



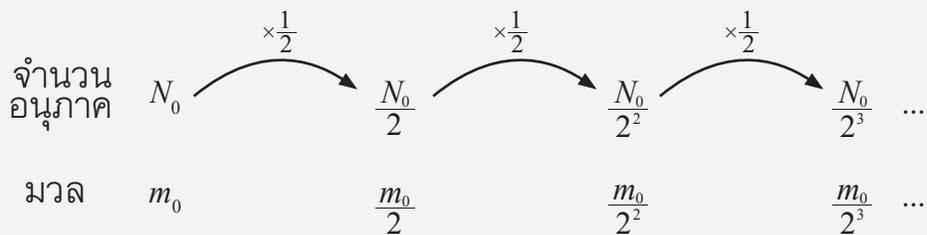
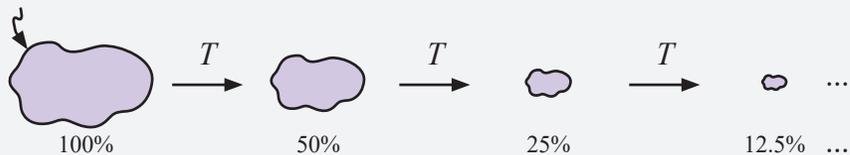
อัตราการสลาย



ครึ่งชีวิต (Basic)

ครึ่งชีวิต (Half-life : T) = เวลาที่สารกัมมันตรังสีใช้ในการสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่ง

สารกัมมันตรังสี



สูตร

$$N_{\text{เหลือ}} = \frac{N_0}{2^n}$$

$$m_{\text{เหลือ}} = \frac{m_0}{2^n}$$

$$n = \frac{\text{ค่าที่บอกว่าเวลาที่ผ่านไปกี่เท่าของ } T}{t}$$

! n ไม่จำเป็นต้องเป็นจำนวนเต็มเท่า

กัมมันตภาพ (Basic)

กัมมันตภาพ (A) = จำนวนอนุภาคที่สลายตัวในหนึ่งหน่วยเวลา = $\frac{\text{จำนวนอนุภาคที่สลาย}}{1s}$



Keys

ก้อนใหญ่สลายเร็ว ก้อนเล็กสลายช้า



ในระบบ SI กัมมันตภาพมีหน่วยเป็น อนุภาคต่อวินาที หรือ **เบ็กเคอเรล (Bq)**

แต่มีหน่วยที่อาจพบได้อีกคือ **คูรี (Ci)**

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

ครึ่งชีวิตและกัมมันตภาพ (Advance)



เสถียรภาพของนิวเคลียสและพลังงานนิวเคลียร์



พลังงานยึดเหนี่ยว

- Q : ทำไมโปรตอนในนิวเคลียสถึงอยู่ด้วยกันได้ทั้งๆ ที่มันผลักกัน ?
- A : เพราะมีแรงนิวเคลียร์ที่ดูดนิวคลีออนเข้าด้วยกัน

โดยปกติแล้วประจุบวกเจอกันจะผลักกัน



แต่ที่โปรตอนและนิวตรอนอยู่ด้วยกันได้ เพราะแรงนิวเคลียร์ (ดูด) ชนะแรงไฟฟ้า (ผลัก)



$$F_{\text{nuclear}} \geq F_{\text{electrostatic}}$$

- พลังงานยึดเหนี่ยว (Binding Energy : E_B) = พลังงานที่ต้องใช้ในการดึง p^+ และ n ในนิวเคลียสออกจากกัน

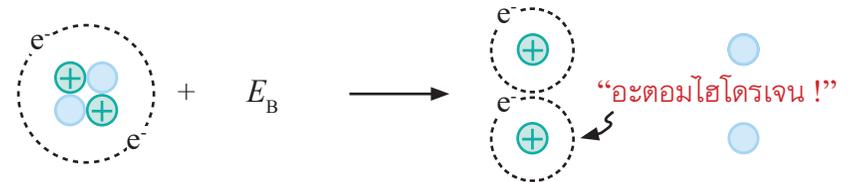
$$N = A - Z$$



$$m_{\text{nuclear}} c^2 + E_B = Zm_p c^2 + Nm_n c^2$$

แต่โจทย์มักให้ $m_{\text{อะตอม}}$ (ตารางธาตุ!) \rightarrow ต้องคิด e^- ในอะตอมเพิ่มเข้ามาด้วย

“ดู e^- ”



$$m_{\text{atom}} c^2 + E_B = Zm_H c^2 + Nm_n c^2$$

(ตารางธาตุ) (มวลอะตอมไฮโดรเจน) (มวลนิวตรอน)

■ ส่วนพร่องมวล (Mass Defect : ΔM)

= ส่วนของมวลที่หายไปเป็น “พลังงานยึดเหนี่ยว”
จากการนำ p^+ และ n มารวมกันเป็นนิวเคลียส
= มวลรวมตอนแยกกัน - มวลตอนเป็นนิวเคลียส

$$(\Delta M) = (Zm_p + Nm_n) - m_{\text{nucleus}} = \frac{E_B}{c^2}$$

$$\therefore (\Delta M) c^2 = E_B$$

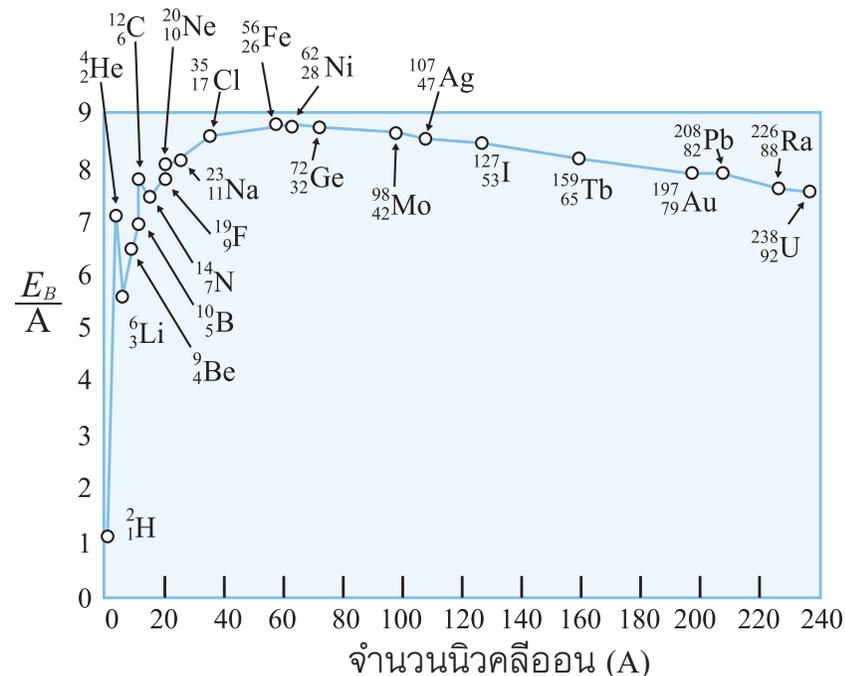
สำหรับ ΔM เท่ากับ 1 u

เมื่อคำนวณหาพลังงานในหน่วย MeV

จะได้ว่า $E_{1u} \approx 931.5 \text{ MeV}$

(โจทย์อาจให้ปัดเป็น 931 MeV, 932 MeV หรือ 930 MeV)

■ เราสามารถดูความเสถียรของนิวไคลด์ได้จากพลังงานยึดเหนี่ยวต่อหนึ่งนิวคลีออน



$^{56}_{26}\text{Fe}$	$^{238}_{92}\text{U}$	
E_B น้อย	มาก	$\therefore ^{56}\text{Fe}$ เสถียรกว่า ^{238}U
$\frac{E_B}{A}$ มาก	น้อย	เพราะมี $\frac{E_B}{A}$ มากกว่า

พลังงานในปฏิกิริยานิวเคลียร์

- 1 ปฏิกิริยาคายพลังงาน (Exothermic reaction)



$$m_A c^2 + m_B c^2 = m_C c^2 + m_D c^2 + E$$

- 2 ปฏิกิริยาดูดพลังงาน (Endothermic reaction)



$$m_A c^2 + m_B c^2 + E = m_C c^2 + m_D c^2$$

! อย่าลืมคูณ e^- ให้ Nucleus เป็น Atom ก่อนถึงจะใช้ “มวลอะตอม” จากตารางธาตุได้ !

27. (7 วิชาสามัญ 56) สำหรับสารกัมมันตรังสีที่มีเวลาคครึ่งชีวิต $T_{\frac{1}{2}}$ และปริมาณสารตั้งต้น N_0 ณ เวลา t ใดๆ จะเหลือปริมาณเท่ากับ $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}$ จงหาอัตราส่วน $\frac{T_{\frac{1}{8}}}{T_{\frac{1}{2}}}$ ถ้า $T_{\frac{1}{8}}$ หมายถึง เมื่อเวลาผ่านไป $T_{\frac{1}{8}}$ จะเหลือสารเพียง $\frac{1}{8}$ ของปริมาณสารตั้งต้น

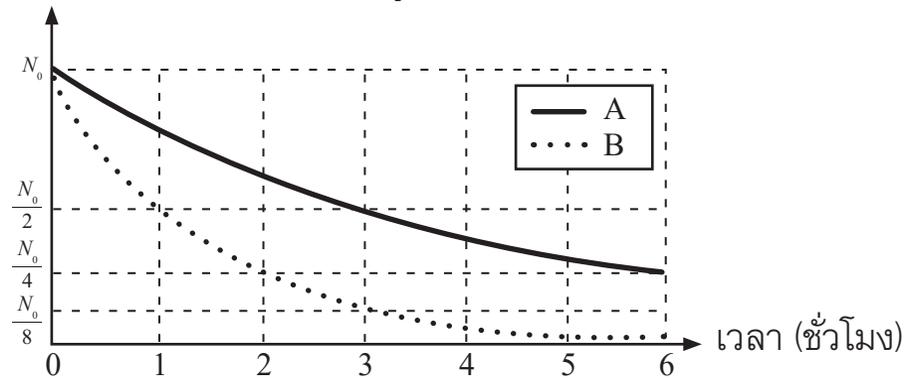
1. $\frac{1}{2}$
2. 2
3. 3
4. 4
5. 8

28. (PAT2 ต.ค. 55) สารกัมมันตรังสี A สลายตัวได้ B ถ้าปริมาณ $\frac{7}{8}$ ของ A สลายในเวลา 15 นาที ค่าครึ่งชีวิตของ A จะเป็นกี่นาที

1. 3.75
2. 5
3. 7
4. 10

29. (A-Level 66) กราฟแสดงจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี A และ B ที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไปจากเริ่มต้น เป็นต้นี้

จำนวนนิวเคลียสที่เหลืออยู่



เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมงจากเริ่มต้น จำนวนนิวเคลียสของ A ที่เหลืออยู่เป็นก็เท่าของจำนวนนิวเคลียส B ที่เหลืออยู่

กำหนดให้ ขณะเริ่มต้นจำนวนนิวเคลียส A และ B เท่ากับ N_0

30. (สามัญ ปี 64) ถ้าเริ่มต้นมีเรเดียม-221 จำนวน 1.85×10^9 นิวเคลียส ซึ่งมีกัมมันตภาพ 1 มิลลิคูรี ต้องใช้เวลาประมาณกี่วินาที จำนวนนิวเคลียสของเรเดียม-221 จึงจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น กำหนดให้ กัมมันตภาพ 1 คูรี เท่ากับอัตราการสลายของนิวเคลียสจำนวน 3.7×10^{10} นิวเคลียสต่อวินาที
1. 3.73×10^{-10}
 2. 1.38×10^{-2}
 3. 2.00×10^{-2}
 4. 3.45×10^1
 5. 1.28×10^9

31. (PAT2 เม.ย. 57) สารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีค่าครึ่งชีวิต 100 วินาที ในตอนเริ่มสารชนิดนี้มีจำนวน 100 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 250 วินาที สารชนิดนี้จะเหลืออยู่ประมาณกี่กรัม

1. 23.5
2. 19.8
3. 17.7
4. 14.3

32. (A-Level 67) ที่เวลา 8:30 น. สารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีจำนวน 1.5×10^{24} อนุภาค ต่อมาที่เวลา 11:00 น. พบว่าอนุภาคเหลือ 6×10^{23} อนุภาค ที่เวลา 13:30 น. จะเหลืออนุภาคเท่าใด

1. 0.8×10^{23}
2. 1.2×10^{23}
3. 2.2×10^{23}
4. 2.4×10^{23}
5. 2.5×10^{23}

33. (PAT2 ต.ค. 58) ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ${}^{11}_5\text{B} + {}^1_1\text{H} \rightarrow 3{}^4_2\text{He}$ เป็นปฏิกิริยาดูดหรือคายพลังงานกี่เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ กำหนดให้

$$m({}^{11}_5\text{B}) = 11.009305 \text{ u}$$

$$m({}^1_1\text{H}) = 1.007825 \text{ u}$$

$$m({}^4_2\text{He}) = 4.00260 \text{ u}$$

และ $1 \text{ u} = 931.5 \text{ MeV}/c^2$

1. คายพลังงาน 0.009
2. ดูดพลังงาน 0.009
3. คายพลังงาน 8.7
4. ดูดพลังงาน 8.7
5. คายพลังงาน 7,465.5

34. ในการทดลองระเบิดนิวเคลียร์โดยใช้ยูเรเนียม-235 ทำให้เกิดฟิชชัน ได้พลังงานทั้งสิ้น 81 เทระจูล พลังงานจำนวนนี้เกิดจากส่วนพร่องมวลกี่กรัม

1. 900 กรัม
2. 90 กรัม
3. 9 กรัม
4. 0.9 กรัม
5. 0.09 กรัม

35. (PAT2 มี.ค. 58) ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันที่สร้างโดยมนุษย์ ซึ่งต้องการหลอมรวมดิวเทอเรียมและทริเทียมให้กลายเป็นนิวเคลียสของฮีเลียมและนิวตรอน พลังงานต่อปฏิกิริยาจะมีค่าประมาณเท่าใดในหน่วย MeV (กำหนดให้ $1u = 931.5 \text{ MeV}/c^2$)

อนุภาค	^1_1H	^2_1H	^3_1H	^3_2He	^4_2He	^1_0n
มวลอะตอม (u)	1.007825	2.014102	3.016049	3.016029	4.002603	1.008665

1. 0.0189
2. 17.6
3. 937
4. 1,853

36. (PAT2 มี.ค. 61) ในปฏิกิริยาฟิวชันของไฮโดรเจนเป็นฮีเลียม พบว่ามีส่วนพร่องมวล 0.029 u พลังงานที่ปลดปล่อยต่อนิวคลีออนมีค่ากี่เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ (กำหนดให้ มวล 1 u เทียบเท่าพลังงานประมาณ 931 MeV/c²)
1. 3.4
 2. 6.7
 3. 9.0
 4. 13
 5. 27

37. ธาตุทริเทียมซึ่งมีเลขอะตอมเป็น 1 เลขมวลเป็น 3 และมวลอะตอมเท่ากับ 3.016049 u มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเท่ากับเท่าใดในหน่วย MeV (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)
- กำหนดให้
- | | | |
|---------------------|---|------------|
| มวลอะตอมของไฮโดรเจน | = | 1.007825 u |
| มวลของนิวตรอน | = | 1.008665 u |
| และ 1 u | = | 930 MeV |

38. (สามัญ 65) ปฏิกิริยานิวเคลียร์หนึ่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ



กำหนดให้ มวล 1 u เทียบเท่ากับพลังงาน 932 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

m_o เป็นมวลของออกซิเจนในหน่วย u

m_{He} เป็นมวลของฮีเลียมในหน่วย u

E เป็นพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์นี้ในหน่วยเมกะอิเล็กตรอนโวลต์

ปฏิกิริยานิวเคลียร์นี้เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ชนิดใด และมวลในหน่วย u ของซิลิคอนมีค่าเท่าใด

1. ฟิชชัน และ $2m_o + m_{\text{He}} - 932E$
2. ฟิชชัน และ $2m_o - m_{\text{He}} - \frac{E}{932}$
3. ฟิชชัน และ $2m_o - m_{\text{He}} - 932E$
4. ฟิชชัน และ $2m_o - m_{\text{He}} - \frac{E}{932}$
5. ฟิชชัน และ $2m_o - m_{\text{He}} - 932E$

39. (PAT2 มี.ค. 55) นิวเคลียสฮีเลียมประกอบด้วย

โปรตอน 2 อนุภาค

นิวตรอน 2 อนุภาค

ให้มวลโปรตอน = mp , มวลนิวตรอน = m_n ข้อใดถูกต้อง

1. $m_{\text{He}} < 2m_p + 2m_n$
2. $m_{\text{He}} = 2m_p + 2m_n$
3. $m_{\text{He}} > 2m_p + 2m_n$
4. $m_{\text{He}} = 2m_p + 2m_n + 2m_e$ เมื่อ m_e คือมวลอิเล็กตรอน

40. ถ้าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของ C^{12} และ C^{13} เท่ากับ 7.7 และ 7.5

MeV ต่อนิวคลีออน ตามลำดับ จงหาพลังงานอย่างน้อยในหน่วย MeV ที่ต้องใช้ในการดึงนิวตรอนตัวหนึ่งออกจาก C^{13}

41. นิวเคลียส ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ มีมวลอะตอม 19.992434 u จะมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน
กี่เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

42. (PAT2 มี.ค. 56) ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการสลายตัวของ U-238

1. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนลดลง
2. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนไม่เปลี่ยนแปลง
3. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเพิ่มขึ้น
4. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเปลี่ยนแปลง โดยอาจลดหรือเพิ่มก็ได้