ใบความรู้
เรื่อง เสถียรภาพของนิวเคลียส

จากการศึกษานิวเคลียส **สรุปได้ว่าแรงที่ยึดเหนี่ยวนิวคลีออนเข้าด้วยกัน คือ** แรงนิวเคลียร์

แรงนิวเคลียร์ คือ แรงที่ใช้ยึดเหนี่ยวนิวคลีออนเข้าด้วยกัน ไม่ใช่ทั้งแรงระหว่างประจุและแรงดึงดูดระหว่างมวล แต่เป็นแรงที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนอนุภาคเมซอนระหว่างนิวคลีออนในนิวเคลียส

มวลและพลังงาน เนื่องจากนิวเคลียสมีขนาดเล็กมาก ในการวัดมวลเราจึงมักจะวัดมวลในหน่วย amu. จากนิยามมวล 1 amu = 1/12 ของมวลของ C^{12} 1 อะตอม

โดย มวล 1 amu = 1.66×10^{-27} กิโลกรัม

จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงานของไอสไตน์ที่ว่า

$$E = mc^2 \qquad \text{.....(1)}$$

มวล 1 amu แปลงเป็นพลังงานได้ = $(1.66 \times 10^{-27}) \times (3 \times 10^{8})^2 = 1.49 \times 10^{-10}$ จูล

$$= \frac{1.49 x 10^{-10}}{1.602 x 10^{-13}} = 931 \text{MeV}$$

นั่นคือ “มวล 1 amu เทียบได้กับพลังงาน 931 MeV”

พลังงานยึดเหนี่ยว (Binding Energy)คือ“พลังงานที่ใช้ในการยึดนิวคลีออน เข้าได้ด้วยกันในนิวเคลียสของธาตุ” หรือ “พลังงานที่น้อยที่สุด ที่สามารถทำให้นิวเคลียสแตกตัวเป็นองค์ประกอบย่อย”

เลขอะตอม Z จำนวนโปรตอน	สัญลักษณ์	ธาตุ	มวลนิวเคลียส amu.	จำนวน นิวตรอน
0	e	อิเล็กตรอน	0.000549	0
0	$^{1}n_{0}$	นิวตรอน	1.008665	1
1	$^{1}H_{1}$	ไฮโดรเจน	1.007276	1
1	$^{2}H_{1}$	ดิวเทอรอน	2.013553	1
2	$^{4}He_{2}$	ฮีเลียม	4.001505	2
3	$^{7}Li_{3}$	ลิเธียม	7.014357	4

การที่โปรตอนและนิวตรอนสามารถอยู่กันได้ในนิวเคลียส, เพราะมีพลังงานยึดเหนี่ยว

พลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์

พลังงานจากปฏิกิริยาเกิดจากมวลส่วนที่หายไปในปฏิกิริยา

Δm = มวลก่อนปฏิกิริยา – มวลหลังปฏิกิริยา ในหน่วย u

พลังงาน (E) = $\Delta m \times 931$ MeV .....(1)

การหานิวเคลียสของธาตุจากปฏิกิริยา **ใช้หลักดังนี้**

1) ผลรวมของประจุทางซ้ายมือและขวามือของสมการมีค่าเท่ากัน

2) จำนวนนิวคลีออนทางซ้ายมือและขวามือของสมการมีค่าเท่ากัน

การคำนวณพลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ **มีหลักดังนี้**

1) ถ้ามวลรวมก่อนเกิดปฏิกิริยา > มวลรวมหลักเกิดปฏิกิริยา ; ปฏิกิริยานี้จะคายพลังงาน

ถ้ามวลรวมก่อนเกิดปฏิกิริยา < มวลรวมหลังเกิดปฏิกิริยา ; ปฏิกิริยานี้จะดูดพลังงาน

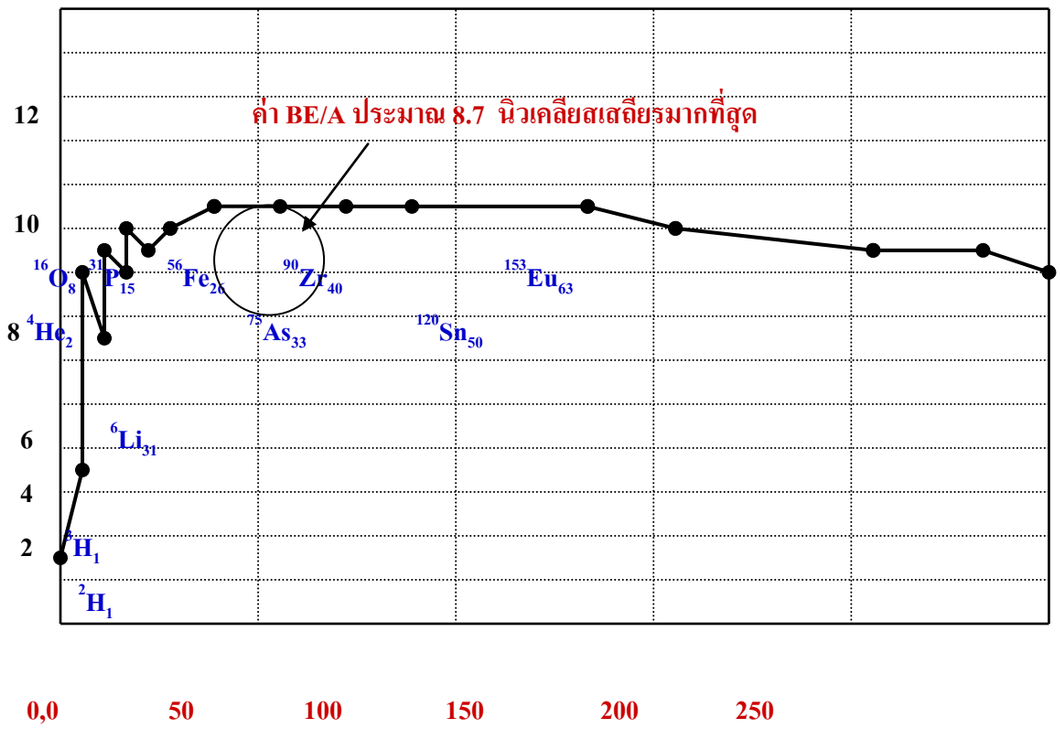
2) พลังงานที่คายหรือดูดจะหาได้จาก ผลต่างของมวลรวมก่อนทำปฏิกิริยากับหลังทำปฏิกิริยาคูณด้วย 931 โดยมวลอยู่ในหน่วย amu และพลังงานอยู่ในหน่วย MeV

รัศมีนิวเคลียส(R) หาได้จาก $R = r_0 A^{1/3}$ ……..(2)

เมื่อ $r_0 = 1.2 \times 10^{-15}$ เมตร

A คือ เลขมวลหรือจำนวนนิวคลีออนของนิวเคลียส

เสถียรภาพของนิวเคลียส_ คือ เสถียรภาพของนิวคลียสขึ้นอยู่กับพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน นิวเคลียสใดมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูงจะมีเสถียรภาพสูง



ตัวอย่างที่ 1 ถ้ามวลอะตอมของ $^{40}_{20}Ca$ มีค่าเท่ากับ 39.9751 u จงคำนวณหาค่าพลังงานยึดเหนี่ยวและค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของ $^{40}_{20}Ca$

วิธีทำ $^{40}_{20}Ca$ ประกอบด้วยไอโดรเจนนิวเคลียส $^{1}_{1}H$ 20 ตัวและนิวตรอน $^{1}_{0}n$ 20 ตัว

มวลของ $^{1}_{1}H$ 20 ตัว = 20 x 1.0078 = 20.1560u

มวลของ $^{1}_{0}n$ 20 ตัว = 20 x 1.0087 = 20.1740u

มวลขององค์ประกอบของ $^{40}_{20}Ca$ = 40.3300u

แต่มวลของ $^{40}_{20}Ca$ = 39.9751u

ดังนั้น มวลหายไป 40.3300-39.9751 = 0.3549u

พลังงานยึดเหนี่ยว เท่ากับ 0.3549u x 931 = 330.41 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ **ตอบ**

พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเท่ากับ 330.41/40 = 8.26 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ **ตอบ**