



วิชาฟิสิกส์
ว(40206)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ครูภิรมย์ มีชำนาญ



เรื่อง

การสลายของธาตุ
กัมมันตรังสี ครึ่งชีวิต

ครูภิรมย์ มีชำนาญ



ไอโซโทป (Isotope)

ไอโซโทปของธาตุ คือ นิวเคลียสของ
ธาตุนั้นเหมือนกันที่มีจำนวนนิวคลีออน
ไม่เท่ากัน โดยจำนวนโปรตอนเท่ากัน
แต่จำนวนนิวตรอนไม่เท่ากัน หรือมี Z
เท่ากัน แต่ A ไม่เท่ากัน

ครูภิรมย์ มีชำนาญ



ไอโซโทปของธาตุจะมีสมบัติทางเคมี
เหมือนกัน แต่สมบัติทางกายภาพต่าง
กัน ไอโซโทปของธาตุหนึ่งอาจจะมีบาง
ไอโซโทปที่ไม่เสถียร ซึ่งสลายเป็นธาตุ
ใหม่ เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี
ไอโซโทปที่ไม่สลาย เรียกว่า ไอโซโทป
เสถียร

ครูภิรมย์ มีชำนาญ



ไอโซโทปของตะกั่วมี 5 ไอโซโทป คือ

1. ไอโซโทปกัมมันตรังสี คือ Pb-210

และ Pb-214

2. ไอโซโทปเสถียรมี 3 ไอโซโทป คือ

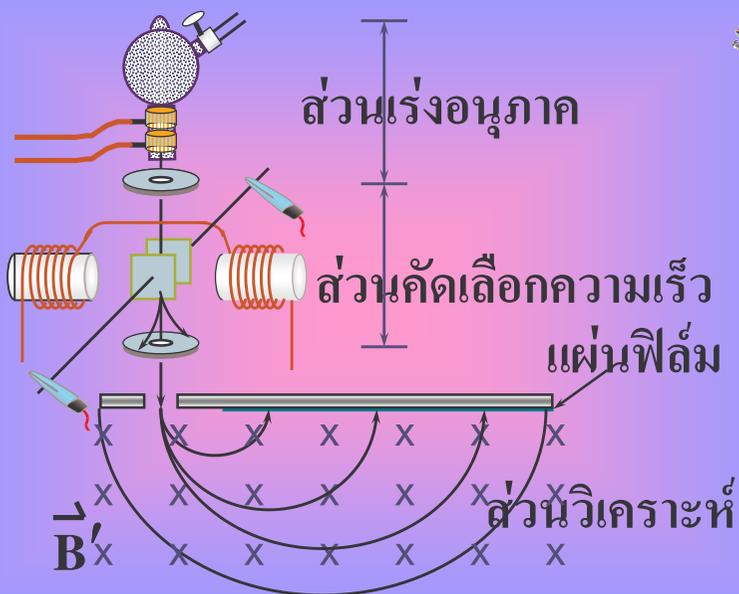
Pb-206 , Pb-207 , Pb-208

ธาตุไฮโดรเจนมี 3 ไอโซโทป คือ
ไฮโดรเจน ดิวเทอเรียม และตรีเทียม



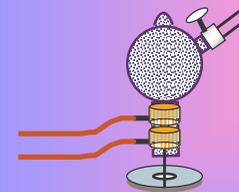
แมสสเปกโตรมิเตอร์ (mass spectrometer)

เนื่องจากไอโซโทปของธาตุเดียวกันมี
จำนวนนิวคลีออนไม่เท่ากัน จึงมีมวล
ต่างกันด้วย ดังนั้น การวิเคราะห์เกี่ยว
กับไอโซโทปทำได้โดยการจำแนกมวล
ด้วยเครื่อง mass spectrometer



ส่วนประกอบของแมสสเปกโตรมิเตอร์

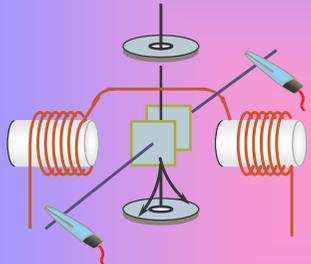
1. ส่วนเร่งอนุภาค เป็นส่วนที่ทำให้
ไอโซโทปที่อยู่ในสภาพแก๊สกลายเป็น
อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า
และ เร่งอนุภาคนี้ให้มี
ความเร็วสูงขึ้นด้วย
สนามไฟฟ้า



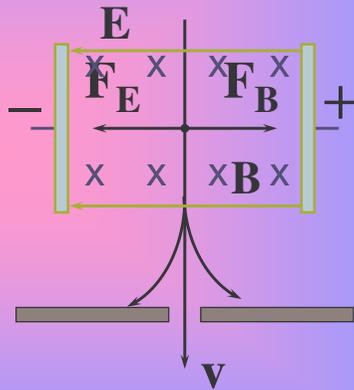
ส่วนเร่งอนุภาค



2. ส่วนคัดเลือกความเร็ว



ส่วนคัดเลือก
ความเร็ว



ครูภิรมย์ มีชำนาญ



เมื่ออนุภาควิ่งผ่านช่องจะเข้าไปยัง
ส่วนคัดเลือกความเร็ว ซึ่งมีสนามไฟฟ้า
และสนามแม่เหล็กตั้งฉากกัน ทำให้เกิด
แรงเนื่องจากสนามทั้งสองมีทิศตรงข้าม
กันและเท่ากัน จึงทำให้อนุภาควิ่งเป็น
เส้นตรงด้วยความเร็ว v

ครูภิรมย์ มีชำนาญ

แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กและสนาม
ไฟฟ้ามีค่าเท่ากัน และมีทิศตรงข้ามกัน
ถ้าอนุภาคมีประจุไฟฟ้าเป็น q จะได้

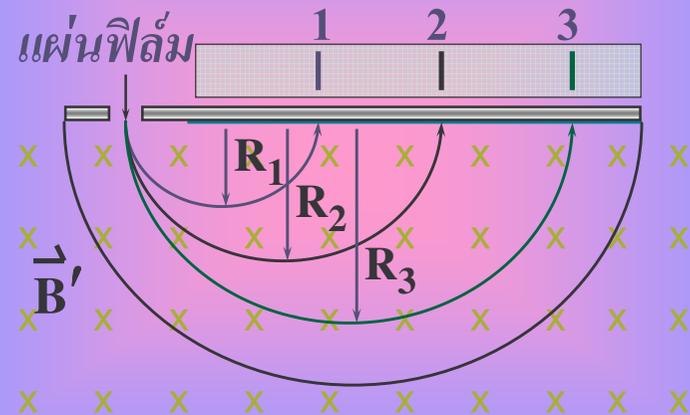
$$F_B = F_E$$
$$qvB = qE$$

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

ครูภิรมย์ มีชำนาญ



3. ส่วนวิเคราะห์



ครูภิรมย์ มีชำนาญ



ส่วนวิเคราะห์เป็นบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก B' ที่ตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาคซึ่งทำให้อนุภาคจะเคลื่อนที่เป็นส่วนโค้งของวงกลมรัศมี R ไปตกลงบนฟิล์มแล้วจะทำให้เกิดรอยดำขึ้น



แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก เป็นแรงสู่ศูนย์กลางของวงกลม นั่นเอง

$$F_C = F_B$$

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

$$m = \frac{RqB'}{v}$$



จาก $v = \frac{E}{B}$ แทนค่าได้

$$\therefore m = \frac{RqBB'}{E}$$

จากแผ่นฟิล์มทำให้หาค่า R ของแต่ละไอโซโทปได้ ซึ่งไม่เท่ากันเพราะมีมวลไม่เท่ากัน



ในการวิเคราะห์ผลนั้น ค่า E, B, B', R เป็นค่าที่ทราบได้ q เป็นประจุไฟฟ้าของอนุภาคจึงสามารถหามวลของแต่ละไอโซโทปได้



โจทย์คำนวณ

1. ลิเทียมไอออน ${}^7\text{Li}^{+3}$ มวล 1.16×10^{-23} g ถูกเร่งด้วยความต่างศักย์ไฟฟ้า 500 V ให้วิ่งเข้าไปในสนามแม่เหล็กที่มีความหนาแน่นฟลักซ์ 0.4 W/m^2 จงหารัศมีความโค้ง

ศุภกฤษณ์ มีชำนาญ



2. ฮีเลียมไอออน ${}^4\text{He}^{+1}$ มวล M วิ่งเข้าเครื่อง mass spectrometer ด้วยความเร็ว v_0 สนามแม่เหล็ก B จะทำให้อิออนวิ่งเป็นเส้นโค้งรัศมีเท่าไร และถ้าเปลี่ยนเป็น ${}^3\text{He}^{+1}$ โดยความเร็วและสนามเท่าเดิม รัศมีจะเป็นกี่เท่าของเดิม

ศุภกฤษณ์ มีชำนาญ



3. ธาตุไอโซโทปของ ${}^{224}_{88}\text{Ra}$ จะมีรัศมีเป็นกี่เท่าของธาตุไอโซโทปของ ${}^{28}_{11}\text{Na}$

ศุภกฤษณ์ มีชำนาญ



4. เครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ที่มี สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนานที่มีความเข้ม $1.5 \times 10^4 \text{ V/m}$ และ สนามแม่เหล็กในส่วนคัดเลือกความเร็ว และ ส่วนแยกมวลเป็น 0.5 T เมื่อตรวจสอบไอโซโทปของ ${}^{24}\text{mg}$, ${}^{25}\text{mg}$, ${}^{26}\text{mg}$ จะทำให้ไอโซโทปทั้ง 3 ตกบนฟิล์มห่างกันเท่าไร

ศุภกฤษณ์ มีชำนาญ



ขนาดของนิวเคลียส

นิวเคลียสมีลักษณะเป็นทรงกลมและมีขนาดขึ้นอยู่กับจำนวนนิวคลีออน

ให้ V เป็น ปริมาตรของนิวเคลียส

A เป็น จำนวนนิวคลีออนหรือเลขมวล

$$\therefore V \propto A$$



เมื่อ R เป็น รัศมีของนิวเคลียส

ปริมาตรของนิวเคลียส เป็น $\frac{4}{3}\pi R^3$

$$\text{ดังนั้น } \frac{4}{3}\pi R^3 \propto A$$

ค่า $\frac{4}{3}\pi$ เป็นค่าคงที่ จึงได้

$$R^3 \propto A$$



$$R \propto A^{\frac{1}{3}}$$
$$R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$$

R_0 คือ ค่าคงตัว ซึ่งเป็นรัศมีต่ำสุดของนิวเคลียส มีค่าเท่ากับ 1.2×10^{-15} ถึง 7×10^{-15} เมตร



คำถาม

- ถ้ารัศมีของนิวเคลียสของไฮโดรเจนเท่ากับ 1.2×10^{-15} m นิวเคลียสของ ^{64}Zn จะมีรัศมีเท่าไร
- จงพิสูจน์ว่า นิวเคลียสของธาตุใดๆ มีความหนาแน่นประมาณ 2.29×10^{17} kg/m³