วิชา ฟิสิกส์

(ว 40206)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง

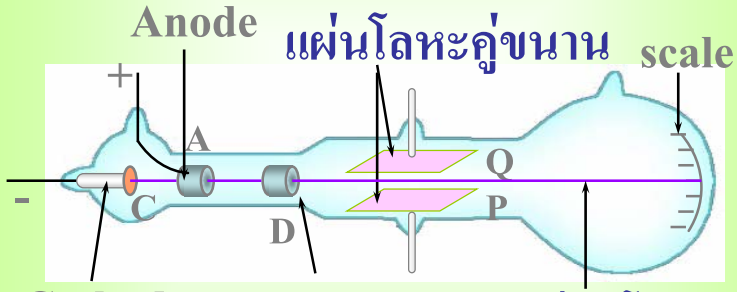
การทดลองของทอมสัน

การทดลองของทอมสัน

ทอมสันได้ทดลองและสรุปได้ว่า รังสีแคโทดเป็นอนุภาคไฟฟ้า และเป็นประจุไฟฟ้าลบ จึงเรียกอนุภาคไฟฟ้านี้ว่า อนุภาครังสีแคโทด

ทอมสันสามารถหาค่า ประจุไฟฟ้าต่อมวล ของอนุภาคไฟฟ้านี้ได้ด้วย

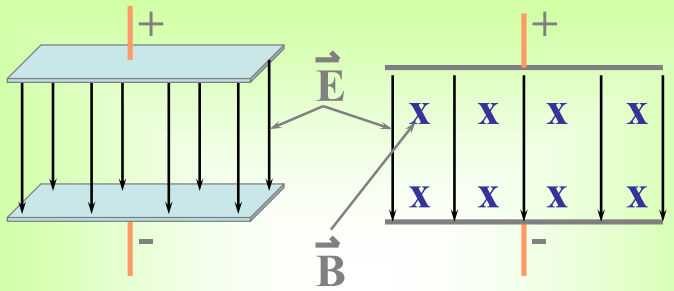
ภาพภายในหลอดทดลองของทอมสัน



อุปกรณ์ในการหาค่า ประจุต่อมวลของรังสีแคโทด ประกอบด้วย

หลอดสูญญากาศที่มี ขั้วแคโทด เป็นขั้วลบ และแอโนดเป็นขั้วบวกต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าความต่างศักย์สูง ซึ่งอนุภาครังสีแคโทดจะถูกเร่งให้เคลื่อนที่ผ่านช่อง เพื่อให้พุ่งไปเป็นลำของรังสี

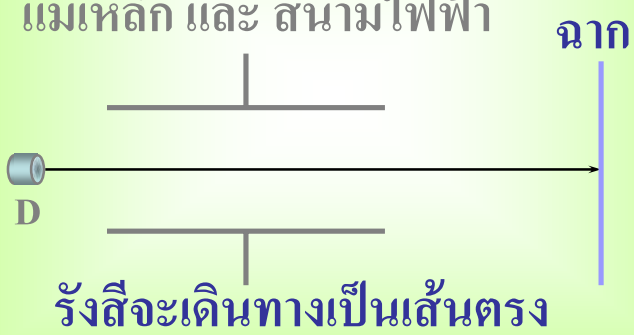
รังสีจะไปตกเป็นจุดเล็กๆ บนฉากที่ฉาบด้วยสารเรืองแสง ก่อนที่ลำรังสีแคโทดจะไปยังฉาก จะมีบริเวณที่มี *แผ่นโลหะคู่ขนาน* เพื่อสร้างสนามไฟฟ้า และยังมีการสร้าง*สนามแม่เหล็กในทิศตั้งฉากกับสนานไฟฟ้า* เพื่อเป็นส่วนที่จะวิเคราะห์หาค่าประจุต่อมวลของรังสี



สนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) และสนามแม่เหล็ก ($\vec{B}$) ถูกจัดให้มีทิศทางตั้งฉากกันและสามารถปรับค่าได้

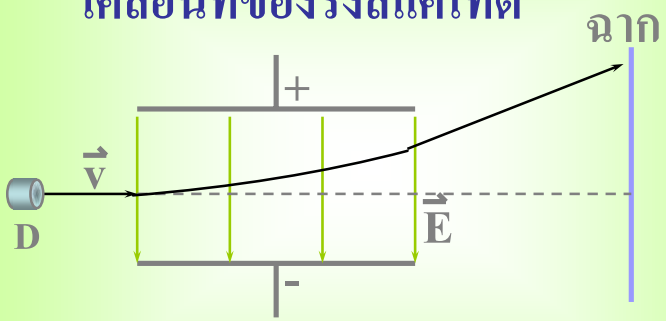
ขั้นตอนการทดลองของทอมสัน

1. ลำรังสีแคโทดผ่านไปโดยไม่มีสนามแม่เหล็ก และ สนามไฟฟ้า



รังสีจะเดินทางเป็นเส้นตรง

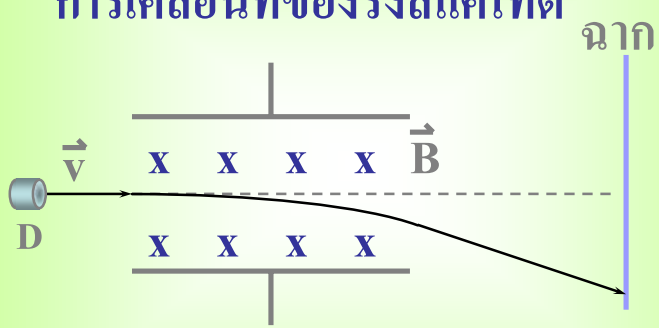
2. สร้างสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของรังสีแคโทด



รังสีจะเบนขึ้นเป็นส่วนโค้งโพรเจ็คไตล์

ครูภิรมย์ มีชำนาญ

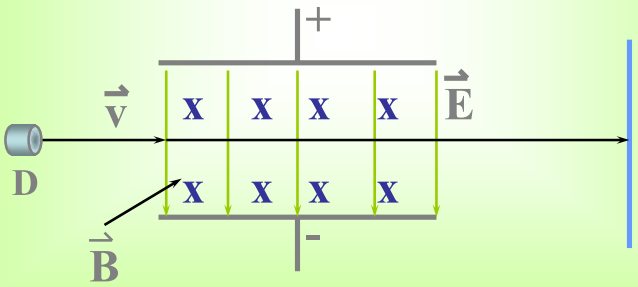
3. สร้างสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของรังสีแคโทด



รังสีจะเบนลงเป็นส่วนโค้งวงกลม

ครูภิรมย์ มีชำนาญ

4. สร้างทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กมีขนาดพอเหมาะ ที่ทำให้ลำรังสีแคโทดเดินทางเป็นเส้นตรง



ครูภิรมย์ มีชำนาญ

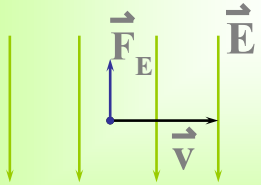
การคำนวณหาค่าประจุต่อมวล

รังสีแคโทดพุ่งไปด้วยความเร็ว V เมื่อแผ่นโลหะคู่ขนานมีสนามไฟฟ้าเป็น E ในทิศตั้งฉากกับ V เกิดแรงกระทำกับรังสีแคโทด และมีการเคลื่อนที่วิถีโค้งแบบโปรเจคไตล์ไปตกบนฉากโดยเบนไปจากแนวเดิม

ครูภิรมย์ มีชำนาญ

รังสีแคโทดมีประจุไฟฟ้าเป็น q และ
แรงทางไฟฟ้าที่กระทำกับรังสี $\vec{F}_E$

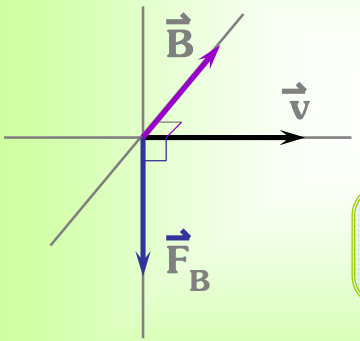
จึงได้ $F_E = qE$



แสดงว่ารังสีแคโทด
มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ

เมื่อรังสีแคโทดเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก
ที่มีความหนาแน่นฟลักซ์เป็น B และมี
ทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของรังสี
รังสีมีการเคลื่อนในสนามแม่เหล็กเป็น
แนวโค้งวงกลมรัศมี R จึงทำให้ไปตกลง
บนฉากเบนไปจากแนวเดิม

$\vec{F}_B$ เป็น แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก
หาค่าของแรงได้จาก



เมื่อ $\vec{v}$ ตั้งฉากกับ $\vec{B}$
จะได้

$$F_B = qvB$$

ให้ m เป็น มวลของอนุภาครังสีแคโทด
แรงสู่ศูนย์กลางคือ F_C มีค่าเป็น

$$F_C = \frac{mv^2}{R}$$

จะเห็นว่าแรงสู่ศูนย์กลางก็คือแรง
เนื่องจากสนามแม่เหล็กนั่นเอง

$$\therefore \quad F_B = F_C$$

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

$$v = \frac{qBR}{m}$$

จะได้ $\frac{q}{m} = \frac{v}{BR}$ 1

เมื่อจัดให้มีทั้งสนามไฟฟ้า และสนามแม่เหล็ก ให้มีทิศตั้งฉากกัน มีขนาดพอเหมาะ โดยทำให้ลำรังสีแคโทดไม่เบนไป คือเป็นแนวเส้นตรงไปยังฉาก แสดงว่า แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้ากับแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก ย่อมมีค่าเท่ากัน แต่ F_E มีทิศขึ้น F_B มีทิศลง

นั่นคือ $F_E = F_B$

$$qE = qvB$$

$$E = vB$$

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

นำไปแทนค่า v ใน สมการ 1

$$\frac{q}{m} = \frac{E}{B^2R}$$

ผลการทดลองของทอมสัน ทำให้หาค่า q/m ของรังสีแคโทดได้เท่ากับ

$$\frac{q}{m} = 1.76 \times 10^{11} \text{ C/kg}$$

ต่อมามีการพิสูจน์พบว่า รังสีแคโทด คือ *อิเล็กตรอน* นั่นเอง

Thomson ได้ทดลองหาค่า q/m ของไฮโดรเจนอิออน ซึ่งมีประจุไฟฟ้า +1 เท่ากับอนุภาครังสีแคโทด ได้

$$\frac{q}{M_H} = 9.7 \times 10^7 \ c/kg$$

จะเห็นว่า มวลของไฮโดรเจน และมวลของอนุภาครังสีแคโทด ไม่เท่ากัน แต่มีประจุไฟฟ้าเท่ากัน ดังนั้นสามารถเปรียบเทียบมวลกันได้คือ

$$\frac{M_e}{M_H} = \frac{1.76 \times 10^{11}}{9.7 \times 10^7} \quad \text{ป 1800 เท่า}$$

นั่นคือ มวลของไฮโดรเจนอิออนมากกว่า มวลของอิเล็กตรอน เป็น **1800 เท่า**

ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า อะตอมจะสามารถแยกย่อยได้อีก โดยมีอิเล็กตรอน เป็นองค์ประกอบหนึ่งของอะตอม นั่นเอง