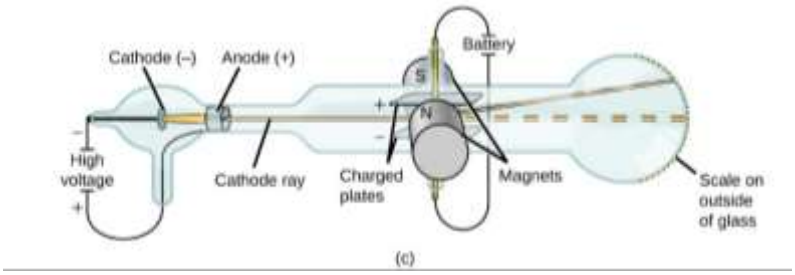
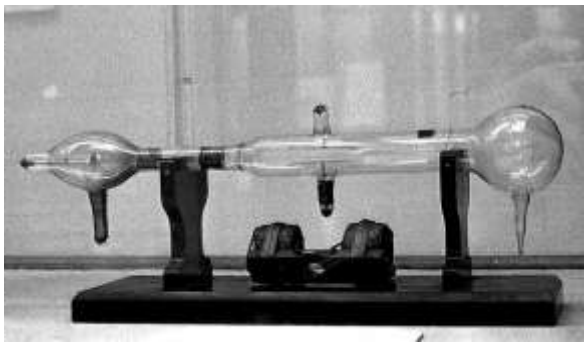
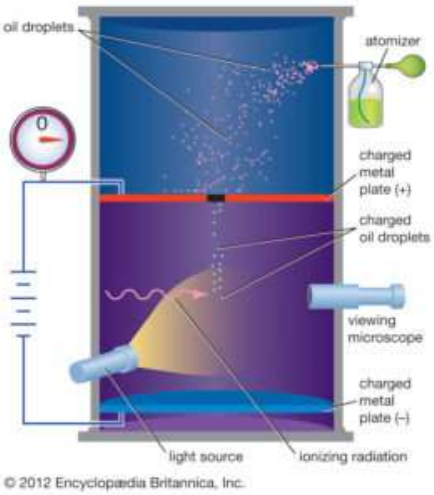
ฟิสิกส์อะตอม

ทอมสัน (J.J. Thomson) ได้ใช้หลอดรังสีแคโทด (cathode ray tube) ซึ่งเป็นหลอดแก้วภายในบรรจุแก๊สความดันต่ำ ขั้วอิเล็กโทรดที่ทำด้วยโลหะเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าที่มีศักย์สูงๆ จะสังเกตว่ามีการไหลของกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นโดยมีทิศทางการไหลจากขั้วแคโทด (ขั้วลบ) และทะลุผ่านขั้วของแอโนด (ขั้วบวก) ไปกระทบกันฉากที่เคลือบด้วยสารเรืองแสงทำให้เห็นเป็นแสงสว่างเกิดขึ้น เรียกรังสีที่เกิดขึ้นนี้ว่า **รังสีแคโทด (cathode ray)** พบว่า รังสีแคโทดสามารถเบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้าและในสนามแม่เหล็ก โดยลำรังสีนี้จะเบนเข้าหาขั้วไฟฟ้าบวก ทอมสันจึงสรุปว่าลำรังสีแคโทด เป็นอนุภาคประจุลบ เรียกอนุภาคนี้ว่า **อิเล็กตรอน** และสามารถคำนวณหาอัตราของประจุต่อมวล ($\frac{e}{m}$) ของอิเล็กตรอนได้เท่ากับ 1.76 $\times 10^{8}$ คูลอมบ์ต่อกิโลกรัม





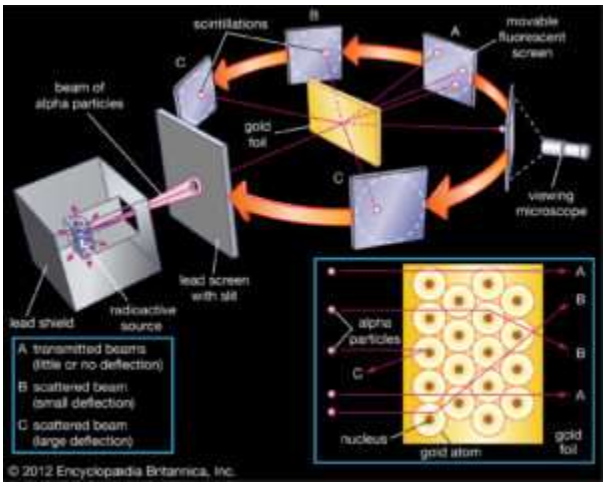
มิลลิแกน (R. A. Millikan) ได้ท้าการทดลองหาประจุของอิเล็กตรอนโดยใช้หยดน้ำมัน (oil drop experiment) สามารถหาค่าประจุของอิเล็กตรอนได้เท่ากับ 1.60×10^{-19} คูลอมบ์และสามารถคำนวณหามวลของอิเล็กตรอนได้เท่ากับ 9.11×10^{-31}กิโลกรัม ดังรูป

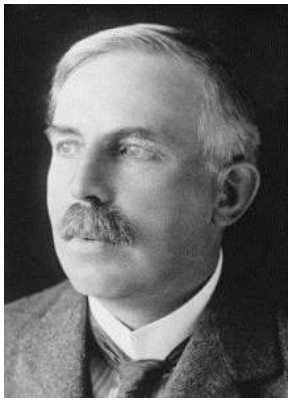


ทอมสันได้เสนอแบบจำลองอะตอมที่มีลักษณะทรงกลมตันมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า โดยที่บริเวณเนื้อทรงกลมมีประจุเป็นบวก และมีประจุไฟฟ้าลบกระจายอยู่ทั่วไปในทรงกลม

รัทเทอร์ฟอร์ด ได้ทดลองยิงอนุภาคแอลฟา($^{4}_{2}He$) ซึ่งได้จากการสลายตัวของอะตอมฮีเลียมไปยังแผ่นทองคำบาง แล้วสังเกตการเบนของอนุภาคแอลฟาที่จะไปชนกับฉากที่ทำจาก ZnS ซึ่งจะทำให้เกิดการเรืองแสงขึ้น

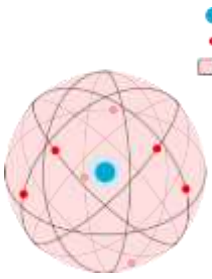
ผลการทดลองที่พบก็คืออนุภาคแอลฟาแทบทั้งหมดไม่เกิดการเบี่ยงเบนเลย (ทะลุแผ่นทองคำไปตรงๆ !) แสดงว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ในอะตอมน่าจะเป็นที่ว่าง แต่ก็ยังมีอนุภาคแอลฟาบางส่วนที่มีการเบี่ยงเบนไปจากเดิมนิดหน่อย เพราะได้รับแรงผลักจากอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าบวกและได้รับแรงดึงดูดจากอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้าลบและกระจายอยู่ทั่วอะตอม





สิ่งที่ทำให้รัทเทอร์ฟอร์ดแปลกใจคือ ทำไมถึงมีอนุภาคแอลฟาบางตัวสะท้อนกลับมาทางเดิม ถึงแม้ว่าจะเป็นส่วนน้อยมากๆ ก็ตาม จุดนี้ทำให้รัทเทอร์ฟอร์ดคิดว่าแบบจำลองของทอมสันไม่น่าจะถูกต้อง และคิดต่อไปอีกว่าถ้าอนุภาคแอลฟาที่มีประจุบวกกระเด็นกลับมาทางเดิมได้ แสดงว่ามันน่าจะเข้าไปชนกับอะไรสักอย่างที่มีมวลเยอะมากๆ และมีประจุไฟฟ้าบวกเหมือนกัน

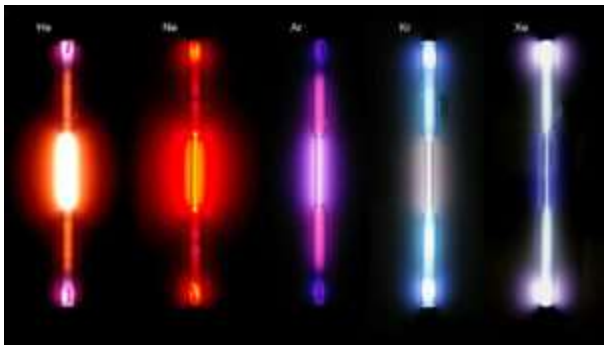
ทำให้ในปี ค.ศ. 1911 รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอแบบจำลองอะตอมที่มี “นิวเคลียส” ซึ่งมีมวลเยอะมากและมีประจุบวกเป็นแกนกลางของอะตอม ส่วนอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเคลื่อนที่อยู่รอบๆ นิวเคลียส



โปรตอนกับนิวตรอนอยู่รวมกันตรงกลางอะตอมเรียกว่านิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอนวิ่งวนรอบนิวเคลียส

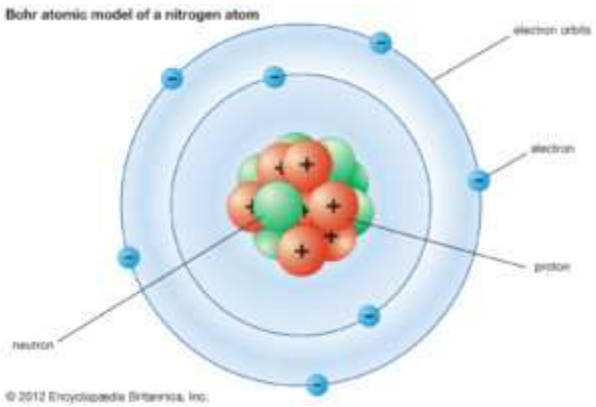
แบบจำลองอะตอมของโบร์

เขาศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของธาตุ โดยบรรจุแก๊สไฮโดรเจนในหลอดปล่อยประจุ จากนั้นให้พลังงานเข้าไปพบว่า อิเล็กตรอนเคลื่อนจากขั้วบวกไปขั้วลบชนกับแก๊สไฮโดรเจน จากนั้นเปล่งแสงออกมาผ่านปริซึมทำให้เราเห็นเป็นเส้นสเปกตรัมสีต่าง ๆ ตกบนฉากรับภาพ จนได้ข้อสรุปว่า การเปล่งแสงของธาตุไฮโดรเจนเกิดจากอิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจากวงโคจรสูงไปสู่วงโคจรต่ำ พร้อมทั้งคายพลังงานในรูปแสงสีต่าง ๆ



จนกระทั่ง Max Planck ได้เสนอแนวคิดว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นอนุภาคโฟตอน และพลังงานของโฟตอนมีค่าไม่ต่อเนื่อง Niels Bohr นำแนวคิดนี้มาใช้อธิบายการเกิดเส้นสเปกตรัมของธาตุแต่ละชนิด

ในปี ค.ศ. 1921 โบร์ได้เสนอแบบจำลองอะตอมที่ยังคงมีนิวเคลียสเป็นแกนกลางแต่อิเล็กตรอนจะโคจรอยู่ใน *“ระดับชั้นพลังงาน”* ซึ่งมีค่าไม่ต่อเนื่อง ในแต่ละชั้นพลังงานจะมีอิเล็กตรอนเข้าไปอยู่ ระดับชั้นพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสจะมีพลังงานต่ำ ส่วนชั้นที่อยู่ห่างจากนิวเคลียสออกไปจะมีพลังงานสูงกว่าแบบจำลองของโบร์มีลักษณะคล้ายกับว่าดวงอาทิตย์เป็นนิวเคลียส และดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นอิเล็กตรอน ก็เลยเรียกแบบจำลองลักษณะนี้ว่า planetary model

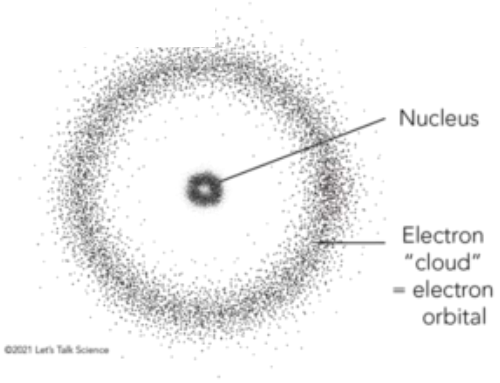


เมื่อใช้แบบจำลองอะตอมของโบร์ จะอธิบายได้ว่าเส้นสเปกตรัมเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานของอิเล็กตรอนจากระดับชั้นที่มีพลังงานสูงลงมาที่ระดับชั้นพลังงานต่ำกว่า ธาตุแต่ละชนิดมีระดับชั้นพลังงานที่ไม่เหมือนกัน ทำให้อิเล็กตรอนเกิดการคายพลังงานต่างกันและเกิดเส้นสเปกตรัมที่มีลักษณะเฉพาะตัว

แบบจำลองอะตอมในกลศาสตร์ควอนตัม

ในช่วงเวลาต่อมามีการพัฒนาวิชากลศาสตร์ควอนตัม (quantum mechanics) เพื่อใช้ทำนายพฤติกรรมของอนุภาคที่มีขนาดเล็ก หนึ่งในแนวคิดที่สำคัญคืออนุภาคสามารถทำตัวเป็นคลื่นได้ เราจึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่อนุภาคนั้นอยู่ได้อย่างชัดเจน

ซึ่งทำให้อิเล็กตรอนในวงโคจรถูกมองเป็นคลื่นด้วยเช่นกัน เราจึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่อิเล็กตรอนอยู่ในวงโคจรแต่ละชั้นได้ แต่บอกได้เพียง *“โอกาส”* หรือความน่าจะเป็นในการเจออิเล็กตรอนที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในอะตอม แบบจำลองอะตอมจากแนวคิดนี้ถูกแทนด้วยกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอน (electron cloud) โดยบริเวณที่มีกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนอยู่หนาแน่นแสดงว่ามีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนสูง



แบบจำลองอะตอมในกลศาสตร์ควอนตัมแม้ว่าแบบจำลองอะตอมของโบร์จะถูกนำไปใช้ในการอธิบายปฏิกิริยาต่างๆ ในวิชาเคมี แต่ในปัจจุบันแบบจำลองอะตอมที่เป็นที่ยอมรับก็คือแบบจำลองอะตอมตามแนวคิดกลศาสตร์ควอนตัม และถ้าในอนาคตมีการค้นพบแนวคิดที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์บางอย่างของอะตอมที่ยังไม่มีใครค้นพบ เราอาจจะมีแบบจำลองอะตอมใหม่ๆ เกิดขึ้นมาอีกได้