1908 มิลลิแกน สามารถหาค่าประจุของอิเล็กตรอนโดยวิธีเม็ดน้ำมัน (Oil drop experiment) ซึ่งทำการทดลองดังนี้ พ่นน้ำมันออกเป็นละอองเม็ดเล็ก ๆ ให้ตกลงมาระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองผ่านกระแสไฟฟ้าให้เกิดประจุไฟฟ้า ตัวละอองเม็ดน้ำมันก็ถูกทำให้มีประจุเสียก่อน ด้วยการใช้รังสีเอกซ์ไปทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมของแก๊สในอากาศ แล้วไปติดกับเม็ดน้ำมัน ถ้าไม่มีสนามไฟฟ้า เม็ดน้ำมันจะตกลงด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก แต่ถ้าทำให้แผ่นมีประจุไฟฟ้าจะเห็นว่า

เม็ดน้ำมันตกล้ำ และสามารถทำให้หยุดนิ่งได้ หมายความว่าขณะนี้แรงจากสนามไฟฟ้า เท่ากับแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อปิดสนามไฟฟ้าเม็ดน้ำมันก็จะตกลงมา ก็สามารถ วัดความเร็วได้ แล้วคำนวณหามวลของเม็ดน้ำมันได้ ซึ่งเมื่อทราบความแรงของ สนามไฟฟ้า จะทำให้วัดค่าประจุไฟฟ้าบนเม็ดน้ำมันได้ ซึ่งจะเป็นจำนวนเท่า ของ 1.6×10^{-19} คูลอมป์ ดังรูป



รูป 1.9 การทดลองหาค่าประจุของอิเล็กตรอนโดยวิธีเม็ดน้ำมันของมิลลิแกน
ที่มา [http://www.psuwit.psu.ac.th/e-learning/data/cai/chemistry/
atomic structure/electron/htm](http://www.psuwit.psu.ac.th/e-learning/data/cai/chemistry/atomic%20structure/electron/htm)

จากการทดลองของทอมสัน

$$\frac{e}{m} \text{ ของอิเล็กตรอน } = 1.76 \times 10^8 \text{ คูลอมป์ / กรัม}$$

จากการทดลองของมิลลิแกน

$$\text{ประจุอิเล็กตรอน (e)} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ คูลอมป์ (1 ตัว)}$$

$$\frac{1.6 \times 10^{-19}}{m} = 1.76 \times 10^8 \text{ กรัม}$$

$$\text{คั้งนั้นมวลของอิเล็กตรอน (m)} = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{1.76 \times 10^8} = 9.1 \times 10^{-28} \text{ กรัม (1 ตัว)}$$

ตัวอย่าง จงหามวลของอิเล็กตรอน 1 โมล

วิธีทำ อิเล็กตรอน 1 ตัว มีมวล = 9.1×10^{-28} กรัม

อิเล็กตรอน 6.02×10^{23} ตัวมีมวล = $9.1 \times 10^{-28} \times 6.02 \times 10^{23}$ กรัม

= 5.5×10^{-4} กรัม **Ans**

ตัวอย่าง อิเล็กตรอน 2.73×10^{10} กรัม จะมีประจุเท่าใด

วิธีทำ อิเล็กตรอน 9.1×10^{-28} กรัม จะมีประจุ 1.6×10^{-19} คูลอมป์

อิเล็กตรอน 2.73×10^{10} กรัมจะมีประจุ

$$= \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 2.73 \times 10^{10}}{9.1 \times 10^{-28}}$$

$$= 0.48 \times 10^{19}$$

$$= 4.8 \times 10^{18} \text{ คูลอมป์ } \mathbf{Ans}$$

หมายเหตุ อิเล็กตรอน 1 โมล จะมีจำนวน = 6.02×10^{23} อิเล็กตรอน

กิจกรรมเสริมการเรียนรู้ เอกสารประกอบการเรียน

เรื่อง แบบจำลองอะตอมของดอลตันและแบบจำลองอะตอมของทอมสัน

ชื่อ.....นามสกุลชั้น ม.4 /.....เลขที่.....

ลักษณะกิจกรรม เป็นกิจกรรมการแข่งขันวาดภาพวิทยาศาสตร์ตามหัวข้อที่กำหนด เวลา 30 นาที คะแนน 40 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้อง ความคมชัด สีสวยงาม สะอาด

จุดประสงค์ เพื่ออธิบายการทำงานในหลอดรังสีแคโทด

กิจกรรมที่ 1 นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงการทดลองที่แสดงผลการทดลองต่อไปนี้

1. พบรังสีแคโทดพุ่งจากขั้วลบของหลอดรังสีแคโทดไปยังฉากเรืองแสง
2. พบว่ารังสีแคโทดมีประจุลบ
3. พบอนุภาคบวกและอนุภาคลบในหลอดรังสีแคโทด

1. แผนภาพแสดงว่า พบรังสีแคโทดพุ่งจากขั้วลบของหลอดรังสีแคโทดไปยังฉากเรืองแสง

2. แผนภาพแสดงว่า พบว่ารังสีแคโทดมีประจุลบ

3. แผนภาพแสดงว่า พบอนุภาคบวกและอนุภาคลบในหลอดรังสีแคโทด

คำถามท้ายบทเรียน

วิชา ว40221 เคมี 1 เรื่องแบบจำลองอะตอมของคอลลตันและแบบจำลองอะตอม
ของทอมสัน

เวลา 30 นาที

คะแนน 10 คะแนน

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.4 /.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. มโนภาพที่นักวิทยาศาสตร์สร้างอะตอมขึ้น โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เรียกว่าอะไร

.....
.....

2. แบบจำลองอะตอม ตามทฤษฎีอะตอมของคอลลตัน สรุปได้ว่าอย่างไร และเขียนภาพประกอบ

.....
.....
.....

3. ธาตุไอโซโทปมีสมบัติอย่างไร

.....
.....
.....

4. สมบัติของธาตุไอโซโทปสอดคล้องกับทฤษฎีอะตอมของคอลลตันหรือไม่อย่างไร

.....
.....
.....
.....

5. จากการศึกษานิวเคลียร์ฟิสิกส์ จะพบว่าทฤษฎีอะตอมของคอลลตันมีข้อบกพร่องอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....

6. หลอดรังสีแคโทดของวิลเลียม ครุกส์ ประกอบด้วยอะไบบ้าง

.....
.....
.....
.....

7. ทอมสันได้ทดลองอย่างไร จึงทราบว่า รังสีแคโทด ประกอบด้วยอิเล็กตรอน ซึ่งมีประจุลบ

.....
.....
.....
.....

บรรณานุกรม

- นิพนธ์ ตั้งคณาภิรักษ์ และคณิตา ตั้งคณาภิรักษ์. (2549). คู่มือเคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม เล่ม 1
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- บัณฑิตแนะแนว. (ม.ป.ป.). TOP เคมี ม.4. กรุงเทพฯ: บัณฑิตแนะแนว.
- วีระชาติ สวนไพรินทร์. (ม.ป.ป.). คู่มือ-เตรียมสอบ เคมี รวม ม.4-5-6. กรุงเทพฯ: ภูมิบัณฑิต.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน
และเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมพงษ์ จันท์โพธิ์ศรี. (ม.ป.ป.). เคมี ม.4 เล่มรวม 1-2. กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- สำราญ พฤษสุนทร. (ม.ป.ป.). คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ เคมี ม.4 เล่ม 1. กรุงเทพฯ: พ.ศ.พัฒนา.
- สุทัศน์ ไตรสถิตวร. (ม.ป.ป.). เคมี ม.4 เล่ม 1. กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- อินโฟก๊ส พับลิชชิง. (ม.ป.ป.). อินโฟก๊ส เคมี. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อินโฟก๊ส พับลิชชิง.
- [http://www.psuwit.psu.ac.th/e-learning/data/cai/chemistry/atomic_structure/
electron/htm](http://www.psuwit.psu.ac.th/e-learning/data/cai/chemistry/atomic_structure/electron/htm)
- [http://www.skpschool.net/teacher/Physics/ModernPhysics/atomic/www/ExpThoson/
thomson_ex.htm](http://www.skpschool.net/teacher/Physics/ModernPhysics/atomic/www/ExpThoson/
thomson_ex.htm)

ภาคผนวก

- แบบทดสอบก่อนเรียน
- แบบทดสอบหลังเรียน
- เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
- แนวการตอบคำถามท้ายบทเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน

เอกสารประกอบการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง แบบจำลองอะตอมของคอลลันและแบบจำลองอะตอมของทอมสัน

เวลา 15 นาที

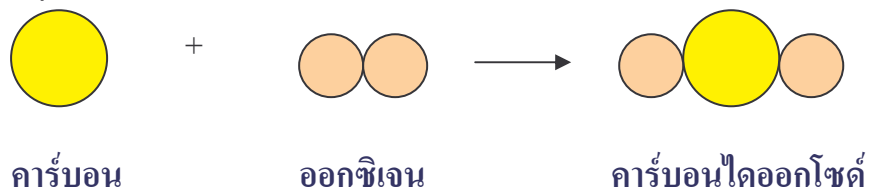
คะแนน 10 คะแนน

คำชี้แจง โปรดเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

- แบบจำลองอะตอม มีลักษณะเป็นอย่างไร
 - เป็นทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เขียนขึ้นมา โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 - เป็นข้อมูลที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาจากการค้นคว้าทดลอง
 - เป็นภาพที่เขียนขึ้นมา โดยอาศัยหลักฐานทางประวัติศาสตร์
 - เป็นมโนภาพที่นักวิทยาศาสตร์ สร้างแบบจำลองอะตอมขึ้น โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- ข้อใดเป็นทฤษฎีอะตอมของคอลลันที่เสนอไว้
 - อะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุด ไม่สามารถแบ่งแยกได้
 - อะตอมของธาตุต่างชนิดกัน จะมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ
 - โมเลกุลของสารชนิดเดียวกัน อาจมีสมบัติต่างกัน
 - อะตอมสามารถทำให้สูญหาย หรือเกิดขึ้นมาใหม่ได้
- ทฤษฎีอะตอมของคอลลันมีข้อบกพร่องอย่างไร
 - อะตอมประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน
 - อะตอมทำให้สูญหาย หรือเกิดขึ้นใหม่ไม่ได้
 - อะตอมของธาตุนชนิดเดียวกัน อาจมีคุณสมบัติแตกต่างกันได้เนื่องจากมีหลายไอโซโทป
 - ทั้งข้อ ก. และข้อ ค.

4. ทฤษฎีอะตอมของดอลตันข้อใด ที่ใช้อธิบายกฎสัดส่วนคงที่ได้
- สารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุดเรียกว่าอะตอม
 - สารประกอบเกิดจากการรวมตัวกันทางเคมี ระหว่างอะตอมของธาตุต่างชนิดกัน ด้วยอัตราส่วนของจำนวนอะตอมเป็นเลขลงตัวน้อย ๆ
 - อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน อาจมีสมบัติแตกต่างกันได้
 - โมเลกุลของสารประกอบต่างชนิดกัน ย่อมมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ

5. จากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นดังนี้



จะใช้ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน อธิบายได้อย่างไร

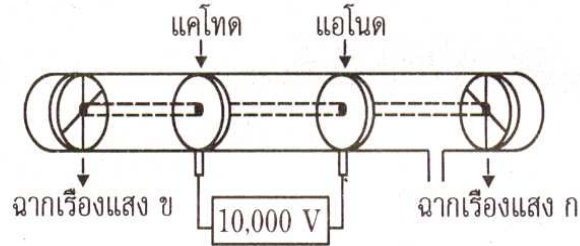
- สารประกอบด้วย หน่วยที่เล็กที่สุด เรียกว่าอะตอม
 - สารประกอบเกิดจาก การรวมตัวของธาตุชนิดเดียวกัน
 - ผลรวมของสารก่อนเกิดปฏิกิริยา และหลังปฏิกิริยาย่อมเท่ากัน
 - อัตราส่วนของธาตุที่นำมารวมกัน จะมีคุณสมบัติเป็นแก๊สเสมอ
6. การนำไฟฟ้าของแก๊สในหลอดรังสีแคโทด จะนำไฟฟ้าได้ดีเมื่ออยู่ในสภาวะใด
- เพิ่มความดันของแก๊สให้มากขึ้นและเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้า
 - เพิ่มความดันของแก๊สให้มากขึ้น ลดความต่างศักย์ไฟฟ้า
 - ลดความดันของแก๊สให้ต่ำลง เพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้า
 - ลดความดันของแก๊สให้ต่ำลง และลดความต่างศักย์ไฟฟ้า

7. เซอร์ โจเซฟ จอห์น ทอมสัน ได้ทำการทดลองในหลอดรังสีแคโทดเพิ่มเติมอย่างไร จึงเห็นจุดสว่างบนฉากเรืองแสง

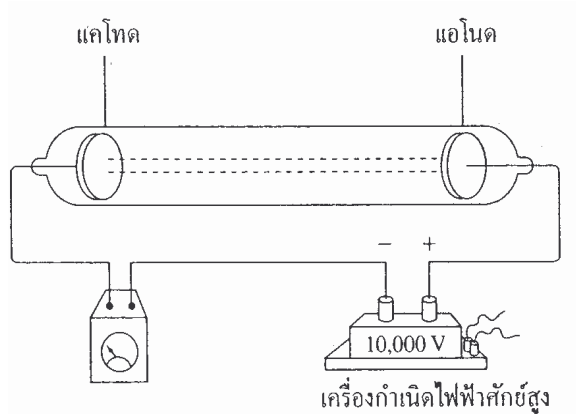
- ก. เพิ่มเครื่องสูบเอาอากาศออก
 - ข. เพิ่มเครื่องสูบลูกตุ้มอากาศเข้าไป
 - ค. เพิ่มขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าไป
 - ง. เพิ่มรังสีเอกซ์เข้าไป
8. ค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอนมีค่าเท่าใด
- ก. 6.02×10^{23} คูลอมบ์ต่อกรัม
 - ข. 1.76×10^8 คูลอมบ์ต่อกรัม
 - ค. 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ต่อกรัม
 - ง. 9.1×10^{-28} คูลอมบ์ต่อกรัม

9. จากภาพการทดลองในข้อใด ที่โกลด์ ชไตน์ ค้นพบประจุบวก

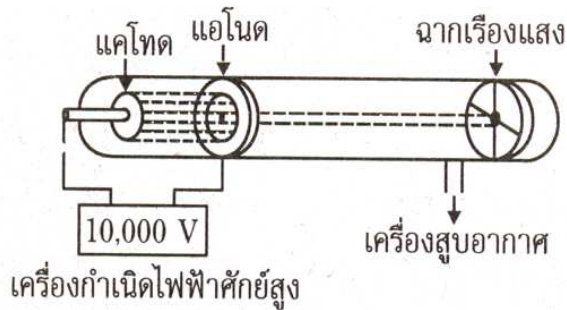
ก.



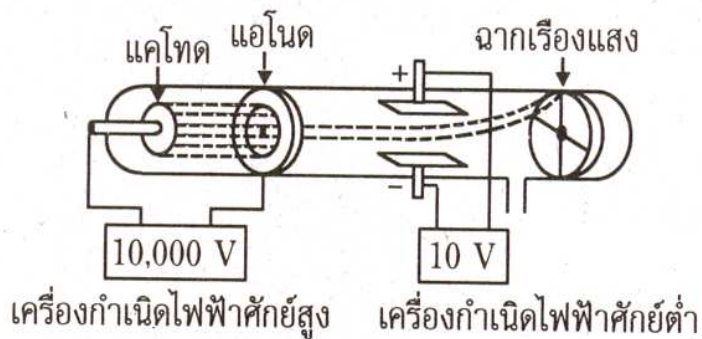
ข.



ค.



ง.



10. จากภาพในข้อ 9 การทดลองในข้อใดที่แสดงให้เห็นว่ารังสีแคโทดจะต้องเป็นประจุลบ

แบบทดสอบหลังเรียน

เอกสารประกอบการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง แบบจำลองอะตอมของคอลลันและทอมสัน

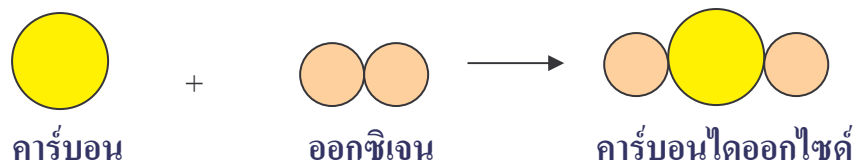
เวลา 15 นาที

คะแนน 10 คะแนน

คำชี้แจง โปรดเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

- ข้อใดเป็นทฤษฎีอะตอมของคอลลันที่เสนอไว้
 - อะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุด ไม่สามารถแบ่งแยกได้
 - อะตอมของธาตุต่างชนิดกัน จะมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ
 - โมเลกุลของสารชนิดเดียวกัน อาจมีสมบัติต่างกัน
 - อะตอมสามารถทำให้สูญหาย หรือเกิดขึ้นมาใหม่ได้
- ทฤษฎีอะตอมของคอลลันมีข้อบกพร่องอย่างไร
 - อะตอมประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน
 - อะตอมทำให้สูญหาย หรือเกิดขึ้นใหม่ไม่ได้
 - อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน อาจมีคุณสมบัติแตกต่างกันได้เนื่องจากมีหลายไอโซโทป
 - ทั้งข้อ ก. และข้อ ค.
- ทฤษฎีอะตอมของคอลลันข้อใด ที่ใช้อธิบายกฎสัดส่วนคงที่ได้
 - สสารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุดเรียกว่าอะตอม
 - สารประกอบเกิดจากการรวมตัวกันทางเคมี ระหว่างอะตอมของธาตุต่างชนิดกัน ด้วยอัตราส่วนของจำนวนอะตอมเป็นเลขลงตัวน้อย ๆ
 - อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน อาจมีสมบัติแตกต่างกันได้
 - โมเลกุลของสารประกอบต่างชนิดกัน ย่อมมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ

4. จากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นดังนี้

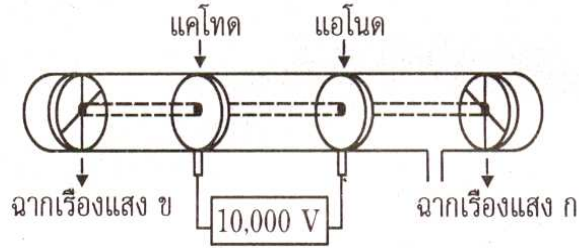


จะใช้ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน อธิบายได้อย่างไร

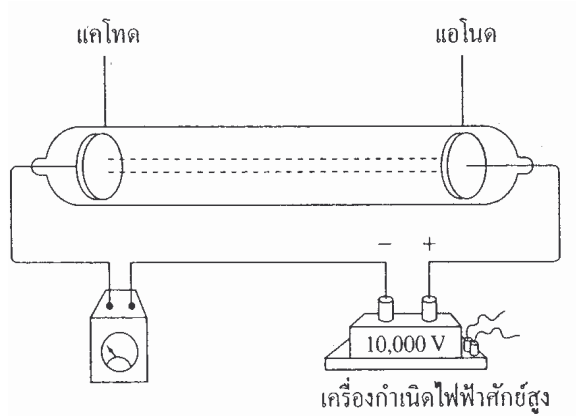
- ก. สารประกอบด้วย หน่วยที่เล็กที่สุด เรียกว่าอะตอม
 - ข. สารประกอบเกิดจาก การรวมตัวของธาตุชนิดเดียวกัน
 - ค. ผลรวมของสารก่อนเกิดปฏิกิริยา และหลังปฏิกิริยาย่อมเท่ากัน
 - ง. อัตราส่วนของธาตุที่นำมารวมกัน จะมีคุณสมบัติเป็นแก๊สเสมอ
5. การนำไฟฟ้าของแก๊สในหลอดรังสีแคโทด จะนำไฟฟ้าได้ดีเมื่ออยู่ในสภาวะใด
- ก. เพิ่มความดันของแก๊สให้มากขึ้นและเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้า
 - ข. เพิ่มความดันของแก๊สให้มากขึ้น ลดความต่างศักย์ไฟฟ้า
 - ค. ลดความดันของแก๊สให้ต่ำลง เพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้า
 - ง. ลดความดันของแก๊สให้ต่ำลง และลดความต่างศักย์ไฟฟ้า
6. เซอร์ โจเซฟ จอห์น ทอมสัน ได้ทำการทดลองในหลอดรังสีแคโทดเพิ่มเติมอย่างไร จึงเห็นจุดสว่างบนฉากเรืองแสง
- ก. เพิ่มเครื่องสูบเอาอากาศออก
 - ข. เพิ่มเครื่องสูบดูดอากาศเข้าไป
 - ค. เพิ่มขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าไป
 - ง. เพิ่มรังสีเอกซ์เข้าไป
7. ค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอนมีค่าเท่าใด
- ก. 6.02×10^{23} คูลอมบ์ต่อกรัม
 - ข. 1.76×10^8 คูลอมบ์ต่อกรัม
 - ค. 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ต่อกรัม
 - ง. 9.1×10^{-28} คูลอมบ์ต่อกรัม

8. จากภาพการทดลองในข้อใด ที่โกลด์ฟอยล์ คั่นพบประจุบวก

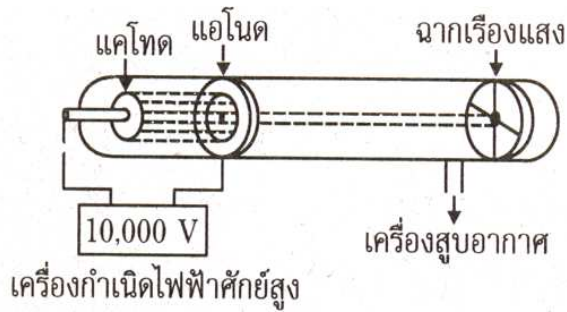
ก.



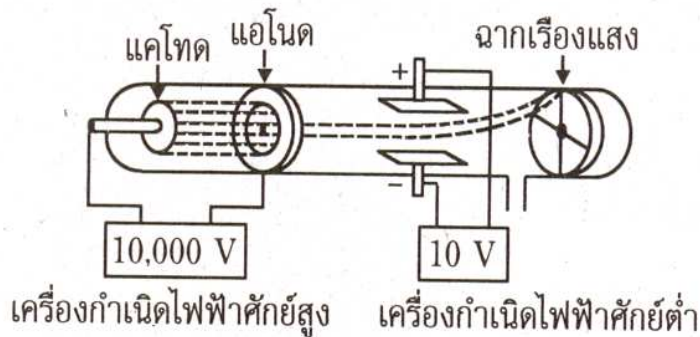
ข.



ค.



ง.



9. จากภาพในข้อ 8 การทดลองในข้อใดที่แสดงให้เห็นว่า รั้งสีแคโทดจะต้องเป็นประจุลบ

10. แบบจำลองอะตอม มีลักษณะเป็นอย่างไร

- ก. เป็นทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เขียนขึ้นมา โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- ข. เป็นข้อมูลที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาจากการค้นคว้าทดลอง
- ค. เป็นภาพที่เขียนขึ้นมา โดยอาศัยหลักฐานทางประวัติศาสตร์
- ง. เป็นมโนภาพที่นักวิทยาศาสตร์ สร้างแบบจำลองอะตอมขึ้น โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

.....

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

เอกสารประกอบการเรียน

เรื่อง แบบจำลองอะตอมของคอลลตัน และแบบจำลองอะตอมของทอมสัน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

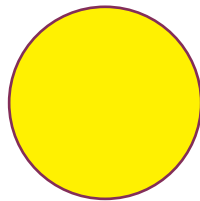
- | | |
|------|-------|
| 1. ง | 6. ค |
| 2. ก | 7. ก |
| 3. ง | 8. ข |
| 4. ข | 9. ก |
| 5. ค | 10. ง |

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

- | | |
|------|-------|
| 1. ก | 6. ก |
| 2. ง | 7. ข |
| 3. ข | 8. ก |
| 4. ค | 9. ง |
| 5. ค | 10. ง |

แนวการตอบคำถามท้ายบทเรียน

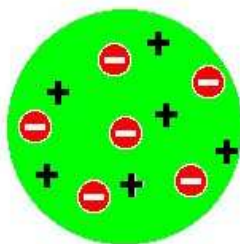
1. **ตอบ** แบบจำลองอะตอม
2. **ตอบ** แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีอะตอมของคอลลัน สรุปได้ว่าอะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม มีขนาดเล็กมาก และไม่สามารถแบ่งแยกได้อีกคงรูป



3. **ตอบ** เป็นอะตอมของ ธาตุชนิดเดียวกันที่มีเลขมวลต่างกันทำให้จำนวนนิวตรอนต่างกันด้วย
4. **ตอบ** ไม่สอดคล้องกัน เพราะอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันไม่จำเป็นต้องมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ และไม่จำเป็นต้องมีมวลเท่ากัน
5. **ตอบ** ทฤษฎีอะตอมของคอลลันมีข้อบกพร่องคือ
 - 1) อะตอมไม่ใช่อนุภาคที่เล็กที่สุด แต่ประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอน
 - 2) อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันอาจมีสมบัติแตกต่างกันได้ เนื่องจากมีไอโซโทปต่าง ๆ กัน
 - 3) อะตอมทำให้เกิดใหม่ หรือเปลี่ยนเป็นอะตอมของธาตุอื่นได้หรือสามารถสังเคราะห์อะตอมของธาตุใหม่ได้โดยอาศัยปฏิกิริยานิวเคลียร์
 - 4) สารประกอบอาจเกิดจากการที่โมเลกุลต่างชนิดกัน เข้าทำปฏิกิริยากัน แล้วมีสารใหม่เกิดขึ้น ไม่จำเป็นต้องเกิดจากการรวมตัวของธาตุต่างชนิดกัน
6. **ตอบ** หลอดรังสีแคโทดของ วิลเลียม ครุกส์ ประกอบด้วย หลอดแก้วบรรจุแก๊สที่มีความดันต่ำ ขั้วแคโทด ขั้วแอโนด ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงที่มีความต่างศักย์สูง 10,000 – 20,000 โวลต์

7. ตอบ นำสนามไฟฟ้ามาต่อระหว่างหลอดรังสีแคโทด และปรากฏว่า รังสีเบนเข้าหา ขั้วบวกของสนามไฟฟ้า แสดงว่ารังสีนี้ต้องมีประจุลบ

8. ตอบ ได้ข้อสรุปว่า อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุ ไฟฟ้าบวก (โปรตอน) และอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ (อิเล็กตรอน) กระจายอยู่ทั่วไป อะตอมในสภาพที่เป็นกลางทางไฟฟ้า จะมีประจวบเท่ากับประจุลบดังรูป



แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

9. ตอบ มิลลิแกน โดยวิธีหาค่าประจุของอิเล็กตรอน โดยวิธีหยดเม็คน้ำมัน

10. วิธีทำ	อิเล็กตรอนที่มีมวล 9.1×10^{-28} กรัม	มีจำนวน	1	อิเล็กตรอน
	อิเล็กตรอนที่มีมวล 1 กรัม	มีจำนวน	$\frac{1}{9.1 \times 10^{-28}}$	อิเล็กตรอน
	อิเล็กตรอนที่มีมวล 5 กรัม	มีจำนวน	$\frac{1 \times 5}{9.1 \times 10^{-28}}$	อิเล็กตรอน
			$= 0.549 \times 10^{28}$	อิเล็กตรอน
			$= 5.49 \times 10^{27}$	อิเล็กตรอน

Ans

.....