



← half life + ΔE

Chapter : Nuclear Physics

← ศึกษา nucleus

1) มวล

พลังงาน

การทำให้อากาศแตกตัว

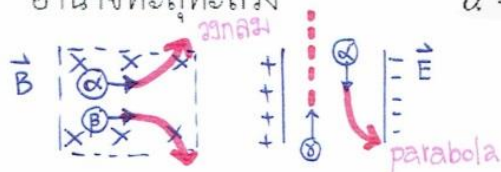
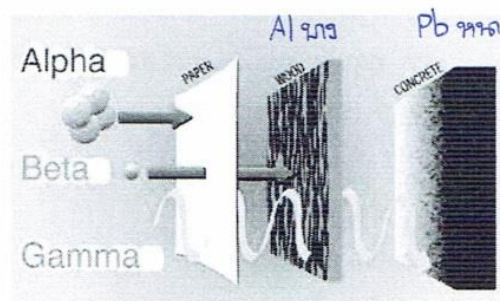
อำนาจทะลุทะลวง

$$\alpha > \beta > \gamma$$

$$\alpha > \beta > \gamma$$

$$\alpha > \beta > \gamma$$

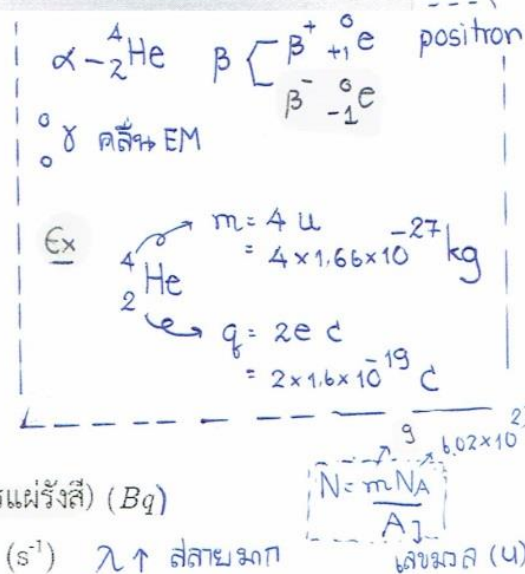
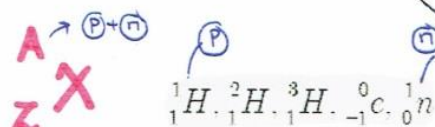
$$\alpha < \beta < \gamma$$



2) คุณสมบัติการสลายตัว

$$\sum A_i = \sum A_f$$

$$\sum Z_i = \sum Z_f$$



*

3)

$$A = \lambda N$$

A : กัมมันตภาพ (อัตราการสลาย, ความแรงในการแผ่รังสี) (Bq)

ค่าคงที่การสลาย (โอกาสการสลายตัวของนิวเคลียส) (s^{-1}) $\lambda \uparrow$ สลายมาก

จ. nucleus
= จ. atom

ครึ่งชีวิต

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$



$\ln 2 = \log_e 2$

$$e = 2.7182818...$$

②

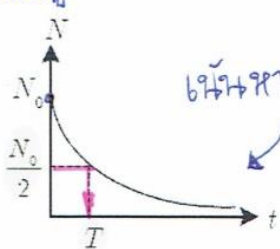
$$N = \frac{N_0}{2^n}, A = \frac{A_0}{2^n}, m = \frac{m_0}{2^n} \rightarrow n = \frac{t}{T}$$

หรือ

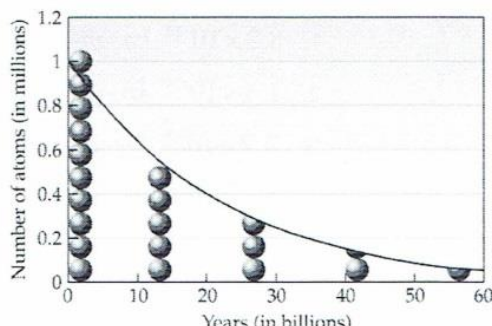
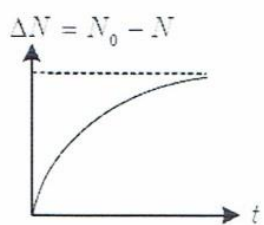
$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\Delta N = N_0 - N$$

ที่เหลืออยู่



← half life $T_{1/2}$

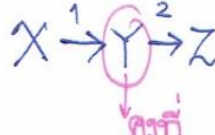
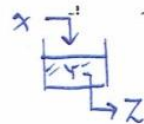


● Represents 0.10 million atoms

③

สมดุลกัมมันตภาพ : $A_1 = A_2$ จะได้

$$(\lambda N)_1 = (\lambda N)_2$$



$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{T_1}{T_2}$$





$$N = \frac{N_0}{2^n}$$

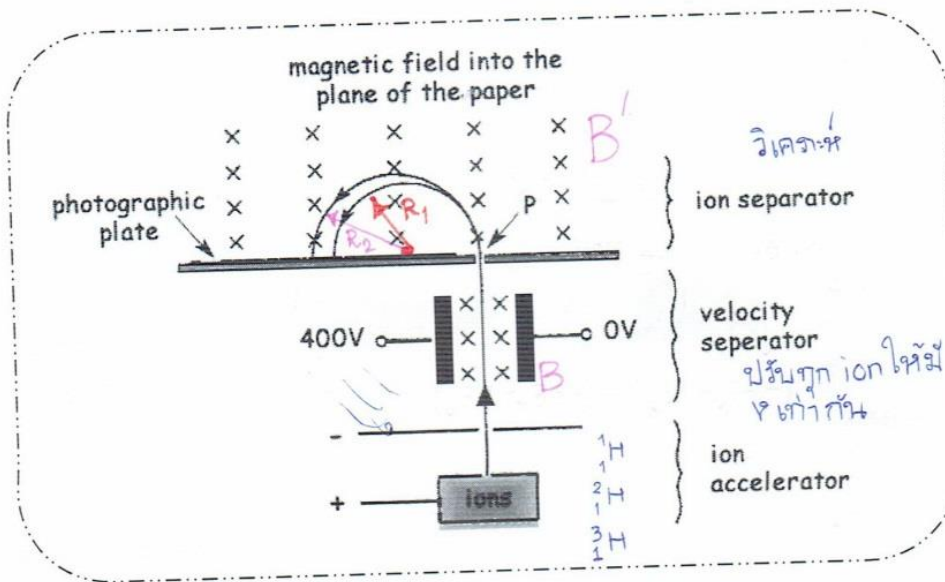
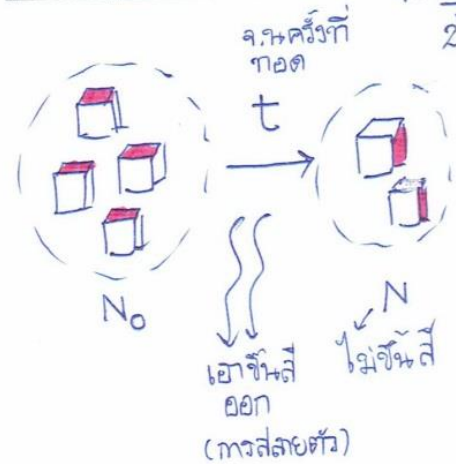
- 4) การทอดลูกเต๋าที่ทาแต้มสี

$$\lambda = \frac{\text{จำนวนหน้าทาสี}}{\text{จำนวนหน้าทั้งหมด}}$$

โอกาสหน้าทาสี

- 5) Mass Spectrometer แยก Isotope

- ผ่านส่วนคัดเลือกความเร็ว : $R \propto \frac{m}{q}$
- ไม่ผ่านส่วนคัดเลือกความเร็ว : $R \propto \sqrt{\frac{m}{q}}$



$$R = \frac{mv}{qB} \quad (1)$$

$$F_E = F_B$$

$$qE = qvB$$

$$v = \frac{E}{B} \quad (2)$$

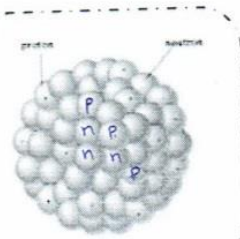
$$qV = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}} \quad (3)$$

- 6) รัศมีนิวเคลียส

$$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$

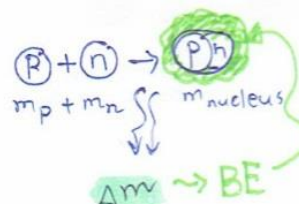
เลขมวล (A)



- 7) พลังงานยึดเหนี่ยวในนิวเคลียส

$$B.E. = \Delta m \times 931 \text{ MeV}$$

$$\Delta m : \text{มวลพร่อง} = (m_p + m_n) - m_{\text{nucleus}}$$



Ex ${}^4_2\text{He}, {}^3_1\text{He}, {}^2_1\text{H}, {}^1_1\text{H}$
อิงจากรัศมี เข้าส่วนวิเคราะห์
จึงป.ท. R

Solⁿ

${}^4_2\text{He}$	$\sqrt{\frac{4}{2}} = \sqrt{2}$	1
${}^3_1\text{He}$	$\sqrt{\frac{3}{1}} = \sqrt{3}$	2
${}^2_1\text{H}$	$\sqrt{\frac{2}{1}} = \sqrt{2}$	3
${}^1_1\text{H}$	$\sqrt{\frac{1}{1}} = \sqrt{1}$	4

Note BE นอกสมการเสถียรภาพ Fe_{max}
 A_{nucleon}

$$E = mc^2 \rightarrow E = \Delta m \times 931$$

J kg MeV u

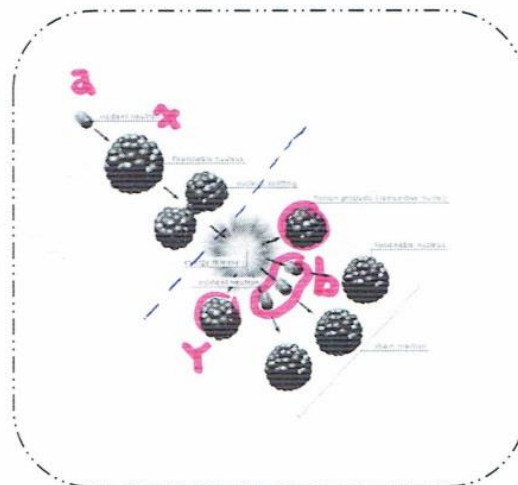
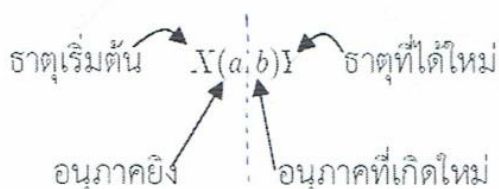
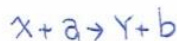
$$1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$





- 8) ปฏิกิริยานิวเคลียร์
- nucleus มีมวลป.ป.
 - Fission
 - Fusion

8.1 สมการการสลายตัว



8.2 การหาพลังงานจาก Rx^n นิวเคลียร์

MeV $\rightarrow$ $\Delta E = \Delta m \times 931$

$(m_i - m_f)$

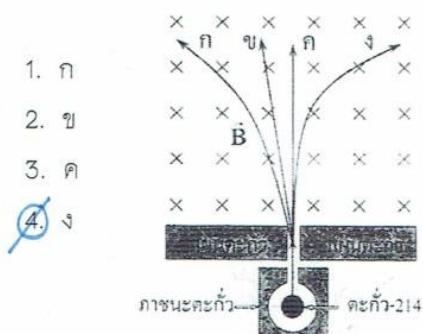
$\oplus$: คาย
 $\ominus$: ดูด เกิดเองไม่ได้

2) $\Delta E = BE_i - BE_f$ แทนค่า BE ทุกตัวเป็นลบ

$(-BE_x - BE_a) - (-BE_Y - BE_b)$

PROBLEMS

1. ตะกั่ว-214 สลายตัว พร้อมกับปล่อยอนุภาค X ดังสมการ $^{214}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{214}_{83}\text{Bi} + X + \gamma$ เมื่ออนุภาค X พุ่งเข้าไปในสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ ดังรูป ถามว่าอนุภาค X จะเคลื่อนที่ลักษณะใด (PSU-Quota' 54)



- ก
- ข
- ค
- ง





2. อนุภาค X ในปฏิกิริยานิวเคลียร์ ${}^1_0n + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + {}^3_0X$ คืออะไร (PAT 2 Oct' 54)

1. ${}^3_1\text{H}$

2. 0_1e 3 อนุภาค

3. ${}^1_1\text{H}$ 3 อนุภาค

4. n 3 อนุภาค

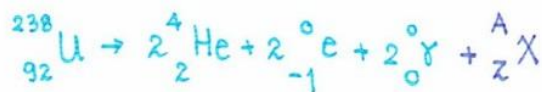
3. ในการสลายตัวต่อ ๆ กันของธาตุกัมมันตรังสี โดยเริ่มจาก ${}^{238}_{92}\text{U}$ เมื่อสลายให้อนุภาคทั้งหมดเป็น $2\alpha, 2\beta$ และ 2γ จะทำให้ได้นิวเคลียสใหม่ มีจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนเท่าใด

1. จำนวนโปรตอน 88 จำนวนนิวตรอน 140

2. จำนวนโปรตอน 90 จำนวนนิวตรอน 140

3. จำนวนโปรตอน 88 จำนวนนิวตรอน 142

4. จำนวนโปรตอน 90 จำนวนนิวตรอน 142



$$A: 238 = 8 + 0 + 0 + A$$

$$A = 230$$

$$Z: 92 = 4 + 2 + 0 + Z$$

$$Z = 90$$

4. ในการทดลองวัดการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ปรากฏว่าได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกัมมันตรังสีที่นับได้ (ต่อวินาที) กับเวลาเป็นชั่วโมง ดังรูป จงหาว่าในตอนแรกมีจำนวนนิวเคลียสของกัมมันตรังสีอยู่เท่าใด (Ent Mar'47)

$$N_0 = ?$$

1. 1.4×10^3

2. 8.3×10^4

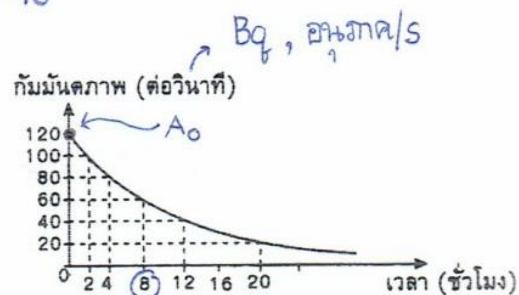
3. 3.5×10^6

4. 5.0×10^6

$$A_0 = \lambda N_0$$

$$A_0 = \frac{0.693}{T} N_0$$

$$N_0 = \frac{120 \times (8 \times 3600)}{0.693} = 5 \times 10^6 \text{ nucleus}$$



ปฏิบัติ
 $1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$

5. สารกัมมันตรังสีจำนวนหนึ่งเมื่อทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ปรากฏว่าสลายตัวไปจำนวน $\frac{15}{16}$ เท่าของจำนวนเดิม จงหาเวลาครึ่งชีวิตของสารนี้

$$T = ?$$

1. 7.5 นาที

2. 15 นาที

3. 30 นาที

4. 64 นาที

$$N = \frac{N_0}{2^n}$$

$$\frac{1}{16} N_0 = \frac{N_0}{2^n}$$

$$n = 4$$

$$\frac{2}{T} = 4$$

$$T = 0.5 \text{ hr} = 30 \text{ min}$$





6. ไอโซโทปของโซเดียม ($^{24}_{11}\text{Na}$) มีครึ่งชีวิต 15 ชั่วโมง จงหาว่าเวลาผ่านไป 75 ชั่วโมง นิวเคลียสของไอโซโทปนี้จะสลายไปแล้วประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ของจำนวนที่เริ่มต้น ถ้าตอนที่เริ่มแรกนิวเคลียสของไอโซโทปนี้มีค่า 5 คูรี

1. 75%
2. 87.5%
3. 94%
4. 97%

$$100 \xrightarrow[15h]{T} 50 \xrightarrow[15h]{T} 25 \xrightarrow[15h]{T} 12.5 \xrightarrow[15h]{T} 6.25 \xrightarrow[15h]{T} 3.125$$

$$\therefore \Delta N = 100 - 3.125 \\ \approx 97 \% \\ \#$$

7. ธาตุไอโอดีน 131 ปริมาณ m กรัม มีครึ่งชีวิต 9 วัน เมื่อเวลาผ่านไป 12 วัน จะมีธาตุนี้เหลืออยู่เป็นปริมาณกี่กรัม (PSU-Quota' 50)

1. $\frac{m}{2} e^{-0.231}$
2. $2m e^{-0.231}$
3. $\frac{m}{2} e^{-2.08}$
4. $2m e^{-2.08}$

$$m = m_0 e^{-\lambda t} \\ = m_0 e^{-0.924} \\ = m_0 e^{-0.693 - 0.231} \\ = m_0 e^{-\ln 2} \cdot e^{-0.231} \\ m = \frac{m_0}{2} e^{-0.231} \quad \#$$

$$-\lambda t = -\left(\frac{\ln 2}{T}\right) t \\ = -\frac{0.693 \times 12}{9} \\ = -0.924$$

$$e^{-\ln 2} = \frac{1}{2} = \frac{1}{e^{\ln 2}}$$

8. นิวเคลียสกัมมันตรังสีชนิด A มีจำนวนตั้งต้นเป็น 100 เท่าของจำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีชนิด B โดยที่ A มีเวลาครึ่งชีวิตเป็น T และ B มีเวลาครึ่งชีวิตเป็น $2T$ อีกนานเท่าไรจำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสี A กับ B จึงจะเท่ากันพอดี (7 วิชาสามัญ Jan' 55)

1. $(2 \log_{10} 2)T$
2. $(2 \log_2 10)T$
3. $\frac{4T}{0.693}$
4. $(4 \log_{10} 2)T$
5. $(4 \log_2 10)T$

$$\begin{array}{cc} \text{A} & \text{B} \\ \begin{array}{c} \circ \circ \circ \circ \\ 100 N_0 \\ T \end{array} & \begin{array}{c} \circ \circ \\ N_0 \\ 2T \end{array} \\ N_A = N_B \\ \frac{100 N_0}{2^{t/T}} = \frac{N_0}{2^{t/2T}} \end{array}$$

$$100 = 2^{\frac{t}{T} - \frac{t}{2T}} \\ 100 = 2^{\frac{t}{2T}} \\ \log_2 10^2 = \frac{t}{2T} \\ t = (4 \log_2 10)T \quad \#$$



9. วัตถุก้อนหนึ่งประกอบด้วยยูเรเนียม -238 บริสุทธิ์เท่านั้น ก้อนดังกล่าวมีมวลเริ่มต้น 10 กรัม เมื่อเวลาผ่านไปสองเท่าของค่าครึ่งชีวิต มวลของก้อน วัตถุดังกล่าวเป็นเท่าใด (PAT 2 Oct' 54)

1. ศูนย์
2. น้อยกว่า 2.5 กรัม
- ~~3.~~ 2.5 กรัม
4. มากกว่า 2.5 กรัม

$$10g \xrightarrow{T} 5g \xrightarrow{T} 2.5g$$

10. สารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่ง มีกัมมันตภาพ 6.4×10^{12} เบคเคอเรล 12 ชั่วโมงต่อมา กัมมันตภาพลดลงเหลือ 1.0×10^{11} เบคเคอเรล สารนี้มีเวลาครึ่งชีวิตกี่ชั่วโมง (Ent Oct'47, เต็มคำ)

$$\begin{array}{l|l|l} N = \frac{N_0}{2^n} & 1 \times 10^{11} = \frac{6.4 \times 10^{12}}{2^n} & \frac{t}{T} = 6 \\ A = \frac{A_0}{2^n} & 2^n = 64 = 2^6 & T = \frac{12}{6} = 2 \text{ h} \# \\ & n = 6 & \end{array}$$

11. ณ เวลาหนึ่ง ธาตุกัมมันตรังสี A มีกัมมันตภาพ A_0 ในขณะที่ธาตุกัมมันตรังสี B มีกัมมันตภาพ B_0 ถ้าค่าคงที่ของการสลายตัว A เป็น a และธาตุของ B เป็น b เวลาผ่านไปอีกนานเท่าใด กัมมันตภาพของธาตุทั้งสองจึงเท่ากัน (Ent Mar'48)

1. $\frac{A_0 - B_0}{a - b}$ 2. $\frac{A_0 - B_0}{b - a}$ 3. $\frac{\ln A_0 - \ln B_0}{a - b}$ 4. $\frac{\ln A_0 - \ln B_0}{b - a}$	$\circ \circ A$ ครึ่งชีวิต : A_0 ค่า λ : a $\circ \circ B$ B_0 b	$A_A = A_B$ เมื่อเวลาผ่านไป t $A_0 e^{-at} = B_0 e^{-bt}$ $\frac{A_0}{B_0} = e^{at-bt} = e^{(a-b)t}$ $\ln\left(\frac{A_0}{B_0}\right) = (a-b)t$ $t = \frac{\ln A_0 - \ln B_0}{a-b} \#$
---	--	--

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$





12. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ $^{198}_{80}\text{Hg}(n, y)^{197}_{79}\text{Au}$ ถามว่า y คืออนุภาคอะไร

☒ 1. ดิวเทรอน

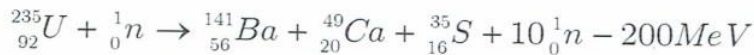
2. อนุภาคแอลฟา

3. โปรตอน

4. ทริทอน

2_1y

13. จากความรู้เรื่องฟิชชันของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ $^{235}_{92}\text{U}$



จากสมการข้างต้น มีข้อผิดพลาดอยู่ที่ประการ

1. 2 ประการ

2. 3 ประการ

☒ 3. 4 ประการ

4. 5 ประการ

1) เกิด 2 ข้อ

2) 1_0n เกิด ~ 2-3 ตัว คำนวณให้ถือว่า เกิด 2 ตัว

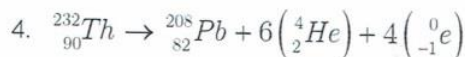
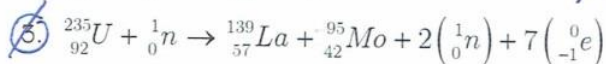
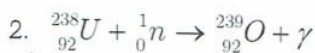
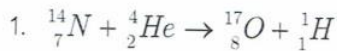
3) คำนวณพลังงาน

4) $\sum A_i = \sum A_f, \sum Z_i = \sum Z_f$



พลังงาน อยู่ใน อนุภาค

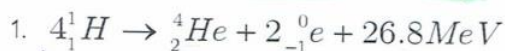
14. ข้อใดเป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน (PSU-Quota' 56)



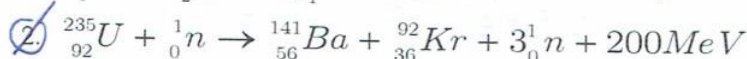
β^-

เสริมตัว

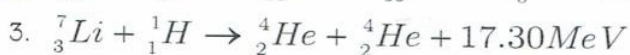
15. ปฏิกิริยาต่อไปนี้ ข้อใดให้พลังงานต่อมวลน้อยที่สุด



$\frac{26.8}{4}$



$\frac{200}{236}$



$\frac{17.3}{8}$



$\frac{18.3}{5}$



16. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการสลายของยูเรเนียม -238 (PAT 2 Mar' 55)

1. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนลดลง
2. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนไม่เปลี่ยนแปลง
3. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเพิ่มขึ้น จะได้ธาตุเสถียรขึ้น
4. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเปลี่ยนแปลง แต่อาจลดลงหรือเพิ่มขึ้นก็ได้

17. พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากการสลายให้รังสีบีตาของ $^{14}_6\text{C}$ มีค่ากี่เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

(PAT 2 Mar' 54)

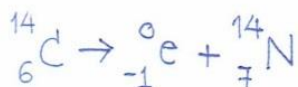
กำหนดให้ • มวลอะตอมของไอโซโทปต่างๆ

$$^{14}_6\text{C} (14.000000u)$$

$$^{11}_6\text{C} (11.011433u) \quad ^{12}_6\text{C} (12.000000u) \quad ^{13}_6\text{C} (13.003355u) \quad ^{14}_7\text{N} (14.003242u)$$

• มวลอิเล็กตรอน $0.000549u$

$$\bullet 1u = 930 \text{ MeV}/c^2$$



$$\Delta E = \Delta m \times 930$$

$$= [14 - (0.000549 + 14.003242)] \times 930$$

$$\Delta E = -3.53 \text{ MeV}$$

↓
ติด

18. ในปฏิกิริยา $^7_3\text{Li} (p, \alpha) ^4_2\text{He}$ ถ้ามวลของ ^7_3Li , ^4_2He และ ^1_1H เป็น 7.01600 u, 4.00260 u และ 1.00794 u ตามลำดับ พลังงานที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยานี้เป็นตามข้อใด (Ent Mar' 47)

1. ดูดพลังงาน 8.6 MeV

2. คายพลังงาน 8.6 MeV

3. ดูดพลังงาน 17.4 MeV

4. คายพลังงาน 17.4 MeV

$$\Delta E = \Delta m \times 931$$

$$= [(7.016 + 1.00794) - 2 \times 4.0026] \times 931$$

$$= +17.4 \text{ MeV}$$

