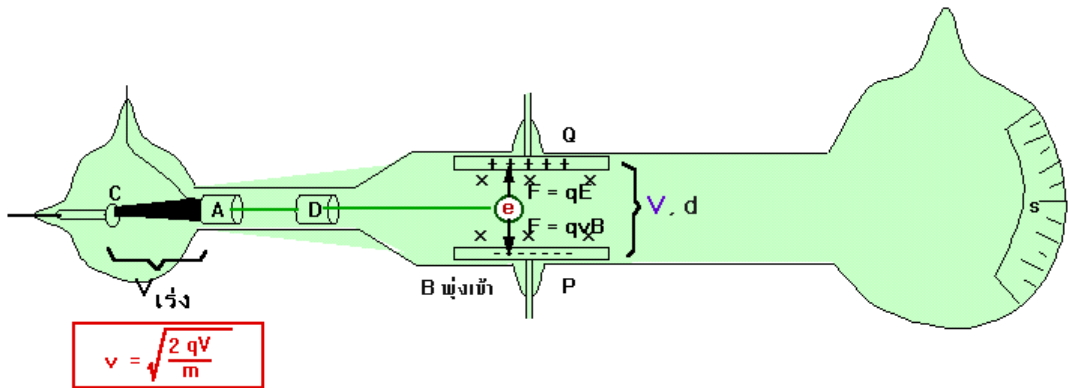


ตะลุยโจทย์โควตา มช. ฟิสิกส์ บทที่ 19 ฟิสิกส์อะตอม ชุด 1

การทดลองของทอมสัน

การทดลองหาค่าความเร็วอิเล็กตรอน



เมื่ออิเล็กตรอนวิ่งตัดสนามแม่เหล็กพร้อมกับสนามไฟฟ้า ดังรูป อิเล็กตรอนจะถูกแรงกระทำ 2 แรง คือ

1) แรงสนามไฟฟ้าที่มีทิศขึ้น ($F = qE$)

2) แรงผลัดสนามแม่เหล็กมีทิศลง ($F = qvB$)

หากแรงทั้งสองมีค่าเท่ากัน อิเล็กตรอนจะเคลื่อนเป็นเส้นตรงอยู่ในแนวระดับ

จะได้ว่า $F_{\text{ลง}} = F_{\text{ขึ้น}}$

$$qvB = qE$$

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

$$v = \frac{V}{dB}$$

$$\text{เพราะ } E = \frac{V}{d}$$

เมื่อ v คือ ความเร็วอิเล็กตรอน (m/s)

E คือ ความเข้มสนามไฟฟ้า ($\frac{N}{C}, \frac{V}{m}$)

B คือ ความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (เทสลา)

V คือ ความต่างศักย์ที่ใช้ (โวลต์)

d คือ ระยะห่างของขั้วไฟฟ้าที่ใช้จุด e นั้น (m)

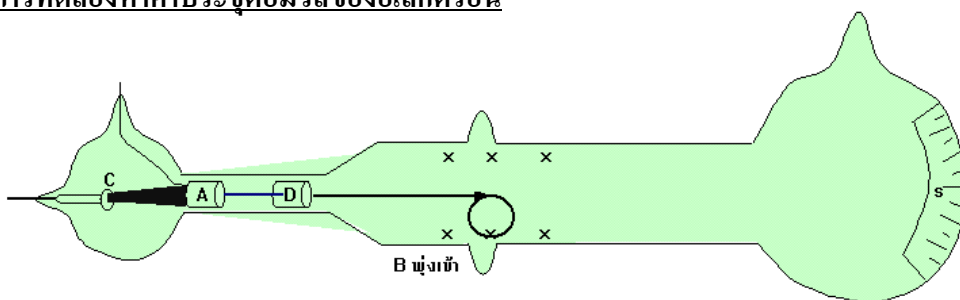
1(มช 50) อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1.2×10^6 เมตรต่อวินาที ในสนามแม่เหล็กที่มีความเข้ม 0.2 เทสลา และในสนามไฟฟ้า โดยที่สนามทั้งสองตั้งฉากกันเอง ความเข้มสนามไฟฟ้าที่ทำให้อิเล็กตรอนไม่เกิดการเบี่ยงเบนจะมีค่ากี่กิโลโวลต์ต่อเมตร

วิธีทำ

2. ในการทดลองหาอัตราเร็วอิเล็กตรอน ถ้าใช้สนามแม่เหล็กความเข้ม 1×10^{-3} เทสลา และใช้สนามไฟฟ้าที่เกิดจากเพลตสองเพลตที่อยู่ห่างกัน 0.01 เมตร และมีความต่างศักย์ 200 โวลต์ ทำให้รังสีคาโทดเป็นเส้นตรงพอดี จงหาความเร็วของอนุภาครังสีคาโทด

วิธีทำ

การทดลองหาค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน



เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็กด้วยความเร็ว จะเคลื่อนที่โค้งเป็นรูปวงกลม

$$\text{จาก } R = \frac{mv}{qB}$$

$$\boxed{\frac{q}{m} = \frac{v}{BR}}$$

เมื่อ q คือ ประจุของอิเล็กตรอน 1 ตัว (C)

v คือ ความเร็วของอิเล็กตรอน (m/s)

R คือ รัศมีวงโคจรอิเล็กตรอน (m)

m คือ มวลอิเล็กตรอน 1 ตัว (kg)

B คือ ความเข้มสนามแม่เหล็ก (เทสลา)

จากการทดลองของทอมสัน จะได้ $\frac{q}{m}$ ของอิเล็กตรอนมีค่า 1.76×10^{11} C/kg

3. เมื่อยิงอิเล็กตรอนความเร็ว 3×10^7 เมตร/วินาที พุ่งเข้าตัดตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กความเข้ม 0.001 เทสลา ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนเป็นวงกลมรัศมี 0.2 เมตร จงหาค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน

วิธีทำ

การทดลองของมิลลิแกน

การทดลองหาค่าประจุอิเล็กตรอนของมิลลิแกน (Robert A. Millikan)

จากอุปกรณ์การทดลองดังรูป เมื่อผ่านละอองฝอยน้ำมันลงไประหว่างขั้วไฟฟ้า หยดน้ำมันเล็ก ๆ บางหยดจะมีประจุบวก บางหยดจะมีประจุลบ พวกที่มีประจุบวกจะตกลงเบื้องล่างอย่างรวดเร็ว บางหยดที่มีประจุเป็นลบขนาดเหมาะสม จะลอยอยู่นิ่ง ๆ ได้อย่างสมดุล

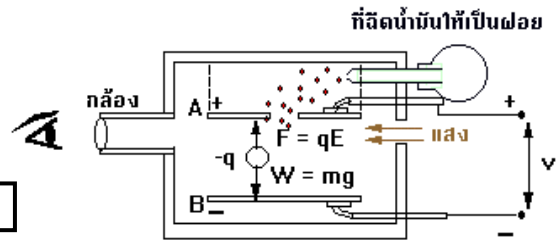
พิจารณาเฉพาะหยดที่อยู่นิ่ง ๆ

$$\text{จาก } F_{\text{ขึ้น}} = F_{\text{ลง}}$$

$$qE = mg$$

$$neE = mg \quad \text{เพราะ } q = ne$$

$$ne = \frac{mg}{E}$$



เมื่อ q คือ ประจุรวมทั้งหมดในหยดน้ำมัน(C)

n คือ จำนวนอิเล็กตรอน

e คือ ประจุอิเล็กตรอน 1 ตัว

m คือ มวลของหยดน้ำมันทั้งหมด (kg)

E คือ ความเข้มสนามไฟฟ้า (N/C)

จากการทดลองจะได้ $ne = \text{จำนวนเต็ม} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$$\text{เช่น } ne = 1 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$ne = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$ne = 3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

จึงสรุปว่า อิเล็กตรอน 1 ตัว มีประจุ 1.6×10^{-19} คูลอมป์ ส่วนจำนวนเต็มคูณอยู่ ก็คือ จำนวนอิเล็กตรอนนั่นเอง

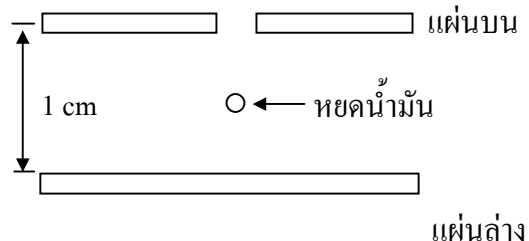
4(มข 47) ในการทดลองมิลลิแกน ดังรูป

ต้องใช้ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นโลหะ

ค่าเท่าใด จึงจะทำให้ หยดน้ำมันหยดนี้

เมื่อหยดน้ำมันมีมวล $6.4 \times 10^{-15} \text{ kg}$

และได้รับอิเล็กตรอนเพิ่ม 7 ตัว



ให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลกเท่ากับ 9.8 m/s^2

1. $5.6 \times 10^2 \text{ V}$ ต่อแผ่นบนกับขั้วบวก และแผ่นล่างกับขั้วลบ

2. 5.6×10^2 V ต่อแผ่นบนกับขั้วลบ และแผ่นล่างกับขั้วบวก
3. 5.6×10^4 V ต่อแผ่นบนกับขั้วบวก และแผ่นล่างกับขั้วลบ
4. 5.6×10^4 V ต่อแผ่นบนกับขั้วลบ และแผ่นล่างกับขั้วบวก

วิธีทำ

5. หยดน้ำมันอันมีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าจำนวนโปรตรอนอยู่ 10 ตัว มีมวล 1.6×10^{-15} kg ลอยแขวนอยู่ระหว่างแผ่นประจุในเครื่องทดลองของมิลลิแกน ซึ่งมีความต่างศักย์ 100 โวลต์ ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า 1 เซนติเมตร จงหาประจุของอิเล็กตรอน 1 ตัว

วิธีทำ

- 6(มช 36) ในการทดลองของมิลลิแกนเมื่อทำให้หยดน้ำมันมวล 1.6×10^{-14} กิโลกรัม ลอยหยุดนิ่งระหว่างแผ่นโลหะขนานซึ่งวางห่างกัน 1 ซม. โดยแผ่นบนมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าแผ่นล่างเท่ากับ 392 โวลต์ ถ้าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกเท่ากับ 9.8 m/s^2 และอิเล็กตรอนมีประจุ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ จงคำนวณหาว่าหยดน้ำมันนี้มีอิเล็กตรอนแฝงอยู่ที่ตัว
1. 25
 2. 50
 3. 250
 4. 500

วิธีทำ

ทฤษฎีอะตอมของโบร์

โบร์ ได้เสนอแบบจำลองอะตอมของไฮโดรเจนขึ้นมาโดยนำแนวคิดเรื่องควอนตัมของพลังงานของพลังค์มาใช้กับแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด พร้อมทั้งเสนอสมมติฐานขึ้นใหม่ 2 ข้อ คือ

1. อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบนิวเคลียสจะมีวงโคจรบางวงที่อิเล็กตรอนไม่แผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา ในวงโคจรดังกล่าวอิเล็กตรอนจะมีโมเมนตัมเชิงมุม (L) คงตัว และโมเมนตัมเชิงมุมนี้มีค่าเป็นจำนวนเต็มเท่าของค่าตัวมูลฐานค่าหนึ่งคือ \hbar (อ่านว่า เอชบาร์) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{h}{2\pi}$
- ดังนั้น สำหรับอิเล็กตรอนมวล m ที่เคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรรัศมี r โดยมีอัตราเร็วเชิงเส้น v ตามสมมติฐานข้อนี้จะได้ว่า

$$L = mvr = n\hbar$$

เมื่อ n เป็นเลขจำนวนเต็มบวก 1, 2, 3, ในที่นี้เรียกว่า เลขควอนตัม ของวงโคจร

2. อิเล็กตรอนจะรับหรือปล่อยพลังงานออกมา เมื่อมีการเปลี่ยนวงโคจรตามข้อ 1. พลังงานที่อิเล็กตรอนรับหรือปล่อยออกมาจะอยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับทฤษฎีอะตอมของโบร์

1. สูตรหารัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจน

$$r_n = \left[\frac{\hbar^2}{mke^2} \right] n^2$$

$$= \frac{(1.05 \times 10^{-34})^2}{(9.1 \times 10^{-31})(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2} n^2$$

$$r_n = 5.3 \times 10^{-11} n^2$$

เมื่อ r_n คือ รัศมีวงโคจรที่ n (เมตร)

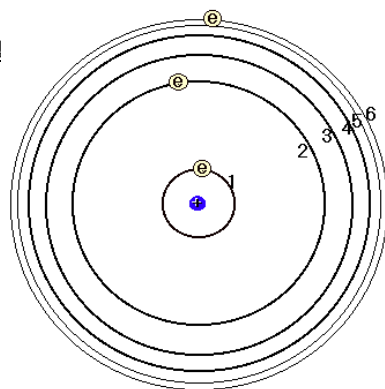
$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{2\pi} = 1.05 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

m คือ มวลของอิเล็กตรอน = $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ N/m}^2 / \text{C}^2$$

e = ประจุอิเล็กตรอน = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

n คือ ลำดับของวงโคจร



7(มข 34) รัศมีวงโคจรที่สองจากในสุดของอะตอมไฮโดรเจนมีค่าเท่ากับ เมตร

วิธีทำ

8(En 41) ในแบบจำลองอะตอมไฮโดรเจนของโบร์รัศมี วงโคจรของอิเล็กตรอนในสถานะ $n = 4$

เป็นกี่เท่าของรัศมีวงโคจรในสถานะ $n = 1$

วิธีทำ

2. สูตรหาพลังงานของอิเล็กตรอนในวงโคจรต่างๆ ของอะตอมไฮโดรเจน

เนื่องจาก พลังงานรวมของอิเล็กตรอน = พลังงานศักย์ไฟฟ้า + พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน

$$E_n = -\frac{k e^2}{r_n} + \frac{1}{2} \frac{k e^2}{r_n}$$

$$E_n = -\frac{1}{2} \frac{k e^2}{r_n}$$

$$\text{เมื่อ } r_n = \left[\frac{\hbar^2}{m k e^2} \right] n^2$$

$$E_n = -\frac{1}{2} \frac{m k^2 e^4}{n^2 \hbar^2}$$

หรือ
$$E_n = \frac{E_1}{n^2}$$

เพราะ
$$-\frac{1}{2} \frac{m k^2 e^4}{\hbar^2} = -\frac{1}{2} \frac{(9.1 \times 10^{-31})(9 \times 10^9)^2 (1.6 \times 10^{-19})^4}{(1.05 \times 10^{-34})^2}$$

$$= -21.76 \times 10^{-19} \text{ จูล}$$

$$= -13.6 \text{ อิเล็กตรอนโวลต์}$$

พลังงานจำนวนนี้คือพลังงานรวมของอิเล็กตรอนซึ่งอยู่ในวงโคจรที่ 1 เรียก E_1

สรุปได้ว่า

$$E_n = \frac{E_1}{n^2}$$

เมื่อ E_n คือ พลังงานอิเล็กตรอนในวงโคจรที่ n (อิเล็กตรอนโวลต์, eV)

E_1 คือ พลังงานของอิเล็กตรอนไฮโดรเจนในวงโคจรที่ 1 คือ -13.6 eV

** พลังงาน (E_n) มีค่าเป็นลบ มีความหมายว่า อิเล็กตรอนถูกนิวเคลียสยึดไว้ **

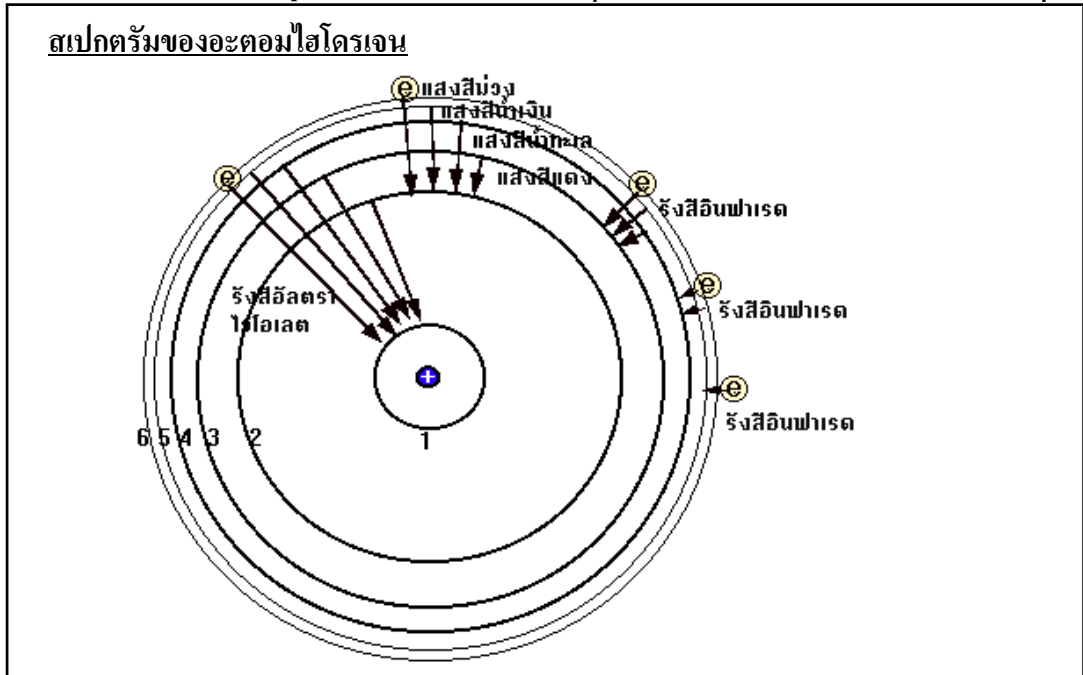
9. จากทฤษฎีอะตอมของโบร์

พลังงานของอิเล็กตรอนของไฮโดรเจนในวงโคจรที่ 4 (E_4) =

พลังงานของอิเล็กตรอนของไฮโดรเจนในวงโคจรที่ 3 (E_3) =

พลังงานของอิเล็กตรอนของไฮโดรเจนในวงโคจรที่ 2 (E_2) =

พลังงานของอิเล็กตรอนของไฮโดรเจนในวงโคจรที่ 1 (E_1) =



10. จงเติมค่าลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

(เกี่ยวกับการเปลี่ยนวงโคจรของอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจน)

การเคลื่อน e^-	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	อนุกรม
บน \rightarrow 1
6 \rightarrow 2	
5 \rightarrow 2
4 \rightarrow 2	
3 \rightarrow 2	
บน \rightarrow 3
บน \rightarrow 4
บน \rightarrow 5

การคำนวณหาพลังงาน ความถี่ ความยาวคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า

$$\Delta E = E_f - E_i \quad \text{เมื่อ } \Delta E \text{ คือพลังงานที่เปลี่ยนแปลง (eV)}$$

$$|\Delta E| = \frac{hf}{e} \quad \text{หากมีค่าบวกจะเป็นการดูดพลังงาน}$$

$$\text{หรือ } |\Delta E| = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{1.6 \times 10^{-19}} f \quad \text{หากมีค่าลบจะเป็นการคายพลังงาน}$$

$$|\Delta E| = 4.125 \times 10^{-15} f \quad E_f \text{ คือ พลังงาน } e \text{ ในวงโคจรสุดท้าย}$$

$$|\Delta E| = \frac{hc}{e\lambda} \quad E_i \text{ คือ พลังงาน } e \text{ ในวงโคจรเริ่มต้น}$$

$$|\Delta E| = \frac{(6.6 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{(1.6 \times 10^{-19}) \lambda} \quad h \text{ คือ ค่าคงที่ของพลังค์} = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$|\Delta E| = \frac{1237.5 \times 10^{-9}}{\lambda} \quad f \text{ คือ ความถี่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Hz)}$$

e คือ ประจุอิเล็กตรอน 1 ตัว = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

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

λ คือ ความยาวคลื่น (m)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \quad \text{เมื่อ } R \text{ คือ ค่าคงตัวของริดเบิร์ก} = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

n_f คือ ลำดับชั้นสุดท้าย

n_i คือ ลำดับชั้นเริ่มต้น

11(En 40) พลังงานต่ำสุดของอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนคือ -13.6 อิเล็กตรอนโวลต์ ถ้าอิเล็กตรอนเปลี่ยนสถานะจาก $n=3$ ไปสู่สถานะ $n=2$ จะให้แสงที่มีพลังงานควอนตัมเท่าใด

1. 1.51 eV

2. 1.89 eV

3. 3.40 eV

4. 4.91 eV

วิธีทำ

12. จากข้อที่ผ่านมา พลังงานที่คายออกมา จะมีความยาวช่วงคลื่นเท่าใด

วิธีทำ

13. ถ้าอะตอมเปลี่ยนระดับพลังงานเดิมจาก E_3 มายัง E_1 จะปลดปล่อยโฟตอนที่มีความยาวช่วงคลื่นเท่าใด และความยาวช่วงคลื่นมีค่าเท่าใด

วิธีทำ

14(มข 46) จากทฤษฎีอะตอมของโบร์ พลังงาน E ของอะตอมสมมติเขียนดังนี้ $E = -\frac{36}{n^2}$ eV
ถ้าอะตอมนี้ถูกกระตุ้นให้เปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะพื้นไปยัง $n = 3$ แล้ว เมื่ออะตอมกลับสู่สถานะพื้นจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีค่าความถี่สูงสุดเป็น $A \times 10^{15}$ เฮิรตซ์ จงคำนวณค่า A

วิธีทำ

15(มข 48) จงหาค่าความยาวคลื่นที่ยาวที่สุดในหน่วยนาโนเมตร ในอนุกรมบัลเมอร์ของเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจนอะตอม

1. 818

2. 654

3. 484

4. 363

วิธีทำ

รังสีเอ็กซ์

การคำนวณหาความถี่สูงสุดของรังสีเอ็กซ์

เนื่องจากอิเล็กตรอน จะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (รังสีเอ็กซ์)

จึงได้ว่า $W = E$ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

$$eV = hf$$

หรือ

$$eV = \frac{hc}{\lambda}$$

เมื่อ e คือ ประจุอิเล็กตรอน ($1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

V คือ ความต่างศักย์ที่ใช้เร่งอิเล็กตรอน(โวลต์)

h คือ ค่าคงของพลังค์ = $6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

f คือ ความถี่สูงสุดรังสีเอ็กซ์ (Hz)

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

λ คือ ความยาวคลื่นน้อยที่สุดรังสีเอ็กซ์ (m)

16. ในหลอดผลิตรังสีเอ็กซ์ ถ้าใช้ความต่างศักย์เร่ง e 20,000 โวลต์ จงหาความถี่ของรังสีเอ็กซ์

วิธีทำ

17(มข 46) อิเล็กตรอนถูกเร่งในหลอดรังสีเอกซ์จนมีพลังงานจลน์สูงสุดเท่ากับ 30 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ เข้ากระทบเป้าโลหะ และปล่อยรังสีเอกซ์ออกมาด้วยค่าความยาวคลื่นต่ำสุดกี่เมตร

1. 4×10^{-12}

2. 4×10^{-11}

3. 4×10^{-9}

4. 4×10^{-8}

วิธีทำ

18. เมื่อต่อหลอดรังสีเอกซ์ เข้ากับความต่างศักย์ 20 กิโลโวลต์ จงหา

ก. ความเร็วของอิเล็กตรอนตัวที่เร็วที่สุดที่มาถึงแอโนด (เป้า) ถ้าอิเล็กตรอนเริ่มต้นด้วยความเร็วเป็นศูนย์

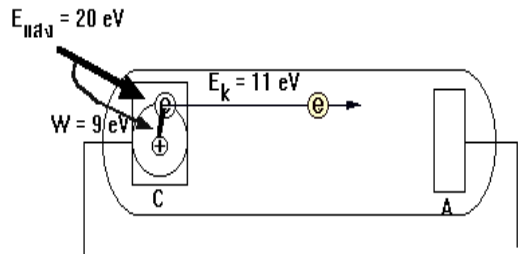
ข. ความยาวคลื่นน้อยที่สุดในสเปกตรัมของรังสีเอกซ์

วิธีทำ

โฟโตอิเล็กทริก

ข้อต่อทราบเกี่ยวกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

1. เมื่อให้พลังงานแสงแก่อิเล็กทริก ในชั้นคาโทดอิเล็กตรอนจะเสียพลังงานปริมาณหนึ่งเท่ากับพลังงานที่โลหะใช้ยึดอิเล็กตรอนไว้ พลังงานนี้เรียก พลังงานยึดเหนี่ยวหรือ.....

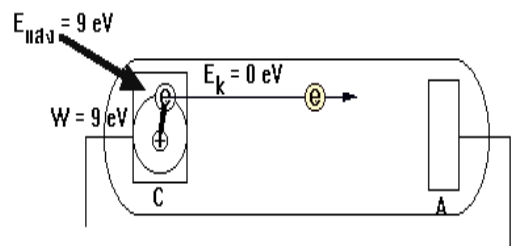


(Work function) แทนด้วยสัญลักษณ์ W

และพลังงานส่วนที่เหลือก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ออกไป

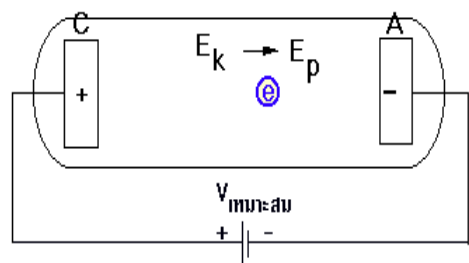
จึงได้ว่า $E_{\text{แสง}} = W + E_k$ ของอิเล็กตรอน

2. หากเราให้แสงที่มีความถี่ต่ำ จะทำให้พลังงานแสงมีค่าน้อย (เพราะ $E = hf$) และหากพลังงานแสงนี้มีค่าน้อยกว่าพลังงานยึดเหนี่ยว (W) อิเล็กตรอนจะไม่หลุดออกมา จึงต้องเพิ่มความถี่ (f) แสงให้มากขึ้นจนกระทั่งพลังงานมีค่าน้อยเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยวอิเล็กตรอนจึงจะหลุดออกมาได้ความถี่แสง



ตรงนี้ เรียก ความถี่..... (f_0) และความยาวคลื่นตรงนี้เรียก ความยาวคลื่นขีดเริ่ม (λ_0)

3. หากต้องการทดลองหาพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนให้ต่อความต่างศักย์ที่เหมาะสม โดยต่อขั้วลบเข้ากับอานอด ขั้วบวกเข้ากับคาโทด ดังรูปเมื่อใช้ความต่างศักย์เหมาะสม อิเล็กตรอนอันมีประจุลบ เมื่อเข้าไปใกล้ขั้วลบ จะเกิดแรงต้านทำให้อิเล็กตรอนหยุดนิ่งแล้วเปลี่ยนพลังงานจลน์ให้กลายเป็นพลังงานศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ที่ใช้หยุด



อิเล็กตรอนเรียก ความต่างศักย์..... (V_0)

จึงได้ว่า $E_k = E_p$ เมื่อ E_k คือ พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน (จูล)
 $E_k = qV$ e คือ ประจุอิเล็กตรอน ($1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)
 $E_k = eV_0$ V_0 คือ ความต่างศักย์หยุดยั้ง (โวลต์)

4. พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน (E_k) จะแปรผันตรงกับ พลังงานแสง , ความถี่แสง และจะแปรผกผันกับ พลังงานยึดเหนี่ยว (W)

$$\text{เพราะ } E_{\text{แสง}} = E_k + W$$

$$E_{\text{แสง}} - W = E_k$$

$$hf - W = E_k$$

5. พลังงานยึดเหนี่ยว (W) จึงขึ้นกับชนิดของโลหะที่นำมาใช้เป็นคาโทดและไม่เกี่ยวกับขนาดของโลหะขั้วคาโทดนั้น

6. จำนวนโฟโตอิเล็กตรอน จะแปรผันตรงกับ ความเข้มแสง

$$\text{จำนวน } \bar{e} \propto \text{ความเข้มแสง}$$

19. ข้อความต่อไปนี้ เป็นจริง หรือ เท็จ

- _____ 1. เมื่อใช้แสงความถี่สูงขึ้น (และสูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม) ตกกระทบคาโทด โฟโตอิเล็กตรอนจะมีพลังงานจลน์มากขึ้น
- _____ 2. หากใช้แสงที่มีความเข้มสูงตกกระทบคาโทด หากเกิดโฟโตอิเล็กทริก จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนจะมีมาก
- _____ 3. หากใช้แสงที่มีความถี่สูง พลังงานแสงมากๆ จะทำให้จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนมีมาก
- _____ 4. หากใช้แสงที่มีความเข้มสูงตกกระทบคาโทด โฟโตอิเล็กตรอนจะมีพลังงานจลน์สูง
- _____ 5. หากใช้แสงหนึ่งแล้วไม่เกิดโฟโตอิเล็กทริก หากต้องให้เกิดโฟโตอิเล็กทริกต้องเพิ่มความเข้มแสง

20. ผลที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก สรุปได้ดังนี้

1. โฟโตอิเล็กตรอนเกิดขึ้นเมื่อแสงที่ตกกระทบมีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม
 2. ถ้าแสงที่มีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่มจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มแสง
 3. พลังงานสูงสุดของอิเล็กตรอน เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับความถี่ที่เพิ่ม
 4. พลังงานสูงสุดของอิเล็กตรอนย่อมเท่ากับผลบวกของพลังงานโฟตอนกับพลังงานยึดเหนี่ยว
- ก. ข้อ 1, 2 ข. ข้อ 1, 3 ค. ข้อ 1, 2, 3 ง. ข้อ 1, 2, 3, 4

21(มข 40) จากการศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก สรุปได้ว่า

1. เมื่อแสงมีความถี่ต่ำกว่าความถี่ขีดเริ่ม ตกกระทบผิวโลหะจะไม่มีอิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะ
2. แสงที่มีความถี่ค่าเดียวตกกระทบผิวโลหะต่างชนิดกัน จะให้โฟโตอิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์สูงสุดเท่ากัน
3. เมื่อเพิ่มความเข้มแสงที่ตกกระทบผิวโลหะกระแสไฟฟ้าอิเล็กตรอนจะมีค่าเพิ่มขึ้น
4. เมื่อเพิ่มความเข้มแสงที่ตกกระทบผิวโลหะจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนจะเท่าเดิม แต่มีพลังงานสูงขึ้น

สูตรการคำนวณเกี่ยวกับโฟโตอิเล็กทริก

$$E_{\text{แสง}} = W + V_0$$

$$\frac{hf}{e} = W + V_0$$

$$\frac{hc}{e\lambda} = W + V_0$$

เมื่อ $E_{\text{แสง}}$ = พลังงานแสง (eV)

W = พลังงานยึดเหนี่ยว, ฟังก์ชันงาน (eV)

V_0 = พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน (eV)

V_0 = ความต่างศักย์หยุดยั้ง (โวลต์)

h = ค่าคงที่ของพลังค์ (6.6×10^{-34} J.s)

f = ความถี่แสง (Hz)

e = ประจุอิเล็กตรอน (1.6×10^{-19} C)

c = ความเร็วแสง (3×10^8 m/s)

λ = ความยาวคลื่นแสง (m)

เมื่อ f_0 = ความถี่ขีดเริ่ม (Hz)

λ_0 = ความยาวคลื่นขีดเริ่ม (m)

$$\text{พิเศษ } \frac{hf_0}{e} = w$$

$$\frac{hc}{e\lambda_0} = w$$

22(En 32) โลหะแมกนีเซียมมีพลังงานยึดเหนี่ยวอิเล็กตรอน 3.79 อิเล็กตรอนโวลต์ ถูกฉายด้วยแสง uv ซึ่งมีความยาวคลื่น 300 ความยาวคลื่น โฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจะมีพลังงานจลน์มากที่สุดกี่ อิเล็กตรอนโวลต์

วิธีทำ

23(A-net 49) ฟังก์ชันงานของโลหะโซเดียมเท่ากับ 2.0 อิเล็กตรอนโวลต์ ถ้าแสงความยาวคลื่น 300 นาโนเมตร ตกกระทบผิวโซเดียม โฟโตอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะมีพลังงานจลน์สูงสุดกี่อิเล็กตรอนโวลต์

1. 1.2 eV

2. 2.1 eV

3. 4.2 eV

4. 6.1 eV

วิธีทำ

24. ในการทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ใช้แสงที่มีมีความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร ตกกระทบบนโลหะโซเดียม ซึ่งมีฟังก์ชันงานเท่ากับ 2.3 อิเล็กตรอนโวลต์ ค่าความต่างศักย์หยุดยั้งของโฟโตอิเล็กตรอนมีค่ากี่โวลต์

วิธีทำ

25(มข 48) ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ใช้โลหะทองคำสำหรับการทดลอง ซึ่งมีฟังก์ชันงานเท่ากับ 4.8 อิเล็กตรอนโวลต์ จงหาค่าความถี่ต่ำสุดในหน่วยเฮิรตซ์ที่ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอน

1. 7.27×10^{33} 2. 1.16×10^{33} 3. 7.27×10^{15} 4. 1.16×10^{15}

วิธีทำ

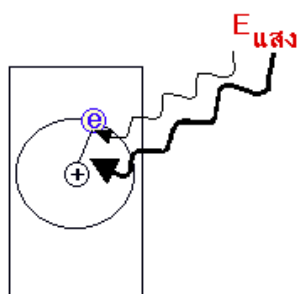
26(มข 43) แสงความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ตกกระทบผิวโลหะชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจากผิว มีความเร็วเป็น 0 พอดี ถ้าเปลี่ยนเป็นแสงที่มีความยาวคลื่น 300 นาโนเมตร ตกกระทบผิวโลหะนี้โฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมา จะมีพลังงานจลน์สูงสุดเท่าใด

1. 1.1×10^{-19} จูล
2. 3.3×10^{-19} จูล
3. 6.6×10^{-19} จูล
4. ไม่มีโฟโตอิเล็กตรอนเกิดขึ้น

วิธีทำ

โฟตอน

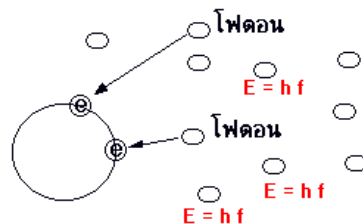
จากผลการทดลองจริงของโฟโตอิเล็กทริก ปรากฏการณ์ซึ่งแสงสามารถตกกระทบอิเล็กตรอน แล้วสามารถทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาจากขั้วคาโทดได้ เป็นเหตุให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า แสงมีลักษณะเป็นก้อนอนุภาค



โฟตอน

ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ได้เสนอแนวความคิดว่า

1. แสงมีลักษณะเป็นกลุ่มก้อนของพลังงานที่เรียกว่าควอนตัมของพลังงาน หรือโฟตอน (photon)
2. โฟตอน 1 ตัว จะมีพลังงานเท่ากับ hf
3. เมื่อโฟตอนพุ่งชนอิเล็กตรอนจะชนกันแบบ 1-1 และ โฟตอนจะถ่ายทอดพลังงานทั้งหมดแก่อิเล็กตรอน



ดังนั้น หากโฟตอนมีความถี่ต่ำ พลังงานน้อย ก็จะไม่สามารถทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาได้แม้จะเพิ่มจำนวนโฟตอน (ความเข้มแสง) ให้มากขึ้น แต่พลังงานแต่ละก้อนไม่เพิ่ม ก็ไม่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาได้

27(มข 42) หลอดไฟฟ้าชนิดพิเศษหลอดหนึ่ง ให้แสงที่มีความยาวคลื่นค่าเดียวคือ 663 นาโนเมตร โดยหลอดนี้มีกำลัง 60 วัตต์ และมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นแสงสว่างเท่ากับ 90% พบว่าอายุการใช้งานของหลอดนี้คือ 500 ชั่วโมง ถ้าหลอดอายุการใช้งานมีโฟตอนออกมา $A \times 10^{24}$ ตัว จงหาค่า A

วิธีทำ

28(มข 40) ในวันที่แดดจ้าพบว่ากำลังเฉลี่ยของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบผิวโลกมีค่าเป็น 990 วัตต์ต่อตารางเมตร และความยาวคลื่นเฉลี่ยของแสงอาทิตย์มีค่าเป็น 500 นาโนเมตร ถ้ามีแผ่นสะท้อนแสงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านยาวด้านละ 1 เมตร วางอยู่บนพื้นโลก เราสามารถจะคำนวณหาได้ว่าจำนวนโฟตอนที่ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงนี้ในเวลา 1 วินาที เป็น $A \times 10^{19}$ โฟตอน จงคำนวณหาค่า A

วิธีทำ

สมมติฐานของเดอบรอยล์

สมมติฐานของเดอบรอยล์

จาก $P = m c$

$$\text{และ } E = m c^2$$

$$m = \frac{E}{c^2}$$

$$P = \frac{F}{c^2} c$$

$$\text{และ } E = \frac{h c}{\lambda}$$

$$P = \frac{(h c) c}{\lambda c^2}$$

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

สมการนี้แสดงว่า โมเมนตัมของโฟตอนขึ้นอยู่กับ ความยาวคลื่นของโฟตอน

และ $\lambda = \frac{h}{P}$

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

และ

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 m E_k}}$$

สมการนี้ แสดงว่า “อนุภาคที่มีมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v สามารถแสดงสมบัติเป็นคลื่นซึ่งมีความยาวเท่ากับ λ ได้” ตรงนี้เรียก สมมติฐานของเดอบรอยล์ และ λ นี้เรียก ความยาวคลื่นของเดอบรอยล์ (*De Broglie wavelength*)

29(มข 48) อิเล็กตรอนจะต้องมีความเร็วที่เมตรต่อวินาที จึงจะทำให้ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของอิเล็กตรอนมีค่า 1 นาโนเมตร

วิธีทำ

30(มข 51) ถ้าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเป็นหนึ่งในพันของความเร็วแสง จงหาว่าอิเล็กตรอนจะมีความยาวคลื่นเดอบรอยล์กี่ นาโนเมตร

วิธีทำ

