

## เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 1

1. จงอธิบายถึงการทดลองของรัทเธอร์ฟอร์ด เพื่อหาโครงสร้างของอะตอม

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 3

---

2. อะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ดมีข้อขัดแย้งกับทฤษฎีฟิสิกส์อย่างไร

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 3

---

3. สมมุติฐานเกี่ยวกับอะตอมของบอร์มีใจความอย่างไร

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 5

---

$$4. \quad V_n = \frac{2.18 \times 10^6}{n} \quad \text{เมตร/วินาที}$$

$$R_n = 5.3 \times 10^{-11} n^2 \quad \text{เมตร}$$

n	$V_n$	$R_n$
1	$2.18 \times 10^6$	$5.3 \times 10^{-11}$
2	$1.09 \times 10^6$	$21.2 \times 10^{-11}$
3	$0.727 \times 10^6$	$47.7 \times 10^{-11}$

---

$$5. \quad \begin{aligned} \text{ก.} \quad \text{เวลาวิงครบรอบ ( T )} &= \text{เส้นรอบวง} / \text{ความเร็ว} \\ &= 2 R_1 / V_1 \\ &= \frac{2 \times 3.14 \times 5.3 \times 10^{-11}}{2.18 \times 10^6} \\ &= 1.43 \times 10^{-16} \quad \text{วินาที / รอบ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ข.} \quad \text{ความเร็วเชิงมุม (w)} &= \frac{2\pi}{T} \\ &= \frac{2 \times 3.14}{1.43 \times 10^{-16}} \\ &= 4.4 \times 10^{16} \quad \text{เรเดียน / วินาที} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
6. \quad \text{พลังงานจลน์ (K.E)} &= \frac{1mV_n^2}{2} \\
\text{แต่ } V_n^2 &= \frac{Ke^2}{mR_n} \\
\text{ดังนั้น K.E.} &= \frac{1m(Ke^2)}{2mR_n} \\
&= \frac{1Ke^2}{2R_n} \\
\text{แต่ } R_n &= \frac{n^2\hbar^2}{mKe^2} \\
\text{ดังนั้น K.E.} &= \frac{1}{2}Ke^2 \left( \frac{mKe^2}{n^2\hbar^2} \right) \\
&= \frac{mK^2e^4}{2n^2\hbar^2} \\
\text{แทนค่า K.E.} &= \frac{(9.11 \times 10^{-31})(9 \times 10^9)^2 (1.6 \times 10^{-19})^4}{2n^2(1.055 \times 10^{-32})^2} \\
&= \frac{2.172 \times 10^{-18}}{n^2} \quad \text{จูล} \\
&= \frac{2.172 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19} n^2} \quad \text{eV} \\
&= \frac{13.6}{n^2}
\end{aligned}$$

$\text{K.E} = \frac{13.6}{n^2}$
---------------------------------

เมื่อ $n = 1,$	K.E. =	$13.6$	eV
เมื่อ $n = 2,$	K.E. =	$\frac{13.6}{4}$	= 3.4 eV
เมื่อ $n = 3,$	K.E. =	$\frac{13.6}{9}$	= 1.51 eV

เมื่อ  $n = \infty$  K.E. = 13.6

7. พลังงานจลน์ =  $\frac{mK^2 E^4}{2n^2 \hbar^2}$

=  $\frac{13.6}{n^2}$

= 13.6 eV

พลังงานศักย์ =  $-\frac{mK^2 e^4}{n^2 \hbar^2}$

=  $-\frac{27.2}{n^2}$

= -27.2 eV

พลังงานรวม = พลังงานจลน์ + พลังงานศักย์

= 13.6 + (-27.2) eV

= -13.6 eV

8. ให้  $U_i$  = พลังงานในการแตกตัว
- $W_i$  = งานในการทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนจากวงจรรเข้าสู่อิ

$$eU_i = W_i$$

สำหรับอะตอมไฮโดรเจน

$$W_i = h\nu = hcR \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

$$U_i = \frac{hcr}{e} \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

เมื่อ  $n_i = \infty, n_f = 1$

$$\text{จะได้ } U_i = \frac{hcR}{e} = -13.6 \text{ eV}$$

9.  $E_1 = -13.6 \text{ eV}$

$E_2 = -3.4 \text{ eV}$

excitation ครั้งที่หนึ่งเกิดขึ้นเมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานแล้วเคลื่อนที่จากวงโคจรชั้น  $n = 1$  ไปยังวงโคจรชั้น  $n = 2$

$$\Delta E = E_1 - E_2$$

$$= (-13.6) - (-3.4) = -10.2 \text{ eV}$$

excitation potential ครั้งที่หนึ่งเท่ากับ 10.2 อิเล็กตรอนโวลต์

10. ก.  ${}_{12}^{24}\text{Mg}$  มี P = 12, n = 12

ข.  ${}_{12}^{25}\text{Mg}$  มี P = 12, n = 13

ค.  ${}_{12}^{26}\text{Mg}$  มี P = 12, n = 14

11. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเลขมวล (A) กับพลังงานยึดเหนี่ยวเฉลี่ยต่อนิวคลีออน (B.E. / A)

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 28

12. B.E. =  $[ZM_H + (A - Z)m_n - M] 931$

แทนค่า B.E. =  $[13(1.00814) + (27 - 13)1.00899 - 26.9901] 931$

= 225 MeV

พลังงานยึดเหนี่ยวของ  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  เท่ากับ 225 MeV

$$13. \quad \text{fl.} \quad B.E. \quad = \quad [1(1.00814) + (3 - 1)1.00899 - 3.0171] \times 931$$

$$= \quad 8.5 \quad \text{MeV}$$

$$\frac{B.E.}{A} = \frac{8.5}{3} = 2.8 \quad \text{MeV}$$

$$\text{ข.} \quad B.E. \quad = \quad [2(1.00814) + (3 - 2)1.00899 - 3.01699] \times 931$$

$$= \quad 7.7 \quad \text{MeV}$$

$$\frac{B.E.}{A} = \frac{7.7}{3} = 2.6 \quad \text{MeV}$$

เนื่องจาก  ${}^3_1\text{H}$  มีค่า B.E. / A มากกว่า ดังนั้น  ${}^3_1\text{H}$  จึงมีเสถียรภาพดีกว่า

$$14. \quad B.E. \quad = \quad [ZM_H + (A - Z)m_n - M] \times 931$$

$$\text{แทนค่า B.E.} \quad = \quad [3(1.00814) + (7 - 3)1.00899 - 7.01823] \times 931$$

$$= \quad 0.04215 \times 931 \quad \text{MeV}$$

$$= \quad 39.3 \quad \text{MeV}$$

พลังงานยึดเหนี่ยวของ  ${}^7_3\text{Li}$  เท่ากับ 39.3 MeV

$$15. \quad B.E. \quad = \quad [ZM_H + (A - Z)m_n - M] \times 931$$

$$\text{แทนค่า B.E.} \quad = \quad 2(1.00814) + (4 - 2)1.00899 - 4.003881 \times 931$$

$$= \quad 23.0 \quad \text{MeV}$$

พลังงานยึดเหนี่ยวของ  ${}^4_2\text{He}$  เท่ากับ 23.8 MeV

$$16. \quad Q \quad = \quad (M_{\text{Li}} + M_{\text{H}} - M_{\text{He}} - M_{\text{He}}) \times 931$$

$$\text{แทนค่า a} \quad = \quad (7.01823 + 1.00814 - 4.00388 - 4.00388) \times 931$$

$$= \quad 0.01861 \times 931 \quad \text{MeV}$$

$$= \quad 17.3 \quad \text{MeV}$$

พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์นี้เท่ากับ 17.3 MeV

---

$$\begin{aligned} 17. \quad Q &= (M_{\text{H}} + M_{\text{He}} - M_{\text{H}} - M_{\text{He}}) \cdot 931 \\ &= (14.00752 + 4.00388 - 1.00814 - 17.00453) \cdot 931 \\ &= -1.18 \text{ MeV} \end{aligned}$$

พลังงานถูกดูดกลืน 1.18 MeV

---

$$\begin{aligned} 18. \quad Q &= (M_{\text{Li}} + M_{\text{D}} - M_{\text{He}} - M_{\text{He}}) \cdot 931 \\ \text{แทนค่า } 22.3 &= (M_{\text{Li}} \cdot 2.01474 - 4.00388 - 4.00388) \cdot 931 \\ M_{\text{Li}} &= 6.017 \text{ เอเอ็มยู} \end{aligned}$$

มวลของลิเทียม-6 เท่ากับ 6.017 เอเอ็มยู

---

19. จงอธิบายฟิชชัน (Fission)

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 33

---

20. จงอธิบายฟิวชัน (Fusion)

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 35

---

## เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 2

1. พลังงาน (E) =  $\frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.625 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{0.16 \times 10^{-10}}$   
 =  $1.15 \times 10^{-13}$  จูลย์

มวล (m) =  $\frac{h}{c} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{(0.016 \times 10^{-10})(3 \times 10^8)}$   
 =  $1.38 \times 10^{-30}$  กิโลกรัม

โมเมนตัม(p) =  $\frac{h}{\lambda} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{0.016 \times 10^{-10}}$   
 =  $4.1 \times 10^{-22}$  กิโลกรัม.เมตร / วินาที

---

2.

$$m = \frac{h}{\lambda}$$

น. แสงสีแดง m =  $\frac{6.625 \times 10^{-34}}{(7 \times 10^5 \times 10^2)(3 \times 10^8)}$   
 =  $3.2 \times 10^{-36}$  กิโลกรัม

ข. รังสีเอ็กซ์ =  $\frac{6.625 \times 10^{-34}}{(0.25 \times 10^{-10})(3 \times 10^8)}$   
 =  $8.8 \times 10^{-32}$  กิโลกรัม

ค. รังสีแกมมา =  $\frac{6.625 \times 10^{-34}}{(1.24 \times 10^{-2} \times 10^{-10})(3 \times 10^8)}$   
 =  $1.8 \times 10^{-30}$  กิโลกรัม

3. โมเมนตัมของอิเล็กตรอน = โมเมนตัมของโฟตอน

$$mV = \frac{h}{\lambda}$$

$$v = \frac{h}{m\lambda}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } v &= \frac{6.625 \times 10^{-34}}{(9.11 \times 10^{-31})(5,200 \times 10^{-10})} \\ &= 1.400 \quad \text{เมตร / วินาที} \end{aligned}$$

4. พลังงานจลน์ = พลังงานโฟตอน

$$\frac{1}{2} mV^2 = \frac{hc}{\lambda}$$

$$V^2 = \frac{2hc}{m\lambda}$$

$$v = \sqrt{\frac{2hc}{m\lambda}}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } v &= \sqrt{\frac{2(6.625 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{(9.11 \times 10^{-31})(5,200 \times 10^{-10})}} \\ &= 9.2 \times 10^5 \quad \text{เมตร / วินาที} \end{aligned}$$

$$\text{ความเร็วของอิเล็กตรอน} = 9.2 \times 10^5 \quad \text{เมตร / วินาที}$$

5.

$$E = \frac{P}{c}$$



$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } E &= \frac{(3 \times 10^{-4} \times 10^{-3} \times 10^{-2})(3 \times 10^8)}{(2 \times 10^{-4})(0.5 \times 60)} \\ &= 150 \quad \text{จูลย์ / ตารางเมตร} \end{aligned}$$

พลังงานที่ตกกระทบ = 150 จูลย์ / ตารางเมตร

$$\begin{aligned} 6. \quad \lambda &= \frac{12.4 \times 10^3}{4,860} \\ &= 2.56 \quad \text{eV} \end{aligned}$$

พลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไป 2.56 eV

7.

$$E = mc^2$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } E &= (9.11 \times 10^{-31})(3 \times 10^8)^2 \\ &= \frac{(9.11 \times 10^{-31})(3 \times 10^8)^2}{(1.6 \times 10^{-19})} \\ &= \frac{(9.11 \times 10^{-31})(3 \times 10^8)^2 (10^{-6})}{(1.6 \times 10^{-19})} \\ &= 0.511 \quad \text{MeV} \end{aligned}$$

8. จงอธิบายเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ พร้อมอธิบายการทำงานด้วย

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 42

9. จงอธิบายกำเนิดรังสีเอกซ์ในระดับอะตอม

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 42

10. จงอธิบายส่วนประกอบที่มีผลต่อความเข้มและพลังงานของรังสีเอ็กซ์

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 46

$$11. \quad E_{\max} = \frac{hc}{\lambda_{\min}}$$

$$\text{แต่ } E_{\max} = eV$$

$$\text{ดังนั้น } eV = \frac{hc}{\lambda_{\min}}$$

$$\boxed{h = \frac{eV \lambda_{\min}}{c}}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } h &= \frac{(1.6 \times 10^{-19})(60 \times 10^3)(0.206 \times 10^{-10})}{3 \times 10^8} \\ &= 6.6 \times 10^{-34} \quad \text{J.s.} \end{aligned}$$

ค่าคงที่ของพลังค์เท่ากับ  $6.6 \times 10^{-34}$  จูลย์.วินาที

$$12. \quad \lambda_{\min} = \frac{hc}{E_{\max}} = \frac{hc}{eV}$$

$$\text{ก. } V = 30 \quad \text{กิโลโวลต์}$$

$$\begin{aligned} \lambda_{\min} &= \frac{(6.625 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)(10^{-10})}{(1.6 \times 10^{-19})(30 \times 10^3)} \\ &= 0.431 \quad \text{Å} \end{aligned}$$

$$\text{ข. } V = 40 \quad \text{กิโลโวลต์}$$

$$\begin{aligned} \lambda_{\min} &= \frac{(6.625 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)(10^{-10})}{(1.6 \times 10^{-19})(40 \times 10^3)} \\ &= 0.310 \quad \text{Å} \end{aligned}$$

$$\text{ค. } V = 50 \quad \text{กิโลโวลต์}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{(6.625 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)(10^{-10})}{(1.6 \times 10^{-19})(50 \times 10^3)}$$

$$= 0.248 \text{ \AA}$$

13. จาก  $\lambda_{\min} = \frac{hc}{E_{\max}} = \frac{hc}{eV}$

$$V = \frac{hc}{e\lambda_{\min}}$$

แทนค่า  $V = \frac{(6.625 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{(1.6 \times 10^{-19})(0.016 \times 10^{-10})}$

$$= 770 \text{ KV}$$

จะต้องให้ความต่างศักย์ 770 กิโลโวลต์

14.  $\lambda_{\min} = \frac{hc}{eV} \tag{1}$

$$2\lambda_{\min} = \frac{hc}{e(V-23)} \tag{2}$$

$$(1) \div (2) \quad \frac{1}{2} = \frac{V-23}{V}$$

$$V = 2V - 46$$

$$V = 46 \text{ KV}$$

จาก (1) A.,  $= \frac{(6.625 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{(1.6 \times 10^{-19})(46 \times 10^3)}$

$$= 0.27 \text{ \AA}$$

ความยาวคลื่นที่สั้นที่สุดของรังสีเอ็กซ์เท่ากับ 0.27 อังสตรอม

### เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 3

1. จงอธิบายการแผ่รังสีแอลฟา พร้อมทั้งแสดงสมการการสลายตัวและพลังงานที่ได้จากการสลายตัว

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 64

---

2. จงอธิบายการแผ่รังสีเบตาทั้งสองชนิด แสดงสมการการสลายตัวและพลังงานที่ได้จากการสลายตัว

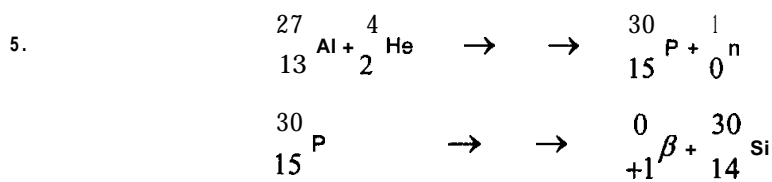
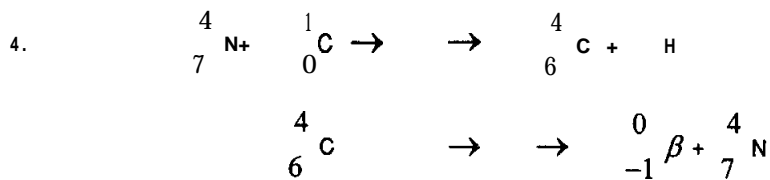
ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 67

---

3. จงอธิบายการแผ่รังสีแกมมา

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 71

---



6. หาจำนวนอะตอมของแคลเซียมจำนวน 1 ไมโครกรัมก่อน

จำนวนอะตอม = มวล x เลขอะโวกาโด

เลขมวล

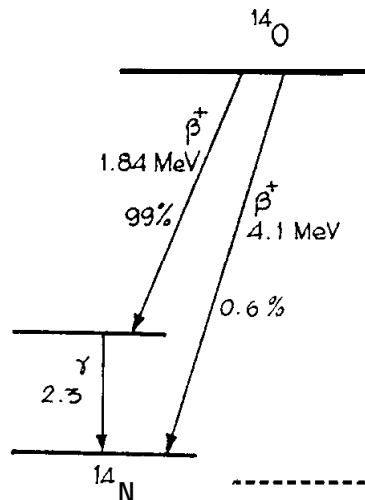
หรือ  $N = mN_A$

เลขมวล

แต่  $A = \lambda N = \frac{0.693}{T_{1/2}} N$

$$\begin{aligned}
A &= 0.693mN_A \\
&\text{เลขมวล} \times T_{1/2} \\
\text{แทนค่า } m &= 10^{-9} \quad \text{กิโลกรัม} \\
N_A &= 6.02 \times 10^{23} \\
\text{เลขมวล} &= 45 \\
T_{1/2} &= 164 \times 24 \times 36,000 \\
A &= \frac{0.693 \times 10^{-9} \times 6.02 \times 10^{23}}{45 \times 16 \times 24 \times 3600} \\
&= 6.53 \times 10^8 \quad \text{dps} \\
&= 1.77 \times 10^{-2} \quad \text{คูรี} \\
&= 17.7 \quad \text{มิลลิคูรี} \\
\text{กัมมันตภาพ} &= 17.7 \quad \text{มิลลิคูรี}
\end{aligned}$$

7. เมื่อออกซิเจน-14 สลายตัวให้รังสีเบตาชนิดบวก พลังงาน 1.84 เอ็มอีวีแล้ว ยังมีพลังงานอยู่ในตัวมากเกินไปจะต้องสลายตัวต่อไป โดยการให้รังสีแกมมาพลังงาน 2.3 เอ็มอีวี ดังนั้นจะเขียนแผนภูมิแสดงการสลายตัวได้ดังนี้



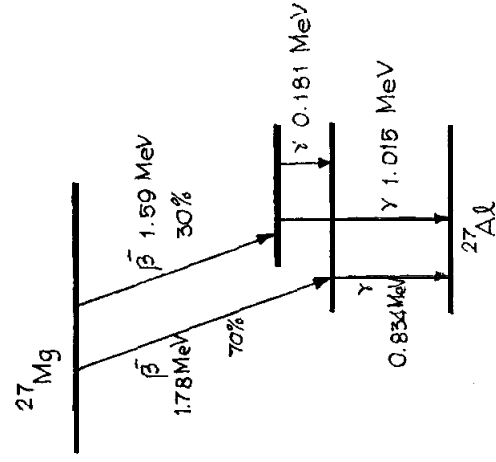
8. การสลายตัวทั้งสองทาง จะต้องมียพลังงานเท่ากัน

$$\text{ทางที่หนึ่ง} = 1.78 + 0.834 = 2.614 \text{ MeV}$$

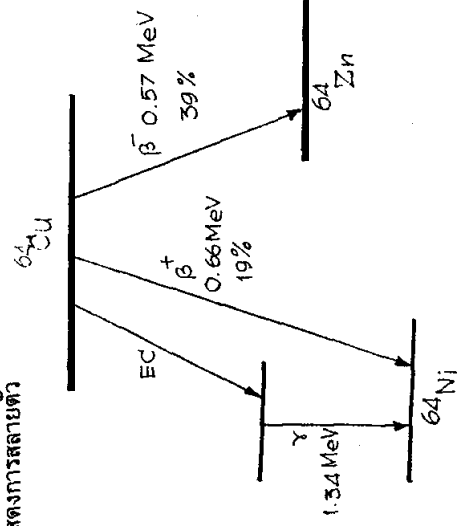
$$\text{ทางที่สอง} = 1.59 + 0.181 + 0.834 = 2.605 \text{ MeV}$$

$$\text{หรือ} = 1.59 + 1.015 = 2.605 \text{ MeV}$$

ซึ่งจะเขียนแผนภูมิแสดงการสลายตัวได้ดังนี้



9. ก -64 ส ตัวได้ไอโซปสอ. เต คี นเกิด สังกะสี -64 รั้งสี ดัจากการสส  
 ตั รั้งสีเบตาที่ วกพลังกา 0.61 เอ็มอี เมวน % รั้งสีเบตาที่ลดลงพ งาน 0.57  
 เอี จำนวน 19 และรั้งสี มาพ งาน 4 เอ็ม นอ กนัั้งเกิดขบวน รั้งสีเอ็ดรอน  
 พเจอร์ด้วย จงเขียนแผนภูมิแสดงการสลายตัว



$$\begin{aligned}
 0. \text{ จาก } A &= A_0 e^{-0.693t/T_{1/2}} \\
 \text{แทนค่า } t &= \text{อายุเฉลี่ย} \\
 &= 1.44 T_{1/2} \\
 &= \frac{-0.693 \times 1.44 T_{1/2}}{T_{1/2}}
 \end{aligned}$$

$$A = A_0 e$$

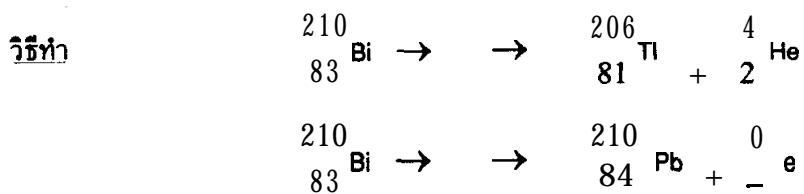
$$= A_0 e^{-0.693 \times 1.44}$$

$$\frac{A}{A_0} = A_0 e^{-0.693 \times 1.44}$$

$$\frac{A}{A_0} = 0.369$$

อัตราส่วนของกัมมันตภาพ = 0.369

11. --46. Bi - 210 บางตัวสลายตัวให้รังสีแอลฟา บางตัวสลายตัวให้เนกกาตรอน จงเขียนสมการการ  
แสดงการสลายตัว



12. ในภาวะสมดุลอย่างถาวร

$$A_Y = A_{\text{Sr}}$$

$$\frac{N_Y(0.693)}{64 \times 3600} = 50 \times 10^{-3} \times 3.7 \times 10^{10}$$

$$N_Y = 6.2 \times 10^{14}$$

จำนวนอะตอม Y- 90 เท่ากับ  $6.2 \times 10^{14}$

$$\text{จำนวนกรัม} = \text{จำนวนอะตอม} \times \text{เลขมวล}$$

อะไวทโทด

$$= \frac{6.2 \times 10^{14} \times 90}{6.2 \times 10^{23}}$$

$$= 9.18 \times 10^{-8}$$

จำนวนกรัมเท่ากับ  $9.18 \times 10^{-8}$  กรัม

13. จาก  $A = A_0 e^{-0.693t/T_{1/2}}$   
 แทนค่า 25 =  $100 e^{-0.693t/23}$   
 $t = 4.62$  ชั่วโมง  
 จะต้องใช้เวลา 4.62 ชั่วโมง

14. เนื่องจาก I - 132 อยู่ในภาวะสมดุลกับ Te - 132 ซึ่งเป็น parent คือ

Te-132 = 78 ชั่วโมง  
 $-0.693t/T_{1/2}$

จาก  $A = A_0 e^{-0.693t/T_{1/2}}$   
 แทนค่า 25 =  $100 e^{-0.693t/78}$

$t = 156.1$  ชั่วโมง

เมื่ออยู่ในภาวะสมดุลชั่วขณะจะต้องใช้เวลา 156.1 ชั่วโมง

15. จาก  $N = N_0 e^{-\lambda t}$   
 แทนค่า  $N = 10^8 (e^{-0.255 \times 1})$   
 $= 7.7 \times 10^7$

จาก  $N_d = N_0 - N$   
 $= 10^8 - 7.7 \times 10^7$   
 $= 2.3 \times 10^7$

Au - 198 สลายตัว  $2.3 \times 10^7$  อะตอม

16.  $\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}}$   
 $= \frac{0.693}{1,622 \times 3.1 \times 10^8}$   
 $= 1.378 \times 10^{-11} \times 5^{-1}$

จาก  $A = \lambda N$



$$\begin{aligned}
 A &= \frac{(1.378 \times 10^{-11})(1 \times 10^{-3} \times 6.02 \times 10^{23})}{226} \\
 &= 3.67 \times 10^7 \quad \text{dps} \\
 \text{ค่าคงที่การสลายตัว} &= 1.378 \times 10^{-11} \quad \text{S}^{-1} \\
 \text{จำนวนการแตกตัว} &= 3.67 \times 10^7 \quad \text{dps}
 \end{aligned}$$


---

$$\begin{aligned}
 17. \quad \text{จาก } A &= \lambda N \sigma (1 - e^{-0.693t / T_{1/2}}) \\
 \text{แทนค่า } A &= \frac{(10^{13})(10 \times 6.02 \times 10^{23})(36 \times 10^{-24})(1 - e^{-0.693 \times 15.3})}{58.94} \\
 &= 4.4 \times 10^{12} \quad \text{dps} \\
 \text{จาก } A &= \lambda N \\
 A &= \frac{A}{\lambda} \\
 &= \frac{A \cdot T_{1/2}}{0.693} \\
 N &= \frac{(4.4 \times 10^{12})(5.3 \times 3.16 \times 10^7)}{0.693} \\
 &= 1.06 \times 10^{21} \quad \text{อะตอม} \\
 \text{Co - 60 เกิดขึ้น } &1.06 \times 10^{21} \quad \text{อะตอม}
 \end{aligned}$$


---

$$\begin{aligned}
 18. \quad \text{จาก } A &= \lambda N \sigma (1 - e^{-0.693t / T_{1/2}}) \\
 &= \frac{10^{13} \times 10 \times 6.02 \times 10^{23} \times 36 \times 10^{-24} (1 - e^{-0.693 \times 0.5 / 5.3})}{58.94} \\
 &= 2.6 \times 10^{12} \quad \text{dps} \\
 &= 70.3 \quad \text{Ci} \\
 \text{กัมมันตภาพที่เกิดขึ้นในเวลาครึ่งปี เท่ากับ } &70.3 \quad \text{คูรี}
 \end{aligned}$$


---

19. เกิดกัมมันตภาพสูงสุด เมื่อ t มีค่ามาก

$$\begin{aligned} \text{จาก } A_{\max} &= \phi N \sigma \\ \text{unufii } A_{\max} &= \frac{10^{13} \times 10 \times 6.02 \times 10^{23} \times 36 \times 10^{-24}}{58.94} \\ &= 3.67 \times 10^{13} \\ &= \frac{3.67 \times 10^{13}}{3.7 \times 10^{10}} \\ &= 1 \times 10^3 \quad \text{Ci} \end{aligned}$$

กัมมันตภาพสูงสุดเท่ากับ  $10^3$  คูรี

-----  
20. จงอธิบายอนุกรมการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

คู่มือหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 100  
-----

21. จงอธิบายภาวะสมดุลของสารกัมมันตรังสี

คู่มือหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 92  
-----

22. จงอธิบายการสร้างสารกัมมันตรังสีโดยใช้นิวตรอน

คู่มือหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 100  
-----

## เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 4

1. จงอธิบายการกระทำของรังสีที่เป็นอนุภาคกับวัตถุ

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 110

2. จาก  $\mu = \frac{0.693}{\text{HVL}}$

และ  $\mu_n$  ซ  $\mu / \rho$

แทนค่า

วัตถุ	น้ำ	อลูมิเนียม	เหล็ก	ตะกั่ว
$\mu \text{ (m}^{-1}\text{)}$	6.7	16	44	77
$\mu_m \times 10^3 \text{ (m}^2 / \text{kg)}$	6.7	6.2	5.6	6.8

3.  $n = \frac{\log_x}{\log_e 2} = 6.35$

จะต้องใช้ 6.35 HL

4. จงอธิบายขบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง

ดูหนังสือฟิสิกส์รังสีหน้า 157

5. n. จาก

$$Ah = 0.0243 (1 - \cos \theta)$$

แทนค่า  $\Delta\lambda = 0.0243 \left(1 - \cos \frac{\pi}{2}\right)$

$$\begin{aligned} &= 0.024 \text{ A}' \\ \lambda' &= \lambda + \Delta\lambda \\ &= 0.708 + 0.024 \\ &= 0.732 \text{ A}' \end{aligned}$$

ความยาวคลื่นของรังสีเอ็กซ์ที่สะท้อนเป็นมุม  $\pi / 2$  เท่ากับ 0.732 อังสตรอม

$$\begin{aligned} \text{ข. } Ah &= 0.0243 \left( 1 - \cos \frac{\pi}{2} \right) \\ &= 0.048 \text{ A}' \\ \lambda' &= \lambda + \Delta\lambda \\ &= 0.708 + 0.048 \\ &= 0.756 \text{ A}' \end{aligned}$$

ความยาวคลื่นของรังสีเอ็กซ์ที่สะท้อนเป็นมุม เท่ากับ 0.756 อังสตรอม

$$\begin{aligned} 6. \quad Ah &= 0.0243 \left( 1 - \cos \emptyset \right) \\ Ah &= 0.0243 \left( 1 - \cos 60' \right) \\ &= 0.012 \\ \lambda &= \lambda' - Ah \\ &= 0.254 - 0.012 \\ &= 0.242 \text{ A}' \end{aligned}$$

ความยาวคลื่นของรังสีเอ็กซ์เท่ากับ 0.242 อังสตรอม

$$\begin{aligned} 7. \quad \text{ก. } Ah &= 0.0243 \left( 1 - \cos 90' \right) \\ &= 0.0243 \text{ A}' \end{aligned}$$

ความยาวเปลี่ยนไป 0.0243 อังสตรอม

$$\begin{aligned}
 \text{ii. } \lambda' &= \lambda h + \lambda \\
 &= 0.0243 + 0.2 \\
 &= 0.2243 \quad \text{Å}
 \end{aligned}$$

$$\boxed{E' = \frac{12.4}{\lambda'}}$$

$$\begin{aligned}
 E' &= \frac{12.4}{0.2243} \\
 &= 55.4 \quad \text{KeV}
 \end{aligned}$$

พลังงานของรังสีเอ็กซ์สะท้อนเท่ากับ 55.4 เคอีวี

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{12.4}{\text{Å}} \\
 &= \frac{12.4}{0.2} \\
 &= 62 \quad \text{KeV}
 \end{aligned}$$

พลังงานของรังสีเอ็กซ์ตกกระทบเท่ากับ 62 เคอีวี

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานของคอมป์ตันอิเล็กตรอน} &= E - E' \\
 &= 62 - 55.4 \\
 &= 6.6 \quad \text{KeV}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{iii. K.E.} &= \frac{1}{2} mV^2 \\
 V &= \sqrt{\frac{2K.E.}{m}} \\
 &= \sqrt{\frac{2(6.6 \times 10^3 \times 1.6 \times 10^{-19})}{9.11 \times 10^{-31}}} \\
 &= 5 \times 10^6 \quad \text{m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{p} &= mV \\
 &= (9.11 \times 10^{-31}) (5 \times 10^7) \\
 &= 4.4 \times 10^{-23} \text{ kg.m / s}
 \end{aligned}$$

โมเมนตัมของคอมป์ตันอิเล็กตรอนเท่ากับ  $4.4 \times 10^{-23}$  กก. / เมตร

8. พลังงานของโฟตอนสะท้อน ( $E'$ ) = พลังงานของโฟตอนตกกระทบ ( $E$ )

$$\begin{aligned}
 E' &= \frac{E}{2} \\
 1.24 &= \frac{1.24}{\lambda'} \\
 \lambda' &= 2\lambda'
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \Delta\lambda &= 0.0243 (1 - \cos 90^\circ) \\
 &= 0.0243 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\Delta h = \lambda' - \lambda$$

$$\Delta h = \lambda' - \frac{\lambda'}{2} = \frac{\lambda'}{2}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda' &= 2\Delta\lambda \\
 &= 2(0.0243) \\
 &= 0.0486 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E' &= \frac{12.4}{\lambda'} \\
 &= \frac{12.4}{0.0486} \\
 &= 2.6 \times 10^2 \text{ KeV}
 \end{aligned}$$

พลังงานของโฟตอนสะท้อนเท่ากับ  $2.6 \times 10^2$  เคลวี

9.  $\Delta h = \frac{20}{100} \lambda = 0.2 \lambda$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 0.2 \lambda$$

$$\lambda' = 1.2 \lambda$$

$$\frac{1}{E'} = \frac{1.2}{E}$$

$$E' = \frac{E}{1.2}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } E' &= \frac{0.6}{1.2} \\ &= 0.5 \text{ MeV} \end{aligned}$$

พลังงานของโฟตอนสะท้อนเท่ากับ 0.5 เม็กอีวี

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น พลังงานของคอมป์ตันอิเล็กตรอน} &= 0.6 - 0.5 \\ &= 0.1 \text{ "เม็กอีวี} \end{aligned}$$

## เฉลยแบบฝึกหัด บทที่5

1. จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดรังสีชนิดไกเกอร์

คู่มือฟิลิกส์รังสีหน้า 144

---

2. จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดรังสีชนิดซิลทิลเลชัน

คู่มือฟิลิกส์รังสีหน้า 147

---

3. จงอธิบาย gamma ray spectrometry

คู่มือฟิลิกส์รังสีหน้า 150

---

4. จงอธิบายวงจรรีเล็คโทรอนิกส์ที่ใช้ในเครื่องวัดรังสีชนิดซิลทิลเลชัน

คู่มือฟิลิกส์รังสีหน้า 160

---

5. จงอธิบาย Film badge และ TLD

คู่มือฟิลิกส์รังสีหน้า 166, 167

---



## เฉลยแบบฝึกหัด บทที่ 6

1. จงอธิบายเอ็กโพเซอร์

คู่มือฟิสิกส์รังสีหน้า 173

---

2. จงอธิบายโดส

คู่มือฟิสิกส์รังสีหน้า 170

---

3. จงอธิบายพลังงานถ่ายทอดเชิงเส้น

คู่มือฟิสิกส์รังสีหน้า 176

---

4. จงอธิบายค่าคงที่รังสีแกมมาจำเพาะ

คู่มือฟิสิกส์รังสีหน้า 177

---

## เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 7

1. จงอธิบายวิธีวัดโดสของรังสีเมื่อแหล่งกำเนิดรังสีอยู่ภายนอกร่างกาย

คู่มือฟิสิกส์รังสีหน้า 183

$$2. \quad E \leq 3 \text{ MeV}$$

$$\frac{hc}{\lambda} \leq 3 \text{ MeV}$$

$$\lambda \geq \frac{hc}{3}$$

$$\text{unufii } \lambda \geq \frac{(6.625 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)(10^{10})}{3 \times 10^6 \cdot 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\geq 4.1 \times 10^{-3}$$

หน่วยเรินเกนที่ใช้ได้กับรังสีเอ็กซ์ หรือ รังสีแกมมาที่มีความยาวคลื่นมากกว่า  $4.1 \times 10^{-3}$

อังกฤษรวม

3. ไอออนที่เกิดในอากาศมวล  $\Delta m$  เมื่อได้รับโดส  $D$  คิดเป็นประจุ  $\Delta Q$  ดังนี้

$$\Delta Q = D \Delta m \quad (1)$$

มวล  $\Delta m$  และปริมาณ  $\Delta V$  ของอากาศมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$\Delta m = \frac{\Delta V p \mu}{RT} \quad (2)$$

เมื่อ  $P$  = ความดันของอากาศ

$T$  = อุณหภูมิของอากาศ

$\mu$  = มวลของหนึ่งกิโมล

$R$  = ค่าคงที่ของแก๊ส

จำนวนไอออนคู่เท่ากับ

$$N = \frac{DVP\mu}{eRT}$$

แทนค่า D = 1 เวกินท์ =  $2.58 \times 10^{-4}$  C/Kg

v = 1 ซม.<sup>3</sup> =  $10^{-6}$  ม.<sup>3</sup>

P = 760 มม.ปรอท =  $10^5$  นิวตัน / ม.<sup>2</sup>

$\mu$  = 29 mm. / กิโลโมล

R =  $8.31 \times 10^3$  จูลย์ / กิโลโมล.องศา

T = 273' เคลวิน

e =  $1.6 \times 10^{-19}$  คูลอมป์

$$N = \frac{(2.58 \times 10^{-4})(10^{-6})(10^5)(29)}{(1.6 \times 10^{-19})(8.3 \times 10^3)(273)}$$

=  $2.1 \times 10^9$  ไอออนคู่

เกิดไอออนคู่จำนวน  $2.1 \times 10^9$  คู่



