วิชาฟิสิกส์

ว(40206)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่6

เรื่อง

พลังงานนิวเคลียส

แรงนิวเคลียร์

โปรตอนที่อยู่ในนิวเคลียส จะต้องมีแรงผลักกัน เนื่องจากมีประจุไฟฟ้าสูงมาก ดังนั้น จะต้องมีแรงดึงดูดกันระหว่างนิวคลีออนที่มีค่ามากกว่าแรงทางไฟฟ้า เรียกว่า **แรงนิวเคลียร์**

มวลและพลังงาน

มวลในหน่วย **amu (atomic mass unit)**

กำหนดว่า **1 u** เท่ากับมวล $\frac{1}{12}$ เท่าของ **C-12**

นั่นคือ **C-12** จำนวน **1** โมล จะมีมวลเท่ากับ **12** กรัม และ

1 โมล มี 6.02×10^{23} อะตอม

^{12}C 1 อะตอม มีมวล $\frac{12}{6.02 \times 10^{23}}$ g

ดังนั้น มวล 1 u $= \frac{1}{12} \times \frac{12}{6.02 \times 10^{23}}$

$= 1.66 \times 10^{-24}$ g

มวล 1 u $= 1.66 \times 10^{-27}$ kg

จากทฤษฎีสัมพันธภาพพลังงาน และ มวลของ Einstein คือ $E = mc^2$

$E = 1.66 \times 10^{-27} \times (2.9979 \times 10^{8})^2$

$= 1.4923 \times 10^{-10}$ J

มวล 1 u เปลี่ยนเป็นพลังงาน ได้ 1.4923×10^{-10} J

จาก 1 MeV $= 1.6 \times 10^{-13}$ J

ดังนั้น $E = \frac{1.4923 \times 10^{-10}}{1.6 \times 10^{-13}}$ MeV

$= 931.44$ MeV

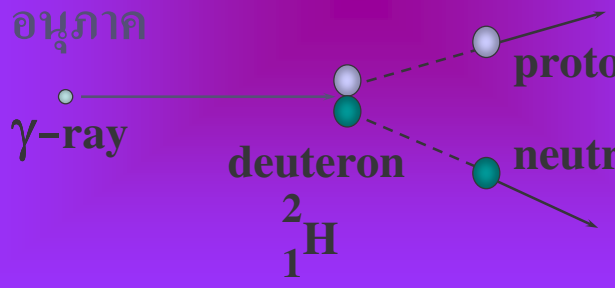
มวล 1 u มีค่าพลังงานเป็น 931 MeV

พลังงานยึดเหนี่ยว

(Binding energy - B.E.)

B.E. คือพลังงานที่ทำให้นิวคลีออนยึดติดรวมกันอยู่ในนิวเคลียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ พลังงานภายนอกที่ทำให้นิวคลีออนแยกออกจากกันได้พอดี

เมื่อยิงรังสี γ ไปชนดิวเทอรอน($^{2}_{1}H$) ซึ่งเป็นไอโซโทปหนึ่งของไฮโดรเจนและประกอบด้วยโปรตอนกับนิวตรอนอย่างอนุภาค



จากการยิง γ-ray ไปชนดิวเทอรอน พบว่าจะต้องให้ γ-ray มีพลังงานอย่างน้อยที่สุด 2.22 MeV จึงสามารถแยกดิวเทอรอนได้พอดี

แสดงว่า พลังงานยึดเหนี่ยวระหว่างโปรตอน กับ นิวตรอน ของดิวเทอรอน เท่ากับ 2.22 MeV

พลังงานยึดเหนี่ยวของดิวเทอรอน

มวลนิวตรอน 1 ตัว = 1.008665 u

มวลโปรตอน 1 ตัว = 1.007276 u

มวลอิเล็กตรอน 1 ตัว = 0.000549 u

มวลดิวเทอเรียม = 2.014102 u

มวลดิวเทอรอน = 2.013553 u

ดิวเทอรอน คือนิวเคลียสของดิวเทอเรียม

มวลนิวตรอน รวมกับ โปรตอน

= 1.008665 + 1.007276

= 2.015941 u

มวลดิวเทอรอน = 2.013553 u

มวลหายไป = 2.015941 - 2.013553

= 0.002388 u

คิดเป็นพลังงาน = 0.002388 x 931

= 2.22 MeV

จะเห็นว่า เมื่อนิวตรอนรวมกับโปรตอน เป็นดิวเทอรอนจะมีมวลบางส่วนหายไป เรียกว่า ***มวลพร่อง*** **(mass defect)** เมื่อคิดเป็นพลังงานจะได้ **2.22 Mev** ซึ่งเท่ากับพลังงานของรังสีแกมมาที่ในการแยกดิวเทอรอน แสดงว่า

พลังงานยึดเหนี่ยวได้จากมวลพร่อง

B.E. แทน พลังงานยึดเหนี่ยว

Δm แทน มวลพร่อง หน่วยเป็น **u**

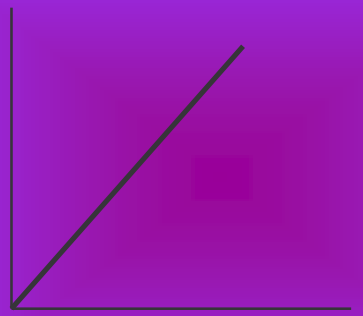
จะได้

B.E. = Δm x 931 หน่วย MeV

Δm *มีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างมวลรวมของนิวคลีออน กับ มวลของนิวเคลียส*

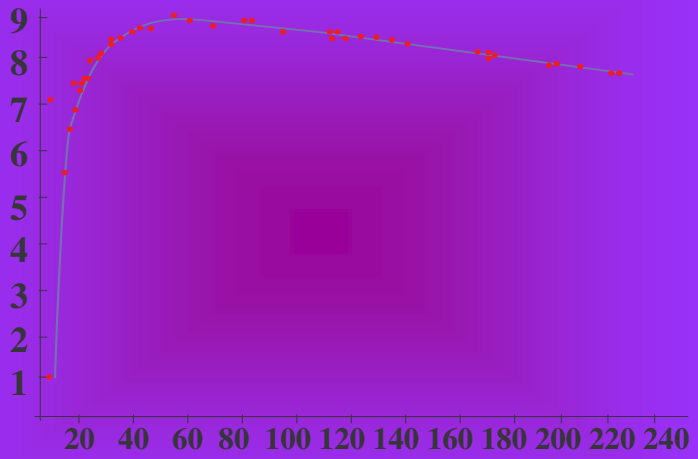
ในการหาค่าพลังงานยึดเหนี่ยว พบว่า *เมื่อจำนวนนิวคลีออนเพิ่มขึ้น พลังงานยึดเหนี่ยวจะมากขึ้น นั่นคือพลังงานยึดเหนี่ยว แปรผันตาม จำนวนนิวคลีออน โดยประมาณ และเชื่อว่าแรงนิวเคลียร์มีการกระทำเฉพาะนิวคลีออนที่อยู่ติดกันเท่านั้น และกระทำในเวลาสั้นๆ*

พลังงานยึดเหนี่ยว
ของนิวเคลียส



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานยึดเหนี่ยวกับเลขมวล

Bining energy per nucleon



ธาตุที่มี พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน (B.E./A) มากจะมีเสถียรมาก

ธาตุที่มีเลขมวลช่วง 50 - 90 พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนค่อนข้างคงตัว

ค่า B.E./A สูงสุดประมาณ 8.7 MeV หรือ มีเลขมวลประมาณ 56

ค่า B.E./A จะลดลงเมื่อเลขมวลสูงกว่า 90