วิชาฟิสิกส์

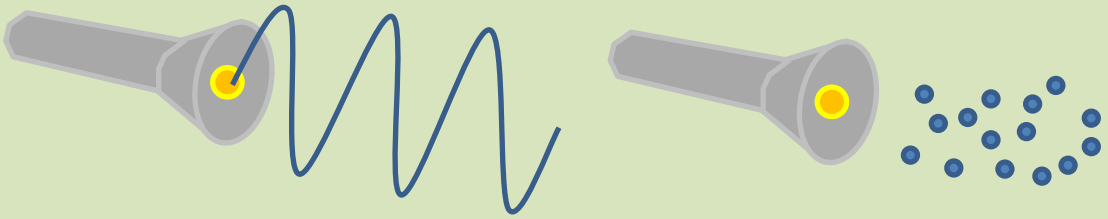
ฟิสิกส์อะตอมและนิวเคลียร์

โดย

อ.ณัฐพล แซ่โง้ว

ปรากฏการณ์ โฟโต้อิเล็กทริค

แสง เป็นได้ทั้งคลื่น และเป็นได้ทั้งอนุภาค อนุภาคของแสง เป็นก้อนพลังงาน เรียกว่า ควอนตัม หรือ โฟตอน กล่าว โดย มักซ์ พลังค์ (Max Planck)



ปริมาณพลังงานที่รับส่งโดย โฟตอน มีความสัมพันธ์กับความถี่ของแสง

$$E = hf$$

พลังงานของโฟตอน หน่วย J

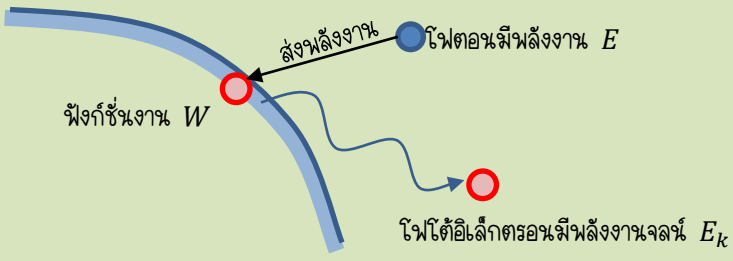
ความถี่ของแสง หน่วย s^{-1}

ค่าคงตัวของพลังค์ $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$

พลังงานในหน่วย จูล เปลี่ยนเป็น พลังงานในหน่วย อิเล็กตรอนโวลต์ ⇒ จูล $\div 1.6 \times 10^{-19}$ = อิเล็กตรอนโวลต์

หากต้องการพลังงานของโฟตอนในหน่วย อิเล็กตรอนโวลต์ ⇒ $E_{(\text{eV})} = \dfrac{1240}{\lambda_{(\text{nm})}}$

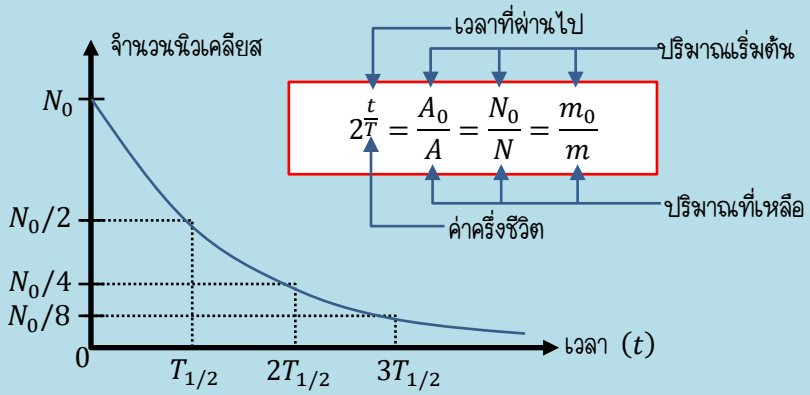
ฉายแสงกระทบโลหะ มีอิเล็กตรอนหลุดออกมา เรียก อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาว่า โฟโต้อิเล็กตรอน พลังงานของโฟตอนต่ำสุดที่ยังทำให้ เกิดโฟโตอิเล็กตรอน เรียกว่า ฟังก์ชั่นงาน หากพลังงานของโฟตอนมีค่ามากว่าฟังก์ชั่นงาน อิเล็กตอนจะหลุดออกมาโดยมีพลังงานจลน์ด้วย สามารถหยุดการเคลื่อนที่ของโฟโต้อิเล็กตรอน ด้วยศักย์หยุดยั้ง คือความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เกือบจะถึงขั้วแอโนด



$$E_k = E - W$$

อิเล็กตรอนรับพลังงานทั้งหมดจากโฟตอน หรือไม่ก็ไม่รับเลย

การสลายตัวและค่าครึ่งชีวิต



เวลาที่ผ่านไป ปริมาณเริ่มต้น

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

ปริมาณที่เหลือ ค่าครึ่งชีวิต

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

ค่าคงที่การสลาย

ปฏิกิริยานิวเคลียร์

มวลก่อนเกิดปฏิกิริยาและหลังเกิดปฏิกิริยาไม่เท่ากัน มวลที่เปลี่ยนแปลงไป เรียกว่า มวลพร่อง

มวลและพลังงาน มีความสัมพันธ์ ดังนี้ $E = mc^2$

พลังงาน หน่วย จูล

อัตราเร็วแสง 3×10^8 เมตรต่อวินาที

มวล หน่วย กิโลกรัม

หรือ $E = \Delta m \times 931$

พลังงาน หน่วย เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

มวลพร่อง หน่วย มวลอะตอม (U)

มวลเพิ่มขึ้น.....คายพลังงาน มวลลดลง.....ดูดพลังงาน

NOTE.

1. ฉายแสงที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตรลงบนโลหะ 3 ชนิด A, B และ C ที่มีค่าฟังก์ชันงานเป็น 2.5 eV , 3.9 eV และ 4.5 eV ตามลำดับ โลหะชนิดใดที่เกิดโฟโตอิเล็กตรอนได้
   1. A
   2. A และ B
   3. A, B และ C
   4. ไม่เกิดทั้ง 3 ชนิด

2. พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนในปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกไม่ขึ้นกับสิ่งใด
   1. ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแอโนดและแคโทด
   2. ความถี่ของแสงตกกระทบ
   3. ชนิดของโลหะที่ทำขั้วแคโทด
   4. ชนิดของโลหะที่ทำขั้วแอโนด

3. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น (ในหน่วยนาโนเมตร) ในข้อใดต่อไปนี้ที่ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์ต่ำที่สุด เมื่อฉายไปยังโลหะชนิดหนึ่งที่มีค่าฟังก์ชันงาน 4.8 อิเล็กตรอนโวลต์
   1. 210
   2. 240
   3. 270
   4. 300

4. เมื่อฉายแสงความถี่ 5×10^{14} เฮิรตซ์ลงบนโลหะชนิดหนึ่ง พบว่าอิเล็กตรอนที่หลุดออกมามีพลังงานจลน์สูงสุด 0.8 อิเล็กตรอนโวลต์ ถ้าฉายแสงที่มีความถี่ 10^{15} เฮิรตซ์ลงบนโลหะเดิม อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจะมีพลังงานจลน์สูงสุดกี่อิเล็กตรอนโวลต์

1. 1.3 2. 2. 5 3. 2.9 4. 4.1

5. ธาตุกัมมันตรังสีธรรมชาติ X มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 5,000 ปี นักธรณีวิทยาค้นพบซากของสัตว์โบราณที่ มีปริมาณธาตุกัมมันตรังสี X เหลืออยู่เพียง 6.25% ของปริมาณเริ่มต้นสัตว์โบราณนี้มีชีวิตโดยประมาณเมื่อกี่ปีมาแล้ว

1. 10,000 ปี 2. 15,000 ปี

3. 20,000 ปี 4. 25,000 ปี

6. สารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีจำนวนนิวเคลียสเริ่มต้นเท่ากับ N_0 มีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ $T_{\frac{1}{2}}$ เมื่อเวลาผ่านไปนานเท่าใดสานนี้จึงจะสลายตัวไป $\frac{3N_0}{4}$

1. $\frac{T_{\frac{1}{2}}}{4}$ 2. $\frac{3T_{\frac{1}{2}}}{4}$ 3. $2T_{\frac{1}{2}}$ 4. $\frac{T_{\frac{1}{2}}\ln\left(\frac{3}{4}\right)}{\ln 2}$

7. สารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีค่าครึ่งชีวิต 100 วินาที ถ้าเริ่มต้นมีสารชนิดนี้จำนวน 100 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 250 วินาที จะเหลือสารชนิดนี้ประมาณกี่กรัม

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

8. สารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งปลดปล่อยรังสีที่อัตรา 2,000 ครั้งต่อนาที เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี อัตราลดลงเหลือ 1,800 ครั้งต่อนาที สารนี้มีครึ่งชีวิตประมาณกี่ปี

1. 0.1
2. 0.7
3. 5.0
4. 6.7

9. ในบริเวณหนึ่งพบว่า วัดกัมมันตภาพในช่วง 15 วันได้ดังตาราง เพื่อความปลอดภัยจะต้องรอให้มีกัมมันตภาพ ไม่เกิน 120 เบ็กเคอเรล จึงจะเข้าไปสำรวจบริเวณดังกล่าวได้ อยากทราบว่า จะต้องรอให้ผ่านไปอย่างน้อยที่สุด กี่วัน

วันที่	0	2	5	10	15
กัมมันตภาพ (Bq)	1000	795	560	317	178

1. 17
2. 19
3. 21
4. 23

10. นิวเคลียสของเรเดียม-226 มีการสลายตัวดังสมการข้างล่าง x คืออะไร

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow \ ^{222}_{82}Rn \ + X$$

1. รังสีแกมมา
2. อนุภาคบีตา
3. อนุภาคนิวตรอน
4. อนุภาคแอลฟา

11. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ $^{11}_{5}B + {}^{1}_{1}H \rightarrow 3{}^{4}_{2}He$ เป็นปฏิกิริยาดูดหรือคายพลังงาน กี่เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ กำหนดให้

$m(^{11}_{5}B) = 11.009305\ u$ $m(^{1}_{1}H) = 1.007825\ u$

$m(^{4}_{2}He) = 4.00260\ u$ $1u = 931.5MeV/c^2$

1.คายพลังงาน 0.009

2.ดูดพลังงาน 0.009

3.คายพลังงาน 8.7

4.ดูดพลังงาน 8.7

5.คายพลังงาน 7,465.5

12. จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน $^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow \mathrm{X} + \mathrm{n}$

กำหนดให้ มวลของ p = 1.0078 u
มวลของ n = 1.0087 u
มวลของ α = 4.0026 u
มวลของ $^{2}_{1}\mathrm{H}$ = 2.0141 u
มวลของ $^{3}_{1}\mathrm{H}$ = 3.0160 u
มวลของ $^{5}_{2}\mathrm{He}$ = 5.0123 u
และ 1u = 930 $\mathrm{MeV/c^2}$

จงพิจารณาว่า X ในปฏิกิริยานี้คืออะไร และมีการปลดปล่อยพลังงานจำนวนเท่าใด

1. α และ 1.94×10^{-16} MeV
2. α และ 17.5 MeV
3. $^{5}_{2}\mathrm{He}$ และ 1.02×10^{-14} MeV
4. $^{5}_{2}\mathrm{He}$ และ 922 MeV

13. ปรากฏการณ์นิวเคลียร์ที่สร้างโดยมนุษย์ ซึ่งต้องการหลอมรวม ดิวเทอเรียมและทริเทียมให้กลายเป็นนิวเคลียสของฮีเลียม และนิวตรอน พลังงานต่อปฏิกิริยาจะมีค่าประมาณเท่าไหร่ ในหน่วยMeV กำหนดให้ $1u = 931.5MeV/c^2$

อนุภาค	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{3}_{2}H$	$^{4}_{2}H$	$^{1}_{0}n$
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