

Chapter

NUCLEAR PHYSICS

ศึกษาเกี่ยวกับ Nucleus

1) Nuclear radiation

เมื่อ nucleus ป.ป. จะให้รังสี

มวล

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

พลังงาน

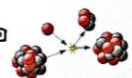
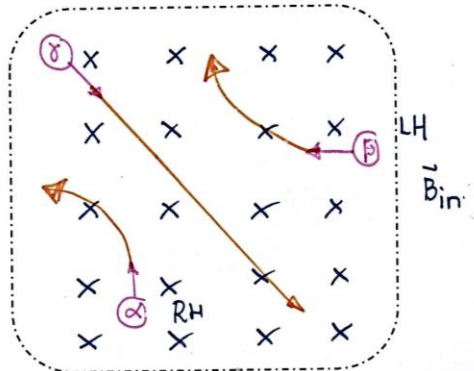
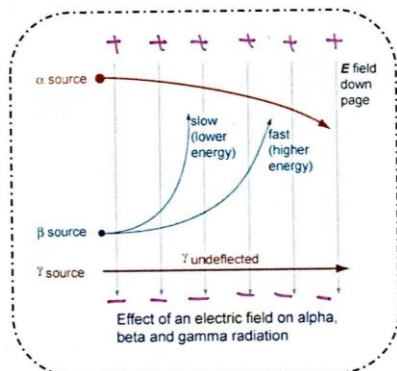
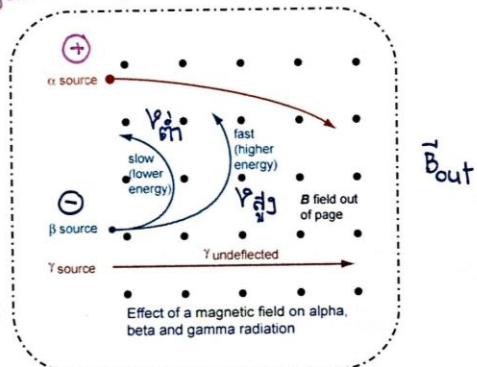
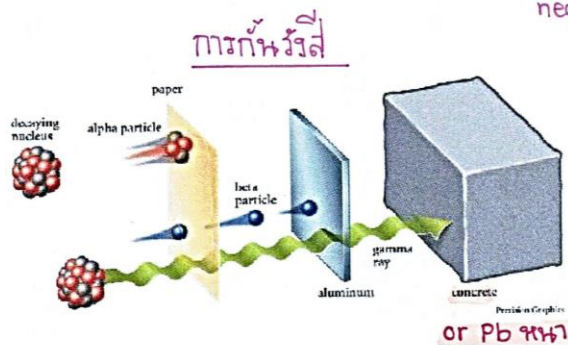
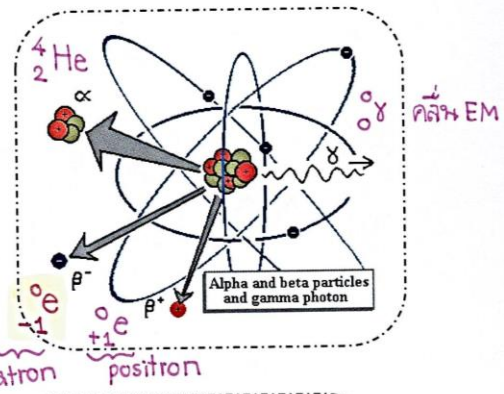
$$\alpha > \beta > \gamma$$

การทำให้อากาศแตกตัว

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

อำนาจทะลุทะลวง

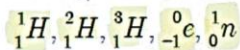
$$\alpha < \beta < \gamma$$



คุณสมบัติการสลายตัว

$$\sum A_i = \sum A_f$$

$$\sum Z_i = \sum Z_f$$



proton

beta

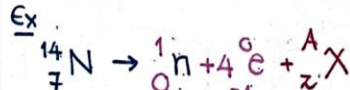
neutron

4 Decay series

(พิจารณา ค่า A)

เลขมวล : $(\text{P}) + (\text{K})$ เลข nucleon

เลข atom : $(\text{P}) = (\text{e})$ อนุภาค



$$A = 13$$

$$Z = 11$$

$$-4 + Z = 7$$

Actinium

The Uranium-235 Decay Series

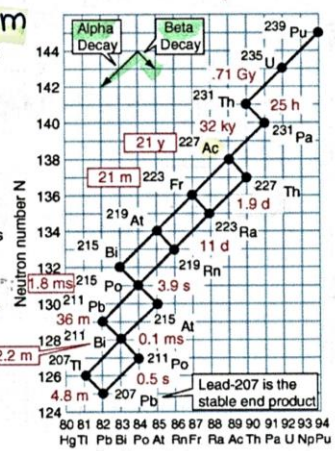
- ☒ ^{235}U Series
- ☐ ^{232}Th Series
- ☐ ^{238}U Series
- ☐ ^{237}Np Series

The four natural radioactive series

This series is traditionally called the Actinium series.

$$4n+2$$

Boxed values for half-life are for multiple decay paths



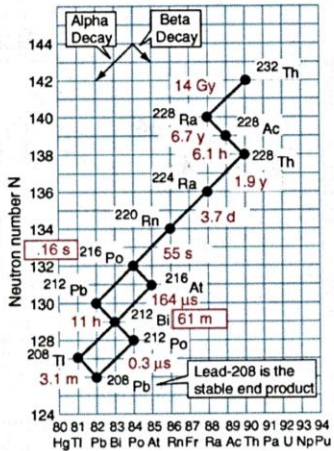
The Thorium-232 Decay Series

- ☐ ^{235}U Series
- ☒ ^{232}Th Series
- ☐ ^{238}U Series
- ☐ ^{237}Np Series

The four natural radioactive series

$$4n$$

Boxed values for half-life are for multiple decay paths



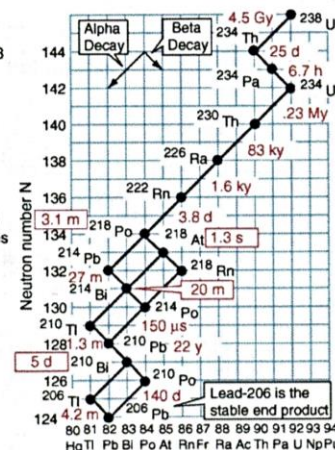
The Uranium-238 Decay Series

- ☐ ^{235}U Series
- ☐ ^{232}Th Series
- ☒ ^{238}U Series
- ☐ ^{237}Np Series

The four natural radioactive series

$$4n+2$$

Boxed values for half-life are for multiple decay paths



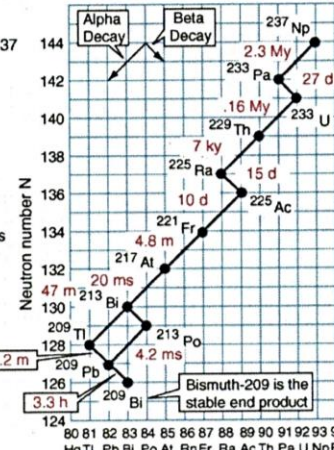
The Neptunium-237 Decay Series

- ☐ ^{235}U Series
- ☐ ^{232}Th Series
- ☐ ^{238}U Series
- ☒ ^{237}Np Series

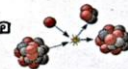
The four natural radioactive series

$$4n+1$$

Boxed values for half-life are for multiple decay paths



C-14, Co-60, U, I-131, Ra, Rn, Th, Am, Cf, Es, Rh, Po, Pu





☞ เอก Entrance ทุกปี

2) Radioactive Decay

2) การคำนวณการสลายตัว → nucleus

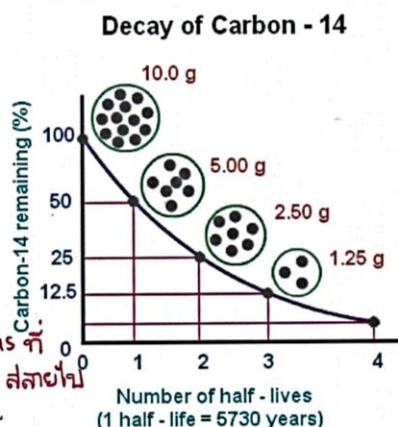
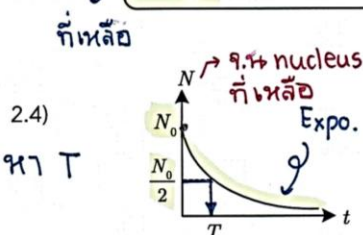
2.1) $A = \lambda N$ ↗ จ.ห. atom (จ.ห. nucleus)
A : กิจกรรมภาพ (อัตราการสลาย, ความแรงในการแผ่รังสี) (Bq)
↖ ค่าคงที่การสลาย (โอกาสการสลายตัวของนิวเคลียส) (s^{-1})

แบบเคอร์เรล = atom/s

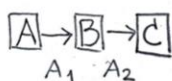
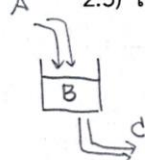
Note $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ ทฤษฎีปฏิบัติ

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

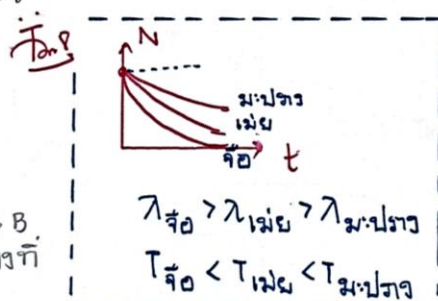
2.3) $N = \frac{N_0}{2^n}, A = \frac{A_0}{2^n}, m = \frac{m_0}{2^n}$ ↗ เริ่มต้น
↖ $\Delta N = N_0 - N$
↖ $n = \frac{t}{T}$



2.5) สมดุลกัมมันตภาพ : $\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$



$A_1 = A_2$ ปริมาณ B คงที่
 $\lambda_1 N_1 = \lambda_2 N_2$

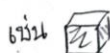


2.6) การทดลองทอดลูกเต๋าที่หาแต้มสี่กับการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี



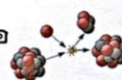
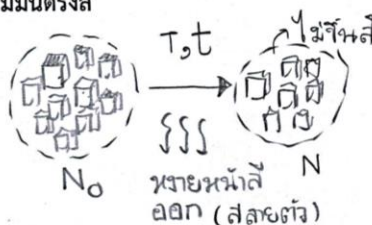
ไม่สามัคคี: ไม่ได้
 ว่า nucleus ใดสลายก่อน

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



แต้มสี่ 2 หน้า จาก 6 หน้า

$\lambda = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$

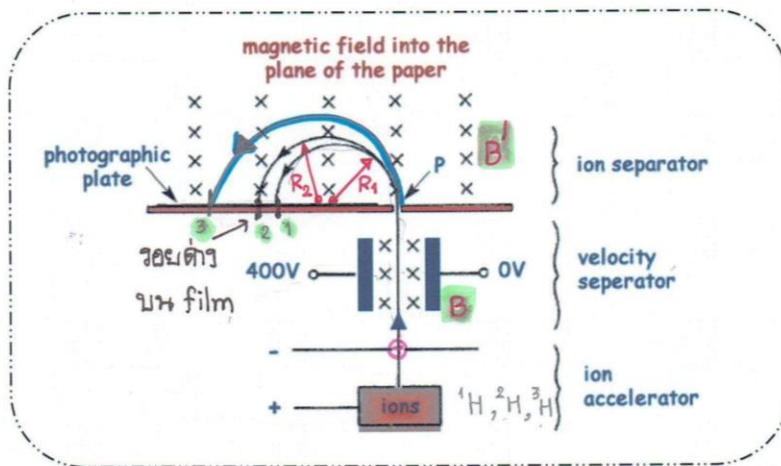


3) Mass Spectrometer

Mass Spectrometer

แยก Isotope [๑] เท่า เช่น ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$
[๒] ต่าง

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



3) ส่วนวิเคราะห์

2) ส่วนคัดเลือกความเร็ว

1) ส่วนเร่ง

Isotope

$$(1) \quad qV = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

ไม่เท่ากัน เพราะ m ต่างกัน

$$(2) \quad qE = qvB$$

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

ปรับให้ v ของทุก Isotope เท่ากัน

$$(3) \quad R = \frac{mv}{qB}$$

$R \propto m$

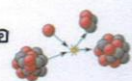
Element ต่างๆ

$$R \propto \frac{m}{q} \quad (\text{ผ่าน 3 ส่วน})$$

$$R = \frac{m}{qB'} \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

$$= \frac{1}{B'} \sqrt{\frac{2mV}{q}}$$

$$R \propto \sqrt{\frac{m}{q}} \quad (\text{ผ่าน 2 ส่วน})$$



BE : พลังงานยึดเหนี่ยว

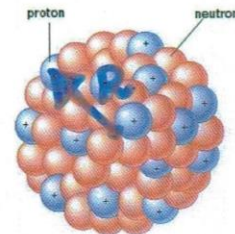
4) Binding Energy

4.1 รัศมีนิวเคลียส

เลขมวล (u)

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

r_0 : Fermi's radius

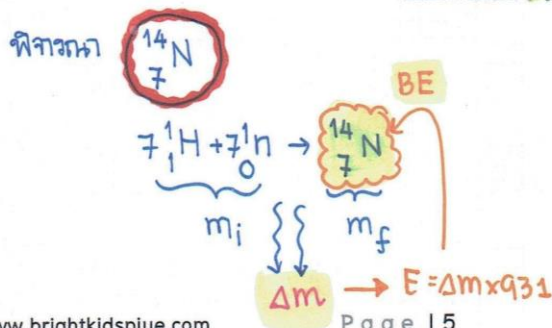
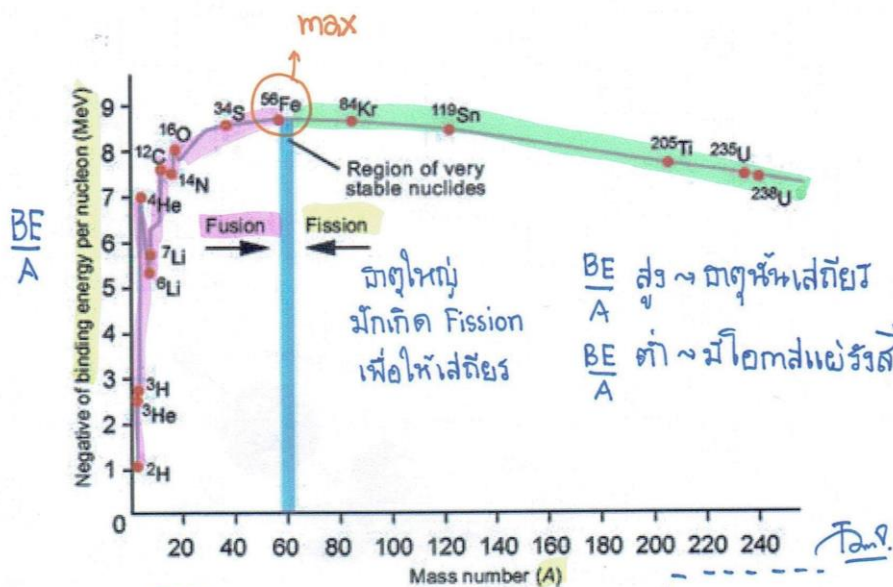


4.2 พลังงานยึดเหนี่ยวในนิวเคลียส

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

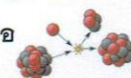
* $1 \text{ MeV} = 1 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

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



Big $m \rightarrow E$ $E = mc^2$
J kg 3×10^8

Small m หน่วย u $E = \Delta m \times 931$
MeV u



5) Nuclear Reaction and Energy

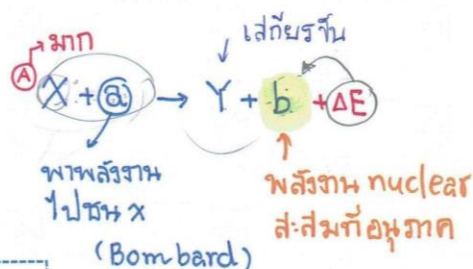
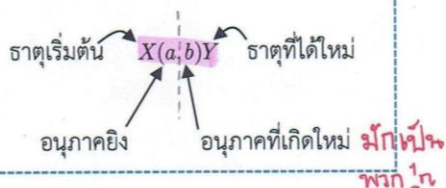
ปฏิกิริยานิวเคลียร์

Fission

Fusion

บวมอง หลอม H เป็น He

5.1 สมการการสลายตัว



5.2 การหาพลังงานจาก Rx^n นิวเคลียร์

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

$(m_i - m_f) = (m_x + m_a) - (m_y + m_b)$

$\oplus$: คาย
 $\ominus$: ดูด

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

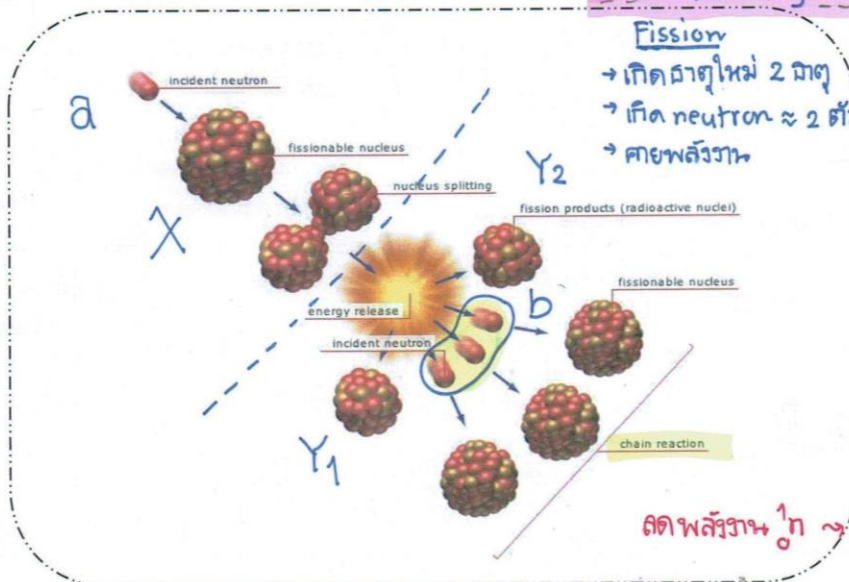
$\sum BE_i - \sum BE_f$ ดูดเข้าไปให้สมดุล

ข้อ ๑

(1) $m_i > m_f$ คาย
 $E_{ka} < E_{kb}$
 $BE_x < BE_y$

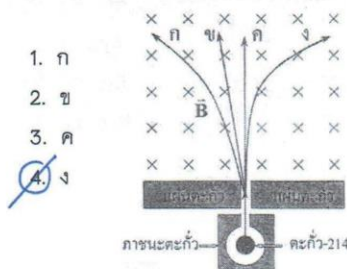
(2) $m_i < m_f$ ดูด
 $E_{ka} > E_{kb}$
 $BE_x > BE_y$

เกิดเองไม่ได้



โจทย์ตัวอย่างฟิสิกส์นิวเคลียร์

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



$${}^0_{-1}X = {}^0_{-1}e$$

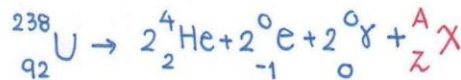
2. อนุภาค X ในปฏิกิริยานิวเคลียร์ $n + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + X$ คืออะไร (PAT 2 Oct' 54)

1. ${}^3_1\text{H}$
2. 0_1e 3 อนุภาค
3. ${}^1_1\text{H}$ 3 อนุภาค
4. n 3 อนุภาค

$${}^3_0X = 3 {}^1_0n$$

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

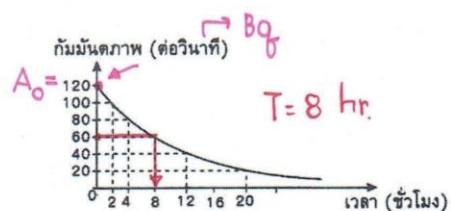
1. จำนวนโปรตอน 88 จำนวนนิวตรอน 140
2. จำนวนโปรตอน 90 จำนวนนิวตรอน 140
3. จำนวนโปรตอน 88 จำนวนนิวตรอน 142
4. จำนวนโปรตอน 90 จำนวนนิวตรอน 142



$$A = 230 \quad 238 = 8 + 0 + 0 + A$$

$$Z = 90$$

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



1. 1.4×10^3
2. 8.3×10^4
3. 3.5×10^6
4. 5.0×10^6

$$A_0 = \lambda N_0$$

$$120 = \left(\frac{0.693}{8 \times 3600} \right) N_0$$

$$\therefore N_0 = 5 \times 10^6 \text{ nucleus \#}$$



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

1. 7.5 นาที
2. 15 นาที
3. 30 นาที
4. 64 นาที

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

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

$$n = 4$$

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

$$T = \frac{1}{2} \text{ hr} \quad \#$$

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

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

$$= \frac{100}{2^5} = 3.125 \%$$

$$\therefore \Delta N = 100 - 3 = 97 \%$$

$$\frac{t}{T} = 5$$

$$100 \xrightarrow{15} 50 \xrightarrow{15} 25 \xrightarrow{15} 12.5 \xrightarrow{15} 6.25 \xrightarrow{15} 3.125$$

$$N_0 \quad \quad \quad N$$

$$\Delta N = 97 \%$$

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

$$m = m_0 e^{-\lambda t}$$

$$m' = m e^{-\frac{0.693}{9} \times 12}$$

$$= m e^{-0.924}$$

$$= m e^{[-0.693 - 0.231]}$$

$$= m e^{-\ln 2} \cdot e^{-0.231}$$

$$= \frac{m}{2} e^{-0.231} \quad \#$$

$$\boxed{e^{\ln x} = x}$$



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. $(4\log_2 10)T$

A	B
$100N_0$	N_0
T	2T

$$N_A = N_B$$

$$\left(\frac{N_0}{2^n}\right)_A = \left(\frac{N_0}{2^n}\right)_B$$

$$\frac{100N_0}{2^{t/T}} = \frac{N_0}{2^{t/2T}}$$

$$100 = 2^{t/T - t/2T}$$

$$100 = 2^{t/2T}$$

$$\log_2 10^2 = \frac{t}{2T} \log_2 2^1$$

$$t = (4\log_2 10)T$$

#

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

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

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

$$A = \frac{A_0}{2^n}$$

$$10^{11} = \frac{6.4 \times 10^{12}}{2^n}$$

$$2^n = 64 = 2^6$$

$$\frac{12}{T} = 6$$

$$T = 2 \text{ hr}$$

#



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)

$$\begin{aligned} & \text{1. } \frac{A_0 - B_0}{a - b} \\ & \text{2. } \frac{A_0 - B_0}{b - a} \\ & \text{3. } \frac{\ln A_0 - \ln B_0}{a - b} \\ & \text{4. } \frac{\ln A_0 - \ln B_0}{b - a} \end{aligned}$$

$\text{A} \quad \text{B}$
 $A_0 \quad B_0$
 $\lambda_A = a \quad \lambda_B = b$

$$A_A = A_B$$

$$(A_0 e^{-\lambda_A t}) = (B_0 e^{-\lambda_B t})$$

$$A_0 e^{-at} = B_0 e^{-bt}$$

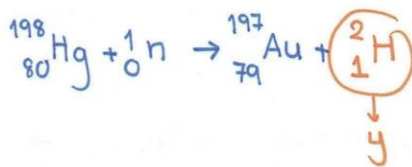
$$\frac{A_0}{B_0} = e^{-bt+at}$$

$$\ln\left(\frac{A_0}{B_0}\right) = (-bt+at) \ln e$$

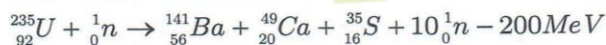
$$\therefore t = \frac{\ln A_0 - \ln B_0}{a - b} \quad \#$$

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

- ~~1. ดิวเทรียม~~
 2. อนุภาคแอลฟา
 3. โปรตอน
 4. ทริทอน



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



จากสมการข้างต้น มีข้อผิดพลาดอยู่ที่ประการ

1. 2 ประการ
 2. 3 ประการ
~~3. 4 ประการ~~
 4. 5 ประการ

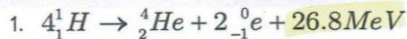
- (1) เกิด 2 วัตถุใหม่
 (2) เกิด ${}^1_0\text{n} \sim 2$ ตัว
 (3) ค่ายพลังงาน
 (4) $\sum A_i = \sum A_f$

14. ข้อใดเป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน (PSU-Quota' 56)

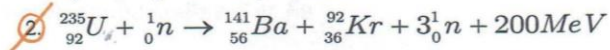
1. $^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$
 2. $^{238}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ^{239}_{92}\text{U} + \gamma$
~~3. $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ^{139}_{57}\text{La} + ^{95}_{42}\text{Mo} + 2({}^1_0\text{n}) + 7({}^0_{-1}\text{e})$~~
 4. $^{232}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{208}_{82}\text{Pb} + 6({}^4_2\text{He}) + 4({}^0_{-1}\text{e})$



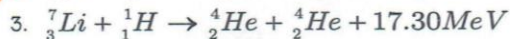
15. ปฏิกิริยาต่อไปนี้ ข้อใดให้พลังงานต่อมวลน้อยที่สุด $\frac{\Delta E}{A}$



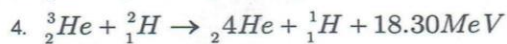
1) $\frac{26.8}{4} = 6.7$



2) $\frac{200}{236} \rightarrow \min$



3) $\frac{17.3}{8}$



4) $\frac{18.3}{5}$

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

1. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนลดลง

$\frac{BE}{A}$

2. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนไม่เปลี่ยนแปลง

3. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเพิ่มขึ้น

เสถียรมากขึ้น

4. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเปลี่ยนแปลง แต่อาจลดลงหรือเพิ่มขึ้นก็ได้

17. ในปฏิกิริยา ${}_3^7Li (p, \alpha) {}_2^4He$ ถ้ามวลของ ${}_3^7Li$, ${}_2^4He$ 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

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

$= [(m_{Li} + m_p) - 2m_{\alpha}] \times 931$

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

$\Delta E = +17.4 \text{ MeV}$
#

CLEAR ZONE NUCLEAR

1. จำนวนนิวตรอนในนิวเคลียส $^{27}_{13}\text{Al}$ คือ

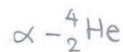
1. 13

~~2. 14~~

3. 27

4. 40

2. อนุภาคแอลฟาประกอบด้วย



↙ หนัก nucleus

1. 2 โปรตอน

2. 2 โปรตอนกับ 2 อิเล็กตรอน

~~3. 2 โปรตอนกับ 2 นิวตรอน~~

4. 4 โปรตอน

3. รังสีแอลฟามีอำนาจในการทะลุผ่านน้อยกว่ารังสีชนิดอื่นที่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสีเนื่องจาก

1. รังสีแอลฟามีพลังงานน้อยกว่ารังสีชนิดอื่น

~~2. รังสีแอลฟามีคุณสมบัติในการทำให้สารที่รังสีผ่าน แตกตัวเป็นไอออนได้ดีกว่า~~

3. รังสีแอลฟาไม่มีประจุไฟฟ้า

4. ถูกทั้งข้อ 1 และ 2

4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้สำหรับรังสีแอลฟา เบตา และแกมมา

ก. มีความสามารถในการทำให้ก๊าซแตกตัวเป็นไอออนได้ดีกว่า X

ข. ต้องใช้วัสดุที่มีความหนาในการกั้นรังสี X

ค. เมื่อเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก แนวการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง ✓

ง. อัตราส่วนระหว่างประจุต่อมวลมีค่ามากที่สุด ✓ $\left(\frac{q}{m}\right)_\beta > \left(\frac{q}{m}\right)_\alpha$

ข้อความใดเป็นสมบัติของรังสีเบตา

1. ก. และ ข.

2. ก. และ ค.

3. ข. และ ง.

~~4. ค. และ ง.~~

5. รังสีแคโทดต่างกับรังสีเบตา คือ

↳ ว่าง Volt

1. รังสีแคโทดมีค่า e/m คงที่

2. รังสีแคโทดควบคุมด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าพร้อมกันได้

3. รังสีเบตามีความเร็วไม่คงที่

~~4. รังสีเบตาเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ~~

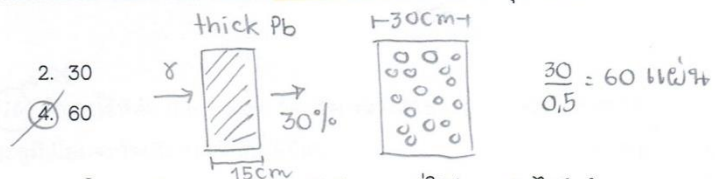
6. จากการทดลองหาความหนาแน่นภาพรังสีของสาร A โดยวิธีของเบคเคอเรล ปรากฏว่าไม่มีรอยดำบนฟิล์มเมื่อนำฟิล์มนั้นไปล้าง แสดงว่าสาร A เป็นสารอย่างไร



1. เสถียร
2. เสถียร และแผ่รังสีแอลฟา
3. ไม่เสถียร หรือแผ่รังสีเบตา
4. แผ่รังสีแอลฟาและรังสีเบตา

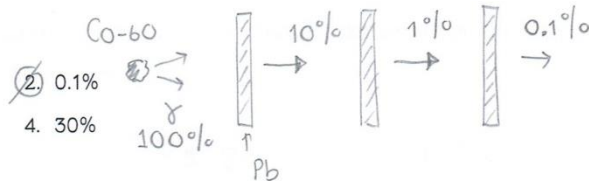
7. แผ่นตะกั่วหนา 15 เซนติเมตร เมื่อนำไปกั้นรังสีแกมมา จะสามารถลดปริมาณรังสีลงได้ 70% ถ้านำตะกั่วแบบเนื้อพรุน ซึ่งมีความหนาแน่นเพียงครึ่งเดียวของแบบเนื้อแน่น และมีความหนาแน่นละ 0.5 เซนติเมตร มาหลายๆ แผ่น เพื่อกั้นรังสีแกมมาดังกล่าวให้ลดปริมาณลง 70% เช่นกัน จะต้องใช้แผ่นตะกั่วเนื้อพรุนกี่แผ่น

1. 15
2. 30
3. 45
4. 60



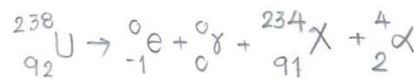
8. คนใช้คนหนึ่งต้องการได้รับรังสีแกมมามาจากโคบอลต์-60 แต่ปริมาณรังสีแกมมาที่ใช้มีมากเกินไปจึงนำแผ่นตะกั่วมากั้น จะต้องใช้แผ่นตะกั่ว 3 แผ่นมากั้น จึงจะได้ปริมาณรังสีแกมมาที่พอดี ถ้าตะกั่ว 1 แผ่น สามารถกั้นรังสีแกมมาไม่ให้ผ่านมาได้ 90% อยากทราบว่าปริมาณรังสีแกมมาที่ออกมาได้พอดีจะคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเดิม

1. 0.01%
2. 0.1%
3. 3%
4. 30%



9. ยูเรเนียม-238 ($^{238}_{92}\text{U}$) สลายตัวให้อนุภาคแอลฟา ซึ่งนิวเคลียสที่เกิดขึ้นสลายตัวต่อไปให้อนุภาคเบตาและแกมมา เลขอะตอมและเลขมวลของนิวเคลียสที่เกิดขึ้นครั้งสุดท้ายหลังสุด คือ

1. 91, 234
2. 90, 234
3. 91, 233
4. 90, 233



Note X เหมือนกัน ธาตุเดียวกัน

10. ยูเรเนียม $^{238}_{92}\text{U}$ สลายตัวให้ 8 อนุภาคแอลฟา และ 6 อิเล็กตรอน และไอโซโทปของธาตุใหม่ ธาตุใหม่ที่ได้มีเลขมวลและเลขอะตอมเป็นอย่างไร

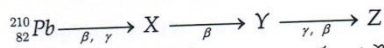
1. 82, 206
2. 91, 234
3. 206, 82
4. 234, 91



11. ธาตุ A สลายเป็นธาตุ B โดยปล่อยรังสีเบตาออกมา ธาตุทั้งสองจะมีจำนวนใดเท่ากัน

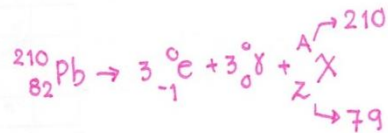
1. นิวตรอน
2. โปรตอน
3. ผลรวมของนิวตรอนและโปรตอน
4. ผลต่างของนิวตรอนและโปรตอน

12. นิวเคลียส $^{210}_{82}\text{Pb}$ สลายตัวสู่ไอโซโทปเสถียรตามลำดับ ดังนี้



จำนวนนิวตรอนในไอโซโทปเสถียร Z เป็นเท่าไร

$$(n) = 131 \quad \#$$



13. จากปฏิกิริยา $^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow ^{218}_{84}\text{Po} + ^4_2\text{He}$ ถ้าเราใช้ฟิล์ม (film badge) วัดปริมาณรังสีของ $^{222}_{86}\text{Rn}$ จะได้ 5 หน่วย ถ้าหากใช้หลอดไกเกอร์ชนิดหุ้มด้วยอะลูมิเนียมจะวัดปริมาณรังสีนี้ได้กี่หน่วย

1. 10

2. 5

3. 1

4. 0 α ไม่เข้า Al

14. ถ้าผลบวกของเลขมวลและเลขอะตอมของธาตุกัมมันตรังสี X มีค่าเท่ากับ 3.5 เท่าของเลขอะตอมของมัน และเมื่อธาตุนี้อ่อนตัวกลายเป็นธาตุ Y และอนุภาคแอลฟา ปรากฏว่าผลต่างของเลขมวลและเลขอะตอมของธาตุ Y มีค่าเท่ากับ 127 จงหาว่าธาตุ X คือธาตุอะไร

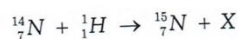
1. $^{210}_{84}\text{Po}$

2. $^{215}_{86}\text{Rn}$

3. $^{220}_{88}\text{Ra}$

4. $^{225}_{90}\text{Th}$

15. จากปฏิกิริยานิวเคลียร์



X คืออนุภาคใด

1. นิวตรอน

2. อิเล็กตรอน

3. โปรตอน

4. โพซิตรอน = ^0_1e

16. ในการสลายตัวต่อ ๆ กันของธาตุกัมมันตรังสี โดยเริ่มจาก $^{238}_{92}\text{U}$ เมื่อสลายให้อนุภาคทั้งหมดเป็น 2α , 2β และ 2γ จะทำให้ได้นิวเคลียสใหม่ มีจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนเท่าใด

1. จำนวนโปรตอน 88 จำนวนนิวตรอน 140

2. จำนวนโปรตอน 90 จำนวนนิวตรอน 140

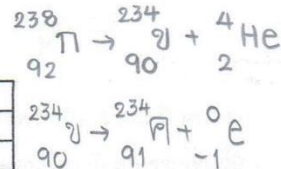
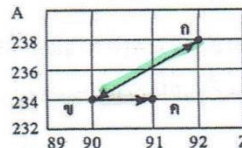
3. จำนวนโปรตอน 88 จำนวนนิวตรอน 142

4. จำนวนโปรตอน 90 จำนวนนิวตรอน 142



17. จากรูปเป็นแผนภาพแสดงบางส่วนของอนุกรมการสลายของนิวเคลียสธาตุหนัก ในที่นี้นิวเคลียส ก. สลายเป็นนิวเคลียส ข. และนิวเคลียส ข. สลายเป็นนิวเคลียส ค. ในระหว่างการสลายตัวจากนิวเคลียส ก. → ข. → ค. จะปล่อยอนุภาคเรียงลำดับได้ดังนี้

1. อนุภาคแอลฟา และอนุภาคเบตาบวก
2. อนุภาคเบตาลบ และอนุภาคแอลฟา
3. อนุภาคเบตาบวก และอนุภาคแอลฟา
4. อนุภาคแอลฟา และอนุภาคเบตาลบ



18. อิเล็กตรอนตัวหนึ่งจะต้องเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าใดในหน่วยเมตร/วินาที จึงจะมีโมเมนตัม เป็นหนึ่งในสิบของโมเมนตัมของโฟตอนของแสงความถี่ 4.5×10^{14} เฮิรตซ์ (ให้ใช้มวลของอิเล็กตรอน = 9.0×10^{-31} กิโลกรัม)

$$\begin{aligned} p_{\text{per}} &= \frac{1}{10} p_{\text{wave}} \\ m_e v &= \frac{1}{10} \frac{h}{\lambda} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (9 \times 10^{-31}) v &= \frac{1}{10} \left[\frac{h f}{c} \right] \\ (9 \times 10^{-31}) v &= \frac{1}{10} \frac{(6.6 \times 10^{-34}) (4.5 \times 10^{14})}{3 \times 10^8} \\ v &= 110 \text{ m/s} \\ \lambda &=? \end{aligned}$$

$$v = f \lambda$$

★ กัมมันตภาพรังสี

19. ถ้ามี ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ จำนวน N นิวเคลียส มีกัมมันตภาพ A มิลลิวูรี ค่าคงตัวการสลายต่อวินาทีคือข้อใด

1. $3.7 \times 10^7 \frac{A}{N}$
2. $3.7 \times 10^7 \frac{N}{A}$

3. $3.7 \times 10^7 \frac{N}{A}$
4. $3.7 \times 10^7 A$

$$\begin{aligned} A &= \lambda N \\ (A \times 10^{-3} \times 3.7 \times 10^{10}) &= \lambda N \\ \lambda &= (3.7 \times 10^7) \frac{A}{N} \end{aligned}$$

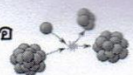
20. ค่าคงที่ของการสลายตัว (Decay constant) ของ ${}^{232}_{90}\text{Th}$ เท่ากับ 1.6×10^{-18} วินาที⁻¹ ถ้ามี ${}^{232}_{90}\text{Th}$ อยู่ 1 กิโลกรัม จงหาอัตราการสลายตัวเป็นอะตอมต่อวินาทีของ ${}^{232}_{90}\text{Th}$ กำหนด ค่าคงที่อาโวกาโดร $N_A = 6 \times 10^{23}$ โมล⁻¹

1. 4.1×10^3
2. 9.6×10^5
3. 4.1×10^6
4. 9.6×10^8

$$\begin{aligned} A &= \lambda N = \lambda \frac{m N_A}{A} \\ &= \frac{(1.6 \times 10^{-18}) (10^3) (6 \times 10^{23})}{232} \\ &= 4.14 \times 10^6 \text{ Bq} \end{aligned}$$

21. ค่าคงที่ของการสลายตัวของธาตุทอเรียม-232 เท่ากับ 1.6×10^{-18} ต่อวินาที ธาตุนี้จำนวน 464 กรัม จะสลายตัวกี่ล้านอะตอมต่อวินาที

$$\begin{aligned} A &= \lambda N = (1.6 \times 10^{-18}) \frac{464 \times 6.02 \times 10^{23}}{232} \\ &= 1.93 \times 10^6 \text{ atom/s} = 1.93 \text{ ล้านอะตอม/ส} \end{aligned}$$



22. ธาตุ A มีค่าคงตัวการสลาย λ จะมีค่าครึ่งชีวิตดังข้อใด

1. $-\frac{\lambda}{2}$

2. $e^{\frac{\lambda}{2}}$

3. $\lambda \ln 2$

4. $\frac{\ln 2}{\lambda}$

23. ในการหาอายุของวัตถุโบราณชิ้นหนึ่ง โดยการวัดปริมาณของคาร์บอน-14 ซึ่งมีครึ่งชีวิต 5,570 ปี พบว่า ปริมาณของคาร์บอน-14 ที่เหลืออยู่ในปัจจุบันเท่ากับ $\frac{1}{8}$ เท่าของปริมาณที่มีอยู่ในตอนแรก วัตถุโบราณชิ้นนี้มีอายุเท่าไร

1. 11,140 ปี

2. 16,710 ปี

3. 22,280 ปี

4. 44,560 ปี

$$N_0 \rightarrow \frac{N_0}{2} \rightarrow \frac{N_0}{4} \rightarrow \frac{N_0}{8}$$

$$t = 3T = 16710 \text{ ปี}$$

24. ปล่อยให้ธาตุกัมมันตรังสี A จำนวน 1 หน่วย สลายตัวอยู่เป็นเวลานาน 2 เท่าของเวลาครึ่งชีวิตไปเป็นธาตุ B ซึ่งเสถียร อยากทราบว่าจะมีธาตุ B เกิดขึ้นมาเป็นจำนวนเท่าไรจากการสลายของ A ในช่วงเวลานั้น

$$1 \xrightarrow{T} 0.5 \xrightarrow{T} 0.25 \text{ เหลือ}$$

$$N_B \text{ (เกิดขึ้น)} = 1 - 0.25 = 0.75 \text{ หน่วย}$$

25. สารกัมมันตรังสีจำนวนหนึ่งเมื่อทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ปรากฏว่าสลายตัวไปจำนวน $\frac{15}{16}$ เท่าของจำนวนเดิม จงหา เวลาครึ่งชีวิตของสารนี้

1. 7.5 นาที

2. 15 นาที

3. 30 นาที

4. 64 นาที

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad | \quad n = 4$$

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

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

$$T = \frac{1}{2} \text{ hr}$$

26. ไอโอดีน-131 มีค่าคงตัวของการสลายเท่ากับ 0.087 ต่อวัน ถ้ามีไอโอดีน-131 อยู่ 10 กรัมตอนเริ่มต้น เมื่อเวลาผ่านไป 24 วัน จะมีไอโอดีน-131 เหลืออยู่เท่าไร (กำหนดให้ $\ln 2 = 0.693$)

1. 0.63 กรัม

2. 1.25 กรัม

3. 2.50 กรัม

4. 5.00 กรัม

$$T = \frac{0.693}{0.087}$$

$$= 7.97 \approx 8$$

$$m = \frac{m_0}{2^n} = \frac{10}{2^{24/8}}$$

$$= \frac{10}{8} = 1.25 \text{ g}$$

27. ธาตุไอโอดีน-126 มีครึ่งชีวิต 12 วัน นาย ข. ได้รับธาตุไอโอดีน-126 เข้าไปในร่างกาย 16 กรัม เป็นเวลานาน 36 วัน ไอโอดีน-126 ในร่างกายของนาย ข. จึงจะลดลงเหลือ 2 กรัม

1. 12 วัน

2. 24 วัน

3. 36 วัน

4. 48 วัน

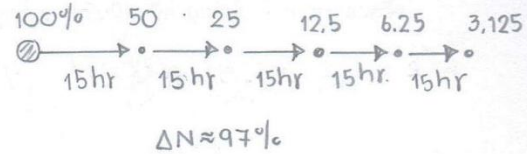
$$16 \rightarrow 8 \rightarrow 4 \rightarrow 2$$

$$t = 3T = 3(12) = 36$$



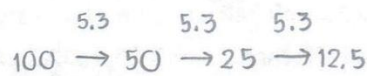
28. ไอโซโทปของโซเดียม ($^{24}_{11}\text{Na}$) มีครึ่งชีวิต 15 ชั่วโมง จงหาว่าเวลาผ่านไป 75 ชั่วโมง นิวเคลียสของไอโซโทปนี้ จะสลายไปแล้วประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ของจำนวนที่ตั้งต้น ถ้าตอนที่เริ่มแรกนิวเคลียสของไอโซโทปนี้มีค่า 5 คูรี

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



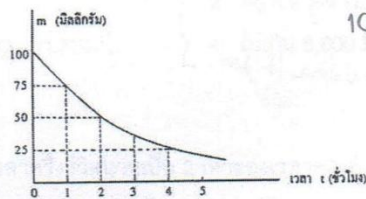
29. สารกัมมันตรังสีโคบอลต์-60 สลายตัวให้รังสีเบตาและรังสีแกมมา โดยมีครึ่งชีวิต 5.30 ปี จงหาเปอร์เซ็นต์ของสารกัมมันตรังสีที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไป 15.9 ปี

1. 6.25%
2. 12.5%
3. 18.75%
4. 25%



30. ในการทดลองวัดปริมาณรังสีจากธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่ง เมื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลของธาตุกัมมันตรังสีที่เวลาผ่านไป t ใด ๆ กับเวลาที่ผ่านไป t จะได้ผลดังรูป แสดงว่าที่เวลาผ่านไป 8 ชั่วโมง นับจากตอนต้นธาตุกัมมันตรังสีนี้จะเหลืออยู่กี่มิลลิกรัม

1. 6.25 mg
2. 3.13 mg
3. 1.56 mg
4. 0.78 mg



31. ในการทดลองศึกษาสมบัติของสารกัมมันตรังสี โดยตรวจนับกัมมันตภาพ ได้ผลการทดลองดังข้อมูลในตาราง จงประมาณหากัมมันตภาพที่นับได้ตอนที่ เมื่อทำการนับที่เวลาหลังจากเริ่มต้น 45 ชั่วโมง

เวลานับจากเริ่มต้น (ชั่วโมง)	0	5	10	15	20	25
กัมมันตภาพที่นับได้ (ต่อวินาที)	10050	7080	4980	3535	2510	1765

1. 1250
3. 625

2. 880
4. 440

$$N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{10050}{2^{\frac{45}{10}}} \approx 440$$



37. ถ้าธาตุ X มีจำนวนอะตอมเป็น 2 เท่าของธาตุ Y แต่มีกัมมันตภาพเป็น 3 เท่าของธาตุ Y ครึ่งชีวิตของธาตุ X จะเป็นกี่เท่าของธาตุ Y

1. $\frac{1}{6}$ เท่า
3. $\frac{3}{2}$ เท่า

2. $\frac{2}{3}$ เท่า
4. 6 เท่า

$\begin{matrix} \textcircled{X} & \textcircled{Y} \\ 2N & N \end{matrix}$

$$\begin{aligned} A_X &= 3A_Y \\ (\lambda N)_X &= 3(\lambda N)_Y \\ \frac{2N}{T_X} &= 3 \frac{N}{T_Y} \end{aligned} \quad \left| \quad \frac{T_X}{T_Y} = \frac{2}{3} \# \right.$$

38. สารกัมมันตรังสี A, B และ C สลายให้รังสีแกมมาด้วยค่าคงตัวการสลายเป็น λ , $\frac{\lambda}{2}$ และ 2λ ตามลำดับ จากกราฟการสลายตัว ดังรูป สรุปได้ว่า

ก. กราฟ 1, 2 และ 3 เป็นกราฟแสดงการสลาย

ตัวของสาร A, B และ C ตามลำดับ X

ข. ครึ่งชีวิตของ C น้อยกว่า B และน้อยกว่า A ✓

ค. ครึ่งชีวิตของ A มากกว่า B แต่น้อยกว่า C X

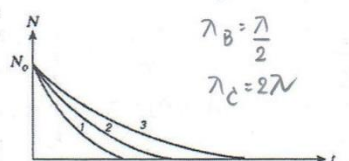
ง. ปริมาณของสารที่เหลือของ A จะมากกว่า C แต่น้อยกว่า B เมื่อเวลาผ่านไปเท่ากัน ✓

ข้อความที่ถูกต้อง คือ

1. ก. และ ค.

3. ค. เท่านั้น

2. ข. และ ง.
4. ง. เท่านั้น



$$\lambda_A = \lambda$$

$$\lambda_B = \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda_C = 2\lambda$$

$$\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$$

$$T_C < T_A < T_B$$

$$N_C < N_A < N_B$$

$$\lambda \propto \frac{1}{T} \propto \frac{1}{N}$$

39. ลูกเต๋า 16 หน้า แต้มสีไว้ที่หน้าหนึ่งจำนวน 100 ลูก ทอดและคัดลูกที่หงายหน้าแต้มสีออกทอดก็ครั้งจึงจะเหลือลูกเต๋า 50 ลูก $\lambda = \frac{1}{16}$

1. 8 ครั้ง

3. 10 ครั้ง

2. 9 ครั้ง

4. 11 ครั้ง

$$t = T = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693 \times 16}{1} \approx 11 \text{ ครั้ง}$$

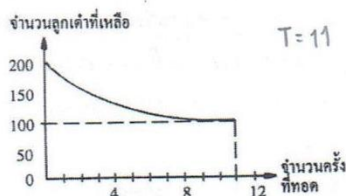
40. ในการทดลองอุปมาอุปมัยการทอดลูกเต๋ากับการสลายตัวของนิวเคลียสกัมมันตรังสี นักเรียนคนหนึ่งใช้ลูกเต๋าลายหน้าชนิดเดียวกัน จำนวน 200 ลูก ซึ่งมีหน้าแต้มสีไว้หน้าหนึ่ง นำมาทดลองโดยการทอดแล้วคัดลูกที่หงายหน้า ซึ่งแต้มสีออกได้ผลออกมาดังกราฟ อยากทราบว่าลูกเต๋าคู่นี้เป็นชนิดลูกเต๋ากี่หน้า

1. 12 หน้า

2. 16 หน้า

3. 18 หน้า

4. 24 หน้า

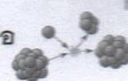


$$T = 11$$

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

$$T = \frac{0.693}{\left(\frac{1}{N}\right)}$$

$$N = \frac{11}{0.693} \approx 15.87 \approx 16 \text{ หน้า} \#$$



41. ในการทอดลูกเต๋า 6 หน้า ที่มีการแต้มสี 1 หน้า เหมือนกันทุกลูก จำนวน 180 ลูก ถ้าทอดแล้วทำการคัดลูกเต๋ามีหน้าแต้มสีหงายขึ้นออกไป ถ้าทำการทอด 2 ครั้ง โดยเฉลี่ยจะคัดลูกเต๋าดูออกกี่ลูก

1. 60 ลูก
3. 30 ลูก

2. 55 ลูก
4. 25 ลูก

$$\lambda = \frac{1}{6}$$

$$T = 0.693(6)$$

$$T \approx 4$$

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} = \frac{180}{2^{\frac{2}{4}}} = \frac{180}{2^{\frac{1}{2}}} = \frac{180}{\sqrt{2}} \approx 127$$

$$\Delta N \approx 55 \text{ ลูก}$$

42. ในการทดลองทอดลูกเต๋าเพื่อเปรียบเทียบกับทฤษฎีการสลายตัวของนิวเคลียสกัมมันตรังสี นักเรียนคนหนึ่งใช้ลูกเต๋า 6 หน้า จำนวน 600 ลูก โดยแต้มสีไว้หนึ่งหน้าทุกลูก และหยิบลูกที่ขึ้นหน้าสีออกทุกครั้งทีทอด จงประมาณว่าหลังจากการทอดครั้งที่ 3 เมื่อหยิบลูกที่ขึ้นหน้าสีออกแล้ว น่าจะเหลือลูกเต๋ากี่ลูก

1. 250 ลูก
3. 350 ลูก

2. 300 ลูก
4. 400 ลูก

$$\lambda = \frac{1}{6}$$

$$T = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{1/6} = 0.693(6)$$

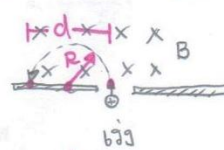
$$T \approx 4$$

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} = \frac{600}{2^{\frac{3}{4}}} = \frac{600}{2^{\frac{3}{4}}} \approx 356 \text{ ลูก}$$

★ แมสสเปกโตรมิเตอร์

43. คาร์บอนอะตอมมวล 12 u เคลื่อนที่ผ่านความต่างศักย์ 2×10^3 โวลต์ ในเครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์เข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กขนาด 0.3 เทสลา ถ้าประจุของคาร์บอนอะตอมเท่ากับ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ จงหารระยะระหว่างจุดที่คาร์บอนอะตอมเข้าสู่สนามแม่เหล็กกับจุดที่ตกกระทบบนแผ่นฟิล์ม ($1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$)

1. 0.74 เซนติเมตร
2. 1.48 เซนติเมตร
3. 7.4 เซนติเมตร
4. 14.8 เซนติเมตร



$d = 2R$

$= 2(7.3) = 14.6 \text{ cm}$

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

$$R = \frac{mv}{qB}$$

$$R = \frac{m}{qB} \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \frac{1}{qB} \sqrt{\frac{2mV}{q}}$$

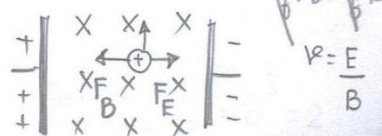
$$= \frac{1}{0.3} \sqrt{\frac{2(12 \times 1.66 \times 10^{-27}) (2 \times 10^3)}{1.6 \times 10^{-19}}}$$

$$= \frac{1}{0.3} \sqrt{48 \times 10^{-5} \times \frac{10^{-2}}{1.6}} = \frac{1}{0.3} \sqrt{3 \times 10^{-2}} = \frac{1}{0.3} \times 0.173 = 0.577 \text{ m} = 57.7 \text{ cm}$$

44. อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าหลายอนุภาควิ่งผ่านบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก โดยทิศที่วิ่งตั้งฉากกับสนามทั้งสองอนุภาคที่วิ่งไปโดยไม่เบนออกจากแนวเดิมจะมีปริมาณใดเท่ากัน

1. ประจุ
3. มวล

2. ความเร็ว
4. อัตราส่วนประจุต่อมวล



$$qVB = qE$$

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

45. ในเครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ มีอนุภาคที่ผ่านส่วนคัดเลือกความเร็วเข้าสู่ส่วนวิเคราะห์ 5 ชนิด คือ โปรตอน ดิวเทอรอน ทริทอน ฮีเลียม-3 และแอลฟา ในส่วนวิเคราะห์ซึ่งมีสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่ของอนุภาค ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ตามแนวโค้งรูปวงกลม แนวการเคลื่อนที่ของอนุภาคโดยอยู่ใกล้กับแนวการเคลื่อนที่ของโปรตอนที่สุด

1. ดิวเทอรอน

2. ทริทอน

3. ฮีเลียม-3

4. แอลฟา

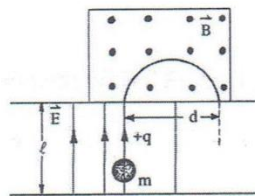
46. อนุภาค 3 ตัว ได้แก่ โปรตอน (${}^1_1\text{H}$), ดิวเทรียม (${}^2_1\text{H}$) และอนุภาคแอลฟา (${}^4_2\text{He}$) ถูกเร่งด้วยความต่างศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน วิ่งเข้าในบริเวณสนามแม่เหล็กขนาดสม่ำเสมอ โดยมีทิศทางการวิ่งตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก จงเปรียบเทียบรัศมีของวงโคจรของอนุภาคทั้งสามนี้

1. $R_{\text{ดิวเทรียม}} = R_{\text{อนุภาคแอลฟา}} > R_{\text{โปรตอน}}$
 2. $R_{\text{โปรตอน}} = R_{\text{ดิวเทรียม}} < R_{\text{อนุภาคแอลฟา}}$
 3. $R_{\text{โปรตอน}} < R_{\text{ดิวเทรียม}} < R_{\text{อนุภาคแอลฟา}}$
 4. $R_{\text{อนุภาคแอลฟา}} = R_{\text{โปรตอน}} > R_{\text{ดิวเทรียม}}$

$$R \propto \sqrt{\frac{m}{q}} \begin{cases} {}^1_1\text{H} : \sqrt{\frac{1}{1}} = \sqrt{1} \\ {}^2_1\text{H} : \sqrt{\frac{2}{1}} = \sqrt{2} \\ {}^4_2\text{He} : \sqrt{\frac{4}{2}} = \sqrt{2} \end{cases}$$

47. อนุภาคมวล m มีประจุ $+q$ ถูกเร่งให้เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งในแนวราบด้วยสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ E เป็นระยะทาง ℓ แล้วผ่านเข้าสู่บริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ B ซึ่งมีทิศตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาค ปรากฏว่าอนุภาคจะโคจรที่ระยะห่างจากจุดที่เข้าไปในสนามแม่เหล็กเป็นระยะ d ดังรูป จงหาค่ามวลของอนุภาคนี้ โดยไม่ต้องคิดแรงโน้มถ่วงของโลก

1. $\frac{1}{2} \frac{qB^2 d^2}{E\ell}$
 2. $\frac{1}{8} \frac{qB^2 \ell}{E\ell^2}$
 3. $\frac{1}{8} \frac{qB^2 d^2}{E\ell}$
 4. $\frac{1}{8} \frac{q^2 B^2 d^2}{E\ell}$



$$\begin{aligned} qV &= \frac{1}{2}mv^2 \\ qE\ell &= \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2qE\ell}{m}} \\ R &= \frac{mv}{qB} \\ \frac{d}{2} &= \frac{m}{qB} \sqrt{\frac{2qE\ell}{m}} \quad \left| m = \frac{1}{8} \frac{qB^2 d^2}{E\ell} \right. \\ \frac{d^2}{4} &= \frac{1}{B^2} \cdot \frac{2mE\ell}{q} \end{aligned}$$

☆ เสถียรภาพของนิวเคลียส

48. ถ้ารัศมีของนิวเคลียสของธาตุไฮโดรเจนเป็น 1.4×10^{-15} เมตร รัศมีนิวเคลียสของธาตุ ${}^{27}_{11}\text{Al}$ จะเป็นกี่เมตร

1. 4.2×10^{-15} เมตร
 2. 5.6×10^{-15} เมตร
 3. 12.6×10^{-15} เมตร
 4. 27×10^{-15} เมตร

$$\begin{aligned} R &= 1.4 \times 10^{-15} (27)^{\frac{1}{3}} \\ &= 4.2 \times 10^{-15} \text{ m} \end{aligned}$$

49. ธาตุไฮโซโทปของ ${}^{224}_{88}\text{Ra}$ จะมีรัศมีเป็นกี่เท่าของธาตุไฮโซโทปของ ${}^{28}_{11}\text{Na}$

1. 2 เท่า
 2. 3 เท่า
 3. 4 เท่า
 4. 5 เท่า

$$\frac{R_{\text{Ra}}}{R_{\text{Na}}} = \frac{{}^{1/3}(224)}{{}^{1/3}(28)} = 8^{\frac{1}{3}} = 2$$

50. จงหาเลขอะตอมของนิวเคลียสของธาตุหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนนิวตรอนและนิวเคลียสนี้มีรัศมีเป็น $\frac{2}{3}$ เท่าของรัศมีของนิวเคลียส ${}^{27}_{13}\text{Al}$

$$\begin{aligned} \frac{A}{Z} X &= \frac{2Z}{Z} X \\ R_X &= \frac{2}{3} R_{\text{Al}} \\ {}^{1/3}(2Z)^{\frac{1}{3}} &= \frac{2}{3} (27)^{\frac{1}{3}} \end{aligned}$$

51. ถ้านิวเคลียสของธาตุ A มีมวล 4.0020 u และนิวเคลียสของธาตุ A นี้ประกอบขึ้นด้วยโปรตอนและนิวตรอนอย่างละ 2 ตัว (มวลของโปรตอน = 1.0073 u, มวลของนิวตรอน = 1.0087 u, มวล 1 u เทียบเท่ากับพลังงาน 930 MeV) พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของธาตุ A มีค่ากี่ MeV

$$2\text{}^1_1\text{H} + 2\text{}^1_0\text{n} \rightarrow \text{}^4_2\text{A}$$

$$\frac{BE}{A} = \frac{\Delta m \times 931}{A} = \frac{[(2m_p + 2m_n) - m_A] \times 930}{A}$$

$$= \frac{[2(1.0073) + 2(1.0087) - 4.002] \times 930}{4}$$

$$= 6.98 \text{ MeV/nucleon}$$

52. ธาตุตรีเทียมซึ่งมีเลขอะตอมเป็น 1 เลขมวลเป็น 3 และมวลอะตอมเท่ากับ 3.016049 u มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเท่ากับเท่าใดในหน่วย MeV (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

(กำหนดให้ มวลอะตอมของไฮโดรเจน = 1.007825 u มวลของนิวตรอน = 1.008665 u และ 1 u = 930 MeV)

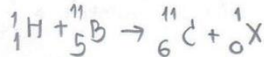
$$\text{}^1_1\text{H} + 2\text{}^1_0\text{n} \rightarrow \text{}^3_1\text{H}$$

$$\frac{BE}{A} = \frac{[1.007825 + 2(1.008665) - 3.016049] \times 930}{3}$$

$$= 2.82 \text{ MeV/nucleon}$$

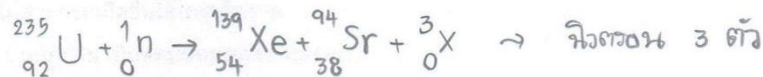
☆ ปฏิกริยานิวเคลียร์

53. อนุภาคโปรตอนวิ่งชนนิวเคลียสของ $^{11}_5\text{B}$ ทำให้เกิดนิวเคลียสตัวใหม่ คือ $^{11}_6\text{C}$ กับอนุภาคอีกตัวหนึ่ง อนุภาคตัวนั้น คือ



1. โปรตอน 2. นิวตรอน 3. อิเล็กตรอน 4. แกมมา

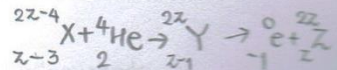
54. อะตอมหนึ่งของ $^{235}_{92}\text{U}$ ถูกยิงด้วยนิวตรอนช้า และแยกตัวออกเป็น $^{139}_{54}\text{Xe}$ 1 อะตอม และเป็น $^{94}_{38}\text{Sr}$ 1 อะตอม จงหาว่ามีอนุภาคอีกชนิดหนึ่งเกิดขึ้นจากปฏิกิริยานี้ อนุภาคนี้คืออะไร และมีกี่อนุภาค



55. อนุภาคพลังงานจลน์เท่ากันในข้อใดที่วิ่งเข้าใกล้นิวเคลียสของยูเรเนียม แล้วมีโอกาสเบี่ยงเบนไปจากแนวเดิมน้อยที่สุด

1. โปรตอน 2. แอลฟา 3. อิเล็กตรอน 4. นิวตรอน

56. ธาตุ X รวมกับอนุภาคแอลฟากลายเป็นธาตุกัมมันตรังสี Y ซึ่งสลายตัวให้รังสีเบตาแล้วตัวมันกลายเป็นธาตุ Z ถ้าเลขมวลของธาตุ Z เป็น 2 เท่าของเลขอะตอมของมันธาตุ X คือธาตุใด



1. $^{58}_{29}\text{Cu}$ 2. $^{62}_{30}\text{Zn}$ 3. $^{65}_{31}\text{Ga}$ 4. $^{68}_{32}\text{Ge}$

$$2x - 6 + 2 = 2(x - 2) + 2$$

$$x - 3 = x - 2$$

57. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ $^{198}_{80}\text{Hg}(n, \gamma)^{197}_{79}\text{Au}$ ถ้ามว่า γ คืออนุภาคอะไร

1. ดิวเทรอน
2. อนุภาคแอลฟา
3. โปรตอน
4. ทริทอน

58. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อไปนี้เป็นปฏิกิริยาใดที่เป็นธาตุชนิดเดียวกันกับธาตุก่อนปฏิกิริยา

1. $^{58}_{28}\text{Ni}(p, n)X$
2. $^{31}_{15}\text{P}(p, d)X$
3. $^{27}_{13}\text{Al}(d, \alpha)X$
4. $^{27}_{13}\text{Al}(n, \alpha)X$

59. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อไปนี้สมการใดบ้างที่ผิด

- ก. $^{14}_7\text{N}(\alpha, p) \rightarrow ^{17}_8\text{O}$ ✓
- ข. $^{239}_{92}\text{U} \rightarrow ^{239}_{93}\text{Np} + ^0_{-1}e$ ✓
- ค. $^{14}_7\text{N} + ^4_2\text{He} + 1.19 \text{ MeV} \rightarrow ^{17}_8\text{O} + ^1_1\text{H}$ ✓
- ง. $^{196}_{78}\text{Pt} + ^1_0n \rightarrow ^{196}_{78}\text{Pt} + \gamma$ ✗

คำตอบ คือ

1. ก., ข. และ ค.
2. ข. และ ง.
3. ง. เท่านั้น
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

60. ถ้าผลต่างของมวลก่อนเกิดปฏิกิริยาและหลังเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ปฏิกิริยาหนึ่งมีค่าเป็นลบแสดงว่าปฏิกิริยานั้น

1. สามารถเกิดขึ้นได้เอง
2. ไม่สามารถเกิดขึ้นได้โดยเด็ดขาด
3. เป็นปฏิกิริยาที่ปลดปล่อยพลังงานออกมา
4. อาจเกิดขึ้นได้หากได้รับพลังงานจากภายนอก

$$m_i < m_f$$

61. ถ้าพบว่าปฏิกิริยานิวเคลียร์ $X(a, b)Y$ เป็นปฏิกิริยาที่มีมวลรวมหลังปฏิกิริยามากกว่ามวลรวมก่อนปฏิกิริยา เมื่อประมวลประมาณว่านิวเคลียส X และ Y มีพลังงานจลน์น้อยมาก ข้อใดสรุปไม่ถูกต้อง

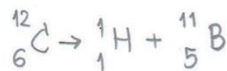
1. ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน ✓
2. อนุภาค a มีพลังงานจลน์มากกว่าอนุภาค b ✓
3. ปฏิกิริยานี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้เอง ✓
4. ถ้าอนุภาค a และ b ไม่มีพลังงานยึดเหนี่ยว นิวเคลียส Y จะมีพลังงานยึดเหนี่ยวมากกว่านิวเคลียส X

$$m_i < m_f$$

$$BE_x > BE_y$$

62. จะต้องใช้พลังงานต่ำสุดกี่ MeV เพื่อแยกโปรตอน 1 ตัว ออกจาก $^{12}_6\text{C}$

ไอโซโทป	มวลอะตอม
n	1.0087
^1_1H	1.0078
$^{11}_5\text{B}$	11.0093
$^{11}_6\text{C}$	11.0114
$^{12}_6\text{C}$	12.0000
$^{13}_7\text{N}$	13.0057



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

$$= [12 - (1.0078 + 11.0093)] \times 931$$

$$= -15.9 \text{ MeV} \quad \#$$

1. 17.9

☒ 2. 15.9

3. 7.7

4. 1.9

63. จากปฏิกิริยา $^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{141}_{58}\text{Ce} + ^{92}_{34}\text{Se} + 3^1_0\text{n} + 200 \text{ MeV}$ กำหนดมวลของ $^{235}_{92}\text{U} = 235.0439 \text{ u}$,

$^{233}_{92}\text{U} = 233.1120 \text{ u}$, $^{141}_{58}\text{Ce} = 140.9535 \text{ u}$, $^{92}_{34}\text{Se} = 91.8582 \text{ u}$, $^1_0\text{n} = 1.0087 \text{ u}$ และ 1 u เทียบเท่ากับพลังงาน 931

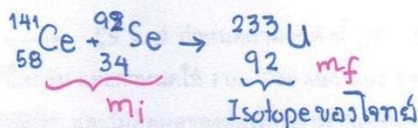
MeV ถ้ารวมนิวเคลียสของ Ce - 141 และ Se - 92 เข้าเป็นนิวเคลียสเดียวกัน จะต้องใช้พลังงานกี่ MeV

1. 200

2. 240

☒ 3. 280

4. 320



$$\Delta E = \Delta m \times 931 = [140.9535 + 91.8582 - 233.112] \times 931$$

$$\approx -280 \text{ MeV} \quad \#$$

64. พิจารณาปฏิกิริยานิวเคลียร์ $^9_4\text{Be} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{12}_6\text{C} + ^1_0\text{n}$ ถ้าอนุภาคแอลฟาเป็นพลังงานจลน์ 10 MeV นิวตรอนจะมีพลังงาน จลน์ประมาณเท่าไร

กำหนดให้ มวลอะตอมของ $^9_4\text{Be} = 9.012186 \text{ u}$

$^4_2\text{He} = 4.002604 \text{ u}$

$^{12}_6\text{C} = 12.000000 \text{ u}$

มวลของนิวตรอน = 4.002604 u
1.0087

และมวล 1 u เทียบเท่ากับพลังงาน 931 MeV

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

$$= [9.012186 + 4.002604 - 12 - 1.0087] \times 931$$

$$\Delta E = +5.7 \text{ MeV}$$

↑ คบ

$$\therefore E_{\text{on}} = 10 + 5.7 = 15.7 \text{ MeV} \quad \#$$

1. 4.3 MeV

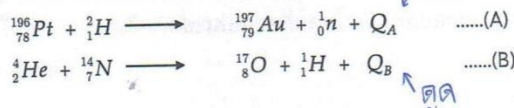
2. 5.7 MeV

3. 10.0 MeV

☒ 4. 15.7 MeV



65. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ดังสมการทั้งสองต่อไปนี้



ได้พลังงานนิวเคลียร์ $Q_A = 3.57 \text{ MeV}$ และ $Q_B = -1.19 \text{ MeV}$ ถ้าปฏิกิริยานิวเคลียร์ของสมการ (A) และ (B) ต่างก็เกิดขึ้นเป็น จำนวน 10 ครั้ง เท่ากัน สมการใดจะให้การเปลี่ยนแปลงของมวลที่เพิ่มขึ้นและเพิ่มขึ้นเป็น ปริมาณเท่าใด (กำหนดให้ $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$)

1. สมการ (A), 0.210 u
3. สมการ (B), 0.120 u

2. สมการ (A), 0.038 u
4. สมการ (B), 0.013 u

↓
คตพลังงาน

$$\begin{aligned}
 \Delta E &= \Delta m \times 931 \\
 10 \times 3.57 - 10 \times 1.19 &= \Delta m \times 931 \\
 \Delta m &= 0.013 \text{ u}
 \end{aligned}$$

66. จากปฏิกิริยา ${}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^6_3\text{Li} + \beta$ กำหนดมวลของไอโซโทปต่างๆ ดังนี้ ${}^1_1\text{H} = 1.00278 \text{ u}$, ${}^4_2\text{He} = 4.00260 \text{ u}$, ${}^6_3\text{Li} = 6.01502 \text{ u}$ จงหาพลังงานของอนุภาคเบตามีค่าเป็นกี่ MeV

1. 1.8
3. 3.2

2. 2.7
4. 4.3

$$\begin{aligned}
 \Delta E &= \Delta m \times 931 \\
 &= [6.01502 - 4.00260 - 1.00278] \times 931 \\
 &= 3.21 \text{ MeV} \quad \#
 \end{aligned}$$

67. จากปฏิกิริยา ${}^{32}_{15}\text{P} \longrightarrow {}^{32}_{16}\text{S} + \beta$ กำหนดค่ามวลดังนี้ ${}^{32}_{15}\text{P} = 31.9841 \text{ u}$, ${}^{32}_{16}\text{S} = 31.9833 \text{ u}$, $\beta = 0.00054 \text{ u} = 9 \times 10^{-31} \text{ กิโลกรัม}$ และกำหนดให้ $1 \text{ u} = 930 \text{ MeV}$ และ $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ จูล}$ ถ้าพลังงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นสะสมอยู่ในอนุภาคเบตา และไม่คิดผลของสัมพัทธภาพ (Relativistic Effect) จงหาว่าอนุภาคเบตาจะมี ความเร็วเป็นกี่เมตรวินาที

1. 2.2×10^7
2. 2.9×10^8
3. 2.3×10^6
4. 5×10^8

$$\begin{aligned}
 \Delta E &= \Delta m \times 930 \\
 &= [31.9841 - 31.9833 - 0.00054] \times 930 \\
 &= 0.744 \text{ MeV}
 \end{aligned}$$

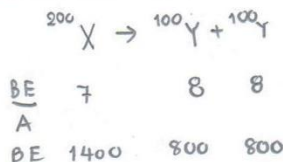
ปกติไม่คิด
นังจมาก

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{1}{2}mv^2 \\
 0.744 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} &= \frac{1}{2} (9 \times 10^{-31}) v^2 \\
 v &= 5.1 \times 10^8 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

68. นิวเคลียสกัมมันตรังสี X มีเลขมวลเท่ากับ 200 มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนประมาณ 7 MeV เกิด การแตกตัวเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน แต่ละส่วนมีเลขมวลเท่ากับ 100 และมีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน ประมาณ 8 MeV จงหาพลังงานที่ถูกปล่อยออกมาในการแตกตัวของนิวเคลียส X หนึ่งตัว

1. 200 MeV
3. 1600 MeV

2. 1400 MeV
4. 3000 MeV



$$\Delta E = -1400 - (-800 - 800) = 200 \text{ MeV} \quad \#$$



69. จงหาพลังงานที่ใช้ในการจะแยกนิวเคลียสของ $^{20}_{10}\text{Ne}$ ออกเป็นแอลฟา 2 อนุภาค และ $^{12}_6\text{C}$ 1 อนุภาค โดยกำหนดให้ค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนในนิวเคลียสของ $^{20}_{10}\text{Ne}$, ^4_2He , $^{12}_6\text{C}$ มีค่าเป็น 8.03, 7.07 และ 7.68 MeV ตามลำดับ

$$^{20}_{10}\text{Ne} \rightarrow 2\ ^4_2\text{He} + ^{12}_6\text{C}$$

1. -6.72 MeV	2. 5.94 MeV	$\frac{BE}{A}$	8.03	7.07	7.68
3. 6.72 MeV	4. 11.88 MeV	BE	160.6	28.28	92.16

ต่อ 1 นิวคลีออน

$$\Delta E = \sum BE_i - \sum BE_f$$

$$= -160.6 - [-2 \times 28.28 - 92.16]$$

$$= -11.88 \text{ MeV} \quad \#$$

70. ถ้าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของ C^{12} และ C^{13} เท่ากับ 7.7 และ 7.5 MeV ต่อนิวคลีออนตามลำดับ จงหาพลังงานอย่างน้อยในหน่วย MeV ที่ต้องใช้ในการดัดนิวตรอนตัวหนึ่งออกจาก C^{13}

$$\text{C}^{13} \rightarrow ^1_0\text{n} + \text{C}^{12}$$

$\frac{BE}{A}$	7.5	0	7.7
BE	97.5	0	92.4

BE ของ ^1_0n , ^1_1H , $^0_{-1}\text{e} = 0$

$$\Delta E = \sum BE_i - \sum BE_f$$

$$= (-97.5) - (-92.4)$$

$$= -5.1 \text{ MeV} \quad (\text{ดูดเพื่อใช้ในทวิตังนิวตรอน})$$

71. ถ้าค่าพลังงานยึดเหนี่ยวของการที่แต่ละนิวคลีออนจะหลุดออกไปจากนิวเคลียสเริ่มต้น คือ นิวเคลียสของ ^4_2He เป็นดังนี้ เป็น ^3_2He เท่ากับ 20.50 MeV, ^2_2He เป็น ^2_1H เท่ากับ 5.44 MeV และ ^1_2H เป็น ^1_1H เท่ากับ 2.18 MeV

ก. จงหาว่านิวคลีออนอะไรบ้างที่หลุดออกมา เรียงลำดับจาก ^4_2He จนถึง ^1_1H

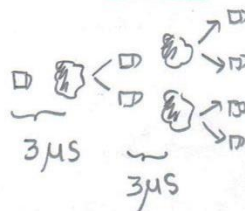
ข. จงหาว่าค่าพลังงานยึดเหนี่ยวของนิวเคลียสของ ^4_2He เป็นกี่ MeV

ก) $^4_2\text{He} \rightarrow ^3_2\text{He} + ^1_0\text{n}$
 $^3_2\text{He} \rightarrow ^2_1\text{H} + ^1_1\text{H}$
 $^2_1\text{H} \rightarrow ^1_1\text{H} + ^1_0\text{n}$

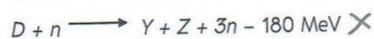
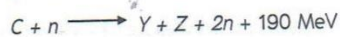
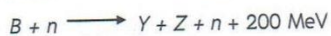
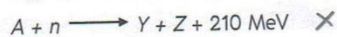
ข) $BE = 20.5 + 5.44 + 2.18 = 28.12 \text{ MeV} \quad \#$
 ใช้นิวเคลียสแยกแตกตัวเป็นอนุภาคเล็กสุด

72. สมมติว่าในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบฟิชชันอันหนึ่ง นิวตรอนอิสระแต่ละตัวจะมีชีวิตอยู่ 3 ไมโครวินาที ก่อนที่จะถูกจับโดยนิวเคลียสของยูเรเนียม แล้วก่อให้เกิดนิวตรอนใหม่ขึ้นมา 2 ตัวแทนที่มัน อยากทราบว่าอุบัติเหตุการระเบิดจะเกิดขึ้นเมื่อไร หลังจากปล่อยนิวตรอนตัวแรกเข้าไป ถ้าหากว่าการระเบิดจะเกิดขึ้นเมื่อใดที่มีจำนวนนิวตรอนอิสระในเครื่องมากถึง 2⁹⁰ ตัว

$2^1 \text{ ตัว} \rightarrow 1 \text{ ครั้ง}$
 $2^{90} \text{ ตัว} \rightarrow 90 \text{ ครั้ง} \rightarrow t = 90 \times 3$
 $= 270 \mu\text{s} \quad \#$



73. จากปฏิกิริยาฟิชชันของธาตุต่าง ๆ ตามสมการข้างล่างนี้



โดย Y และ Z คือนิวเคลียสที่ได้จากการฟิชชัน, n คือ อนุภาคนิวตรอน ท่านคิดว่าธาตุใดมีสมบัติ

เหมาะสมที่จะใช้เป็นวัสดุเชื้อเพลิงนิวเคลียร์สำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

1. A

2. B

1) สายพลังงาน

~~✗~~

3. C

4. D

2) ผลิต (ก)

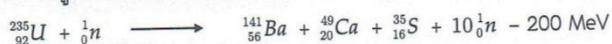
~~✗~~

≈ 2 ตัว

Ⓒ

เหมาะสม

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



จากสมการข้างต้น มีข้อผิดพลาดอยู่ที่ประการ

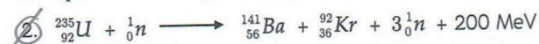
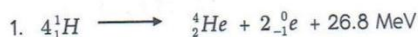
1. 2 ประการ

2. 3 ประการ

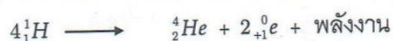
3. 4 ประการ

4. 5 ประการ

75. ปฏิกิริยาต่อไปนี้ ข้อใดให้พลังงานต่อมวลน้อยที่สุด



76. ปฏิกิริยาฟิวชันเกิดขึ้นในดวงอาทิตย์ได้พลังงานมากมายดังนี้



จงหาพลังงานที่ได้จากไฮโดรเจนมวล 1 กิโลกรัม ที่เกิดปฏิกิริยานี้

กำหนดให้ มวลอะตอมไฮโดรเจน = 1.00782 u = 1 g/mole

มวลอะตอมฮีเลียม = 4.00260 u

มวลของอิเล็กตรอนและโพสิตรอน = 0.00055 u

$N_A = 6.0 \times 10^{23}$ g/mole

ให้ใช้ค่า 1 u = 900 MeV

$$\Delta E = \Delta m \times 900$$

$$= [4(1.00782) - 4.0026 -$$

$$2(0.00055)] \times 900$$

$$= 24.82 \text{ MeV} / 4 \text{ atom}$$

$$N = \frac{m N_A}{A} = \frac{1000 (6 \times 10^{23})}{1}$$

$$= 6 \times 10^{26} \text{ atom}$$

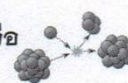
$$\therefore \Delta E = 3.7 \times 10^{27} \text{ MeV} \#$$

1. 3.6×10^{24} MeV

2. 14×10^{24} MeV

3. 3.6×10^{27} MeV

4. 14×10^{27} MeV



77. สมมติว่าผลิตไฟฟ้าโดยการเผาถ่านหินจำนวน 1 กิโลกรัม ให้ความร้อน 4,000 กิโลแคลอรี จงหาปริมาณถ่านหินที่ต้องใช้เพื่อให้ความร้อนที่เกิดขึ้นมีปริมาณเท่ากับความร้อนที่เกิดจากมวลที่หายไปของยูเรเนียม-235 ในปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันจำนวน 1.4 กรัม
(กำหนดให้ 1 กิโลแคลอรี = 4.2 กิโลจูล และ 1 ตัน = 1,000 กิโลกรัม)

1. 150 ตัน
2. 1,500 ตัน
3. 3,000 ตัน
4. 7,500 ตัน

$$E_{\text{ถ่านหิน}} = E_U mc^2$$

$$m \times 4000 \times 4.2 \times 10^3 = \frac{1.4 (3 \times 10^8)^2}{1000}$$

$$m = 7.5 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$= 7.5 \times 10^3 \text{ tons} = 7500 \text{ tons}$$

78. โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแห่งหนึ่งเผาถ่านหิน 1 ตัน ให้ความร้อน 1.5 ล้านกิโลแคลอรี อยากทราบว่า จะต้องใช้ยูเรเนียม-235 กี่มิลลิกรัม ในปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันจึงจะให้ความร้อนที่มีปริมาณเท่ากับความร้อนที่เกิดจากถ่านหินนี้ สมมติว่ามวลของยูเรเนียม-235 หายไป 0.1% ของมวลเดิมในปฏิกิริยา
(กำหนดให้ 1 กิโลแคลอรี = 4.2 กิโลจูล)

1. 14 มิลลิกรัม
2. 42 มิลลิกรัม
3. 70 มิลลิกรัม
4. 140 มิลลิกรัม

$$\Delta E_U = Q$$

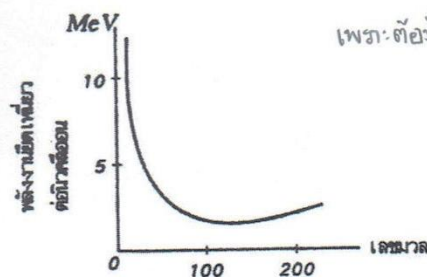
$$\frac{0.1}{100} mc^2 = 1.5 \times 10^6 \times 4.2 \times 10^3$$

$$(10^{-3}) m (3 \times 10^8)^2 = 6.3 \times 10^9$$

$$m = 0.7 \times 10^{-4} \text{ kg} = 70 \text{ mg} \quad \#$$

79. ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและเลขมวลของธาตุต่าง ๆ เป็นดังรูปที่แสดง อาทิตย ซึ่งเป็นกลุ่มก๊าซ ไตรเจนจะผลิตพลังงานจำนวนมหาศาล โดยวิธีใดต่อไปนี้หรือไม่

1. โดยฟิวชัน
2. โดยฟิชชัน
3. โดยการเผาไหม้
4. ไม่ผลิต



เพราะต้องได้ธาตุที่เสถียรมาก $\frac{BE}{A}$ สูงขึ้น

