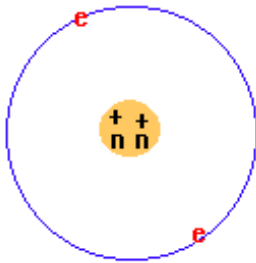


ตะลุยโจทย์โควตา มช. ฟิสิกส์
บทที่ 20 ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ชุด 1

ปูพื้นฐานการเขียนสัญลักษณ์แทนอะตอมเบื้องต้น

อนุภาค	ประจุ (C)	ตัวแทน	มวล (kg)	มวล (amu)
โปรตรอน (p)	$+1.6 \times 10^{-19}$	+1	1.672×10^{-27}	1.007285
อิเล็กตรอน (e)	-1.6×10^{-19}	-1	9.108×10^{-31}	0.000549
นิวตรอน (n)	0	0	1.674×10^{-27}	1.008665

อะตอมธาตุฮีเลียม



หมายเหตุ $1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

สัญลักษณ์แทน

เลขมวล (A) = จำนวน p + จำนวน n

\swarrow
 \searrow
4 He = จำนวนนิวคลีออน

\swarrow
2 He = เลขอะตอม (Z) = จำนวน p

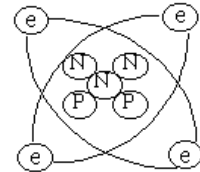
1. จากรูปอะตอมของธาตุชนิดนี้มีเลขมวล และเลขอะตอมเท่าใด

1. 7, 2

2. 5, 3

3. 5, 2

4. 3, 3



วิธีทำ

2.(มช 35) ดิบุกมีเลขอะตอม = 50 และเลขมวล = 120 จะมีจำนวนนิวคลีออนเท่าไร

ก. 50

ข. 70

ค. 120

ง. 170

วิธีทำ

กัมมันตภาพรังสี

กัมมันตภาพรังสี

กัมมันตภาพรังสี เป็นปรากฏการณ์ที่นิวเคลียสของไอโซโทปที่ไม่เสถียรเกิดการปรับตัวเพื่อให้มีเสถียรภาพโดยการปล่อยอนุภาคบางชนิด หรือ

พลังงานออกมาในรูปของรังสี และ ธาตุที่มีสมบัติในการแผ่รังสีได้เองนี้เรียกว่า ธาตุกัมมันตรังสี รังสีที่คายออกมาจากธาตุกัมมันตรังสี เมื่อนำไปแยกในสนามแม่เหล็กจะแยกได้ 3 ชนิด

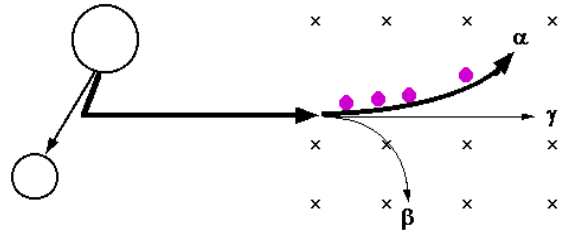
คือ



1. รังสีแอลฟา (Alpha particle, α)

เป็นนิวเคลียสของอะตอมของธาตุฮีเลียม มีมวลเท่ากับ 4 และมีประจุไฟฟ้า +2 เขียนสัญลักษณ์จึงได้ ${}^4_2\text{He}$ โดยทั่วไปรังสีนี้มีพลังงาน 4–10 MeV

เนื่องจาก มีมวลมาก.
↓
ทำให้ตัวกลางแตกตัวได้ดี
↓
อัลฟาจะเสียพลังงานมาก
↓



ทำให้อ่านางในการเคลื่อนที่ทะลุทะลวงต่ำ (เคลื่อนที่ได้ 3–5 Cm ในอากาศ)

รังสีแอลฟา อาจเรียกชื่อว่า อนุภาคแอลฟา

2. รังสีบีตา (Beta particle, β)

เป็นค่าของอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงในช่วงประมาณ 0.025–3.5 MeV เขียนเป็นสัญลักษณ์จะได้ ${}^0_{-1}\text{e}$

เนื่องจากมีมวลน้อย → ทำให้ตัวกลางแตกตัวน้อย

→ เสียพลังงานเล็กน้อย → ทำให้อ่านางในการเคลื่อนที่มากกว่าอัลฟา

นอกจากนี้รังสีบีต่ายังเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กได้มากกว่ารังสีแอลฟา เพราะอัตราเร็วของการเคลื่อนที่สูงกว่าอัลฟา

ข้อทราบ 1) เมื่อนิวตรอนให้นิวเคลียสเกิดการแตกตัว จะให้อิเล็กตรอนออกมา กลายเป็นรังสีบีตา ออกมานอกนิวเคลียส และยังให้โปรตรอนเหลืออยู่ในนิวเคลียสอีก 1 ตัว ทำให้นิวเคลียสมีโปรตรอนมากขึ้นแล้วเปลี่ยนเป็นนิวเคลียสของธาตุชนิดอื่น

2) เนื่องจากอิเล็กตรอนที่ออกมาจากนิวเคลียส มีมวลน้อย ดังนั้นมวลนิวเคลียสจึงคงเดิม

3. รังสีแกมมา (Gamma Rays γ)

เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง จึงเป็นกลางทางไฟฟ้า เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของนิวเคลียส เพราะนิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่ในกัมมันตภาพรังสีนั้น จะอยู่ในภาวะ Excited Stated และ เมื่อนิวเคลียสลดระดับพลังงานลงมาอยู่ใน Ground Stated จะคายพลังงานออกมาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในระดับของรังสีแกมมานั่นเอง เนื่องจากรังสีแกมมามีพลังงานสูงมากคือ ปริมาณ 0.04 – 3.2 MeV และทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนของตัวกลางที่ผ่านน้อยมาก ดังนั้น Gamma Rays จึงมีอำนาจในการทะลุผ่านสูงมาก

3(มข 35) ถ้าให้รังสีบีตา แกมมา และแอลฟา เคลื่อนที่อยู่น้ำ และรังสีทั้งสามชนิดมีพลังงานเท่ากัน เราจะพบว่ารังสีบีตาเคลื่อนที่ได้ระยะทาง

- สั้นที่สุด
- ไกลที่สุด
- ไกลกว่าแกมมาแต่ใกล้กว่าแอลฟา
- ไกลกว่าแอลฟาแต่ใกล้กว่าแกมมา

วิธีทำ

4(มข 38) กระบวนการที่เกิดขึ้นในนิวเคลียส ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการปล่อยแสงของอะตอมที่อยู่ในสถานะกระตุ้น คือกระบวนการใด

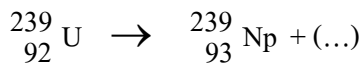
- การแผ่รังสีแกมมา
- การปล่อยอนุภาคบีตา
- การปล่อยอนุภาคอัลฟา
- การปล่อยอนุภาคนิวตรอน

วิธีทำ

แนะนำให้ทราบถึงสัญลักษณ์บางอย่าง

รังสีอัลฟา = $\alpha = {}^4_2\text{He}$	รังสีบีตา = $\beta = {}^0_{-1}\text{e}$
รังสีแกมมา = γ	โปรตรอน = $p = {}^1_1\text{H}$
นิวตรอน = $n = {}^1_0\text{n}$	โพซิตรอน = $e^+ = {}^0_1\text{e}$
ดิวเทรอน = ${}^2_1\text{H}$	ตรีตรอน = ${}^3_1\text{H}$

5(มข 48) จงเติมนิวเคลียสที่เหมาะสมในวงเล็บ เพื่อให้ปฏิกิริยานิวเคลียร์ถูกต้อง



1. ${}_{0}^1\text{n}$

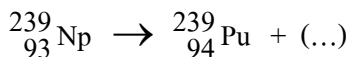
2. ${}_{-1}^0\text{e}$

3. ${}_{1}^0\text{H}$

4. ${}_{1}^1\text{H}$

วิธีทำ

6(มข 51) ข้อใดคือนิวเคลียสที่เหมาะสมกับวงเล็บ เพื่อให้ปฏิกิริยานิวเคลียร์ถูกต้อง



1. ${}_{1}^1\text{H}$

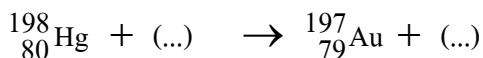
2. ${}_{0}^1\text{n}$

3. ${}_{1}^0\text{H}$

4. ${}_{-1}^0\text{e}$

วิธีทำ

7(มข 50) นิวเคลียสข้อใดเหมาะสมที่จะเติมในวงเล็บเพื่อให้ปฏิกิริยานิวเคลียร์ถูกต้อง



1. ${}_{1}^2\text{H}$ และ ${}_{1}^1\text{H}$

2. ${}_{1}^2\text{H}$ และ ${}_{0}^1\text{n}$

3. ${}_{0}^1\text{n}$ และ ${}_{1}^2\text{H}$

4. ${}_{1}^1\text{H}$ และ ${}_{1}^2\text{H}$

วิธีทำ

8(มข 35) เมื่อนิวเคลียส ${}_{84}^{216}\text{Po}$ สลายตัวไปเป็นนิวเคลียส ${}_{82}^{212}\text{Pb}$ จะให้รังสีหรืออนุภาค

ชนิดใดออกมา

ก. แกมมา

ข. บีตา

ค. นิวตรอน

ง. แอลฟา

วิธีทำ

9(En 43/1) ในการสลายตัวต่อ ๆ กันของธาตุกัมมันตรังสี โดยเริ่มจาก ${}_{92}^{238}\text{U}$ เมื่อสลายให้ออนุภาคทั้งหมดเป็น 2α , $2\beta^-$ และ 2γ จะทำให้ได้นิวเคลียสใหม่มีจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนเท่าใด

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

วิธีทำ

การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

เมื่อนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีสลายตัวไป จำนวนที่เหลืออยู่ย่อมมีค่าลดลง เราสามารถหาปริมาณที่เหลือได้เสมอ โดยอาศัยสมการดังนี้

$$N = N_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}} \quad \text{หรือ} \quad N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$m = m_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}} \quad \text{หรือ} \quad m = m_0 e^{-\lambda t}$$

$$A = A_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}} \quad \text{หรือ} \quad A = A_0 e^{-\lambda t}$$

เมื่อ N_0 = จำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีเริ่มแรกที่พิจารณา ($t = 0$)

N = จำนวนนิวเคลียสที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไป t

A_0 = กัมมันตภาพขณะเริ่มต้น ($t = 0$)

A = กัมมันตภาพเมื่อเวลา t ใด ๆ นับจากเริ่มต้น

m_0 = มวลขณะเริ่มต้น ($t = 0$)

m = มวลเวลาผ่านไป t

e = 2.7182818

T = ครึ่งชีวิต

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

λ = ค่าคงตัวการสลาย

10(มข 46) ถ้ามีเรเดียม-226 ซึ่งมีครึ่งชีวิต 1600 ปี อยู่ 3.2×10^{21} อะตอม เมื่อเวลาผ่านไป 8000 ปี จะมีเรเดียมเหลืออยู่ $A \times 10^{21}$ อะตอม จงคำนวณค่า A

วิธีทำ

11(มข 51) ถ้ามีไอโอดีน-131 ซึ่งมีครึ่งชีวิต 8 วัน อยู่จำนวน 32 กรัม ถ้าผ่านไป 4 วัน จงหาว่าจะเหลือไอโอดีนอยู่ที่กี่ กรัม

1. 16

2. 20

3. 24

4. 28

วิธีทำ

12(มข 50) ไอโอดีน-131 ซึ่งมีครึ่งชีวิต 8 วัน อยู่จำนวน 32 กรัม จะต้องใช้เวลากี่วัน จึงจะเหลือไอโอดีนอยู่ 2 กรัม

1. 16

2. 24

3. 32

4. 40

วิธีทำ

13(มข 49) สารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่ง ขณะเริ่มต้นพิจารณาวัดค่ากัมมันตภาพได้ 128 คูรี ถ้าสารนี้มีครึ่งชีวิตเป็น 2 วัน จงหาว่าเมื่อเวลาผ่านไป 8 วัน ค่ากัมมันตภาพมีกี่คูรี

1. 4

2. 8

3. 16

4. 32

วิธีทำ

14(มข 32) สารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีค่าครึ่งชีวิตของการสลายตัว 0.077 ต่อปี จะต้องใช้เวลานานเท่าไร จึงจะมีมวลลดลงจาก 40 กรัม เหลือเพียง 2.5 กรัม

ก. 3 ปี

ข. 13 ปี

ค. 36 ปี

ง. 45 ปี

วิธีทำ

15(มข 37) ค่าคงตัวของการสลายของธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งเริ่มต้นมีจำนวนอะตอม 24×10^{18} อะตอม เมื่อเวลาผ่านไป 90 วัน จะเหลือ 3×10^{18} อะตอม คือข้อใด

1. 0.069 / วัน

2. 0.035 / วัน

3. 0.023 / วัน

4. 0.017 / วัน

วิธีทำ

แรงนิวเคลียร์

รัศมีนิวเคลียส

เราสามารถหารัศมีนิวเคลียสของอะตอมธาตุใด ๆ ได้จากสมการ

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

เมื่อ $r_0 \approx (1.2 \times 10^{-15}) - (1.5 \times 10^{-15})$ เมตร

$A =$ เลขมวล

16. ธาตุไอโซโทปของ ${}^{224}_{88}\text{Ra}$ จะมีรัศมีเป็นกี่เท่าของธาตุไอโซโทปของ ${}^{28}_{11}\text{Na}$

1. 2 เท่า

2. 3 เท่า

3. 4 เท่า

4. 5 เท่า

วิธีทำ

พลังงานยึดเหนี่ยว (binding energy , B E.)

คือพลังงานที่ใช้ในการยึดเหนี่ยวนิวคลีออนทั้งหมดเอาไว้ด้วยกัน พลังงานยึดเหนี่ยวเกิดจากมวลที่พร่องไปของนิวคลีออน เมื่อนิวคลีออนเหล่านั้นเข้าไปอยู่ในนิวเคลียส เราสามารถหาค่าพลังงานยึดเหนี่ยวได้จาก

$$B.E = m.c^2$$

เมื่อ $m =$ มวลพร่อง (kg)

$=$ มวลรวมของทุกนิวคลีออน - มวลนิวเคลียส

$1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$c =$ ความเร็วแสง $= 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

B.E. = พลังงาน (จูล)

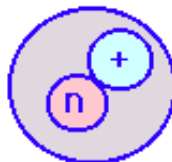
+

มวล p = 1.007276 u

n

มวล n = 1.008665 u

มวล p+n = 2.015941 u



มวลเมื่ออยู่ในนิวเคลียส

$= 2.013553 \text{ u}$

$$\text{B.E.} = 931 \text{ m}$$

เมื่อ B.E. = พลังงาน (MeV)

m = มวลพร่อง (u)

931 คือ พลังงานของมวล 1 u

มวลที่หายไป = มวลพร่อง

$$= 2.015941 - 2.013553$$

$$= 0.002388 \text{ u}$$

$$1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ จูล}$$

17(มข 47) จงหาพลังงานยึดเหนี่ยวในหน่วย MeV ของ ${}^3_1\text{H}$ ซึ่งมีมวลอะตอมเป็น 3.0161 u

กำหนด มวลนิวตรอน 1 ตัว = 1.0087 amu

มวลโปรตรอน 1 ตัว = 1.0073 amu

มวลอิเล็กตรอน 1 ตัว = 0.0005 amu

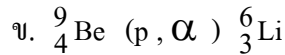
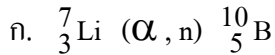
ให้ใช้ $1 \text{ u} = 900 \text{ MeV}$

วิธีทำ

18(มข 51) จงคำนวณหาพลังงานยึดเหนี่ยวในหน่วย MeV ของ ${}^3_1\text{H}$ ถ้ามวลอะตอมของ ${}^3_1\text{H}$ เท่ากับ 3.0160 u (ให้ใช้ $1 \text{ u} = 930 \text{ MeV}$)

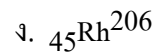
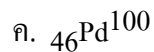
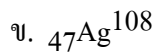
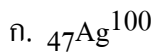
วิธีทำ

21. จงเขียนสมการปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อไปนี้



วิธีทำ

22(มข 35) ในปฏิกิริยา (n, γ) ของนิวเคลียส ${}^{109}_{47}\text{Ag}$ นิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่มีเลขมวลเท่าใด



วิธีทำ

การหาพลังงานเกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์

1. หากจากมวลที่เปลี่ยน (Δm) ใช้สมการ

$$\Delta E = 931 \cdot \Delta m$$

$$\Delta m = \text{มวลก่อน} - \text{มวลหลัง}$$

2. หากจากพลังงานยึดเหนี่ยวของนิวเคลียส (B.E.)

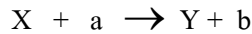
$$\text{ใช้สมการ } \Delta E = \text{BEก่อน} - \text{BEหลัง}$$

เงื่อนไขการใช้สมการนี้

1. หาก ΔE เป็นบวก แสดงว่าปฏิกิริยาเป็นแบบคายพลังงาน เกิดเมื่อ *มวลรวมหลังปฏิกิริยามีค่าน้อยกว่ามวลรวมก่อนปฏิกิริยา
2. หาก ΔE เป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยาเป็นแบบดูดพลังงาน เกิดเมื่อ *มวลรวมหลังปฏิกิริยามีค่ามากกว่ามวลรวมก่อนปฏิกิริยา
3. การใช้ค่า B.E. ของนิวเคลียสมาคำนวณ ต้องใช้ค่า B.E. มาเป็นลบ

ในการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ปฏิกิริยาที่ได้เป็นปฏิกิริยาคายพลังงานทั้งหมด พลังงานที่ปล่อยออกมาจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ (nuclear energy) ซึ่งพลังงานนี้อาจอยู่ในรูปพลังงานจลน์ของอนุภาคหรือในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้

23(มข 36) พลังงานนิวเคลียร์ที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่กำหนดให้จะมีค่ากี่ MeV

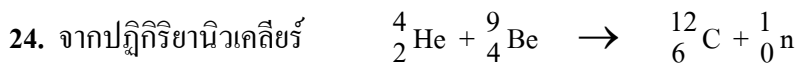


ในที่นี้ X มีมวล 196.966600 u Y มีมวล 194.968008 u

a มีมวล 2.014012 u b มีมวล 4.002604 u

และ มวล 1.0 u = 931 MeV

วิธีทำ

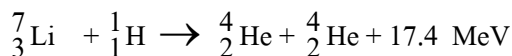


จงหาพลังงานและบอกด้วยว่าเป็นปฏิกิริยาประเภทใด

ให้ BE ของ ${}^4_2\text{He}$, ${}^9_4\text{Be}$, ${}^{12}_6\text{C}$ คือ 28.3 MeV , 58.1 MeV และ 92.1 MeV ตามลำดับ

วิธีทำ

25(มข 41) สมการของปฏิกิริยานิวเคลียร์สมการหนึ่งเขียนได้ดังนี้



ถ้าพลังงานยึดเหนี่ยวของ ${}^4_2\text{He}$ คือ 28.3 MeV และมวลของ ${}^1_1\text{H}$ คือ 1.007825 u จงหาค่า

พลังงานยึดเหนี่ยวของ ${}^7_3\text{Li}$ ในหน่วย MeV (มวล 1 u เทียบเท่ากับพลังงาน 931 MeV)

1. 38.19

2. 39.20

3. 74.00

4. 864.28

วิธีทำ