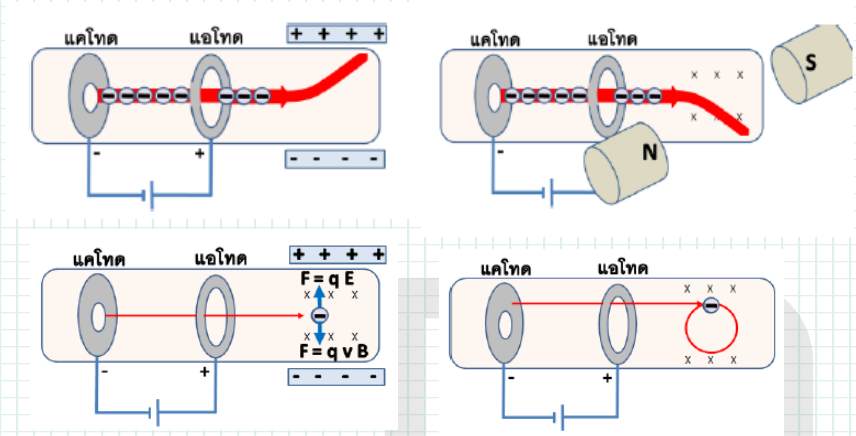
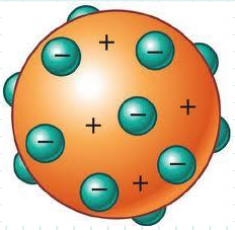
แบบจำลองอะตอมของโบร์

ทอมสัน

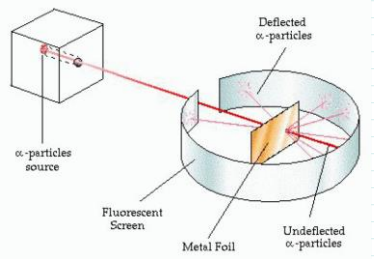
หลอดรังสีแคโทด เป็นเครื่องมือสำหรับทดลองเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของก๊าซ





รัทเทอฟอร์ด

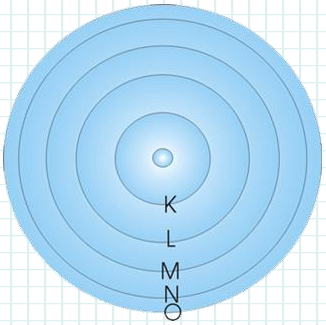
กล่าวว่า” อะตอมประกอบด้วย แกนกลางที่มีความหนาแน่นประจุบวกสูงเรียกว่า นิวเคลียส และมี อิเล็กตรอน วิ่งโดยรอบด้วยอัตราเร็วคงที่ ระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอนเป็นที่ว่าง”



โบร์

แบบจำลองอะตอม

1. อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสเป็นชั้นๆ ตามระดับพลังงาน และแต่ละชั้นจะมีพลังงานเป็นค่าเฉพาะตัว
2. อิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดจะเรียกว่าระดับพลังงานต่ำสุด ยิ่งอยู่ห่างจากนิวเคลียสมากขึ้น ระดับพลังงานจะยิ่งสูงขึ้น
3. อิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดจะเรียกระดับพลังงาน n = 1 ระดับพลังงานถัดไปเรียกระดับพลังงาน n =2, n = 3,... ตามลำดับ หรือเรียกเป็นชั้น K , L , M , N ,O , P , Q ....



ทฤษฎีด้านฟิสิกส์

1. อิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียส และไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพราะวงโคจรอยู่ในสถานะคงที่
2. ในสถานะคงที่ของวงโคจร เป็นเพราะอิเล็กตรอนมีโมเมนตัมเชิงมุมคงที่ (L) และมีค่า
3. อะตอมจะดูดหรือคายพลังงานก็ต่อเมื่ออิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนชั้น วงโคจร และพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจะเป็นคลื่นแม่เหล็กเพียงอย่างเดียว

อะตอมไฮโดรเจน

อิเล็กตรอนโวลต์ หรือ electron volt (eV)

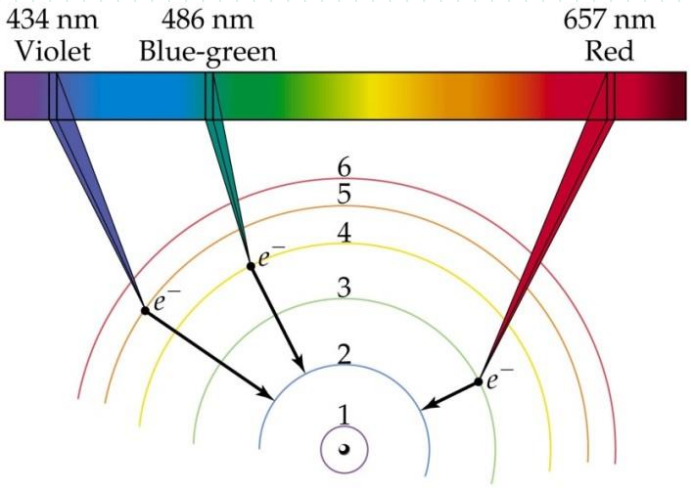
เป็นหน่วยหนึ่งของ พลังงาน (energy) หรือ งาน (work) และเป็น หน่วยที่นิยมใช้หรือใช้ได้สะดวกสำหรับกระบวนการที่เกี่ยวกับอะตอมหรือนิวเคลียส ว่าโดยนิยาม 1 อิเล็กตรอนโวลต์ หมายถึง พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ผ่านความต่างศักย์ไฟฟ้าขนาด 1 โวลต์ มีค่าเท่ากับ 1.6 x 10^{-19} จูล (J) โดยเปลี่ยนหน่วยดังนี้

ปริมาณต่างๆของอะตอมไฮโดรเจน

ปริมาณ	อะตอมไฮโดรเจน H
พลังงานรวมของ e **	$E_n = \frac{E_1}{n^2} = \frac{-13.6}{n^2} \quad eV$
รัศมี *	$r_n = n^2 r_1 = n^2(5.3\ x\ 10^{-11}) \quad m$
อัตราเร็ว	$V_n = \frac{V_1}{n} = \frac{2.18\ x\ 10^6}{n} \quad m/s$
ความถี่	$f_n = \frac{f_1}{n^3} = \frac{6.65\ x\ 10^{15}}{n^3} \quad Hz$

สเปกตรัมของอะตอม

1. ปกติอิเล็กตรอนชอบที่จะอยู่ชั้นในสุด (n = 1) เพราะจะมีเสถียรภาพมากที่สุด ภาวะเช่นนี้เรียกสภาวะพื้น (Ground State)
2. หากอิเล็กตรอนได้รับพลังงานที่เหมาะสม อิเล็กตรอนจะดูดพลังงานนั้นแล้วเคลื่อนย้ายจากระดับพลังงานต่ำขึ้นไประดับพลังงานสูงกว่าเดิม เรียกภาวะเช่นนี้ว่าเป็นสภาวะกระตุ้น (Excited State) แต่ภาวะถูกกระตุ้นนี้อิเล็กตรอนจะมีพลังงานมากเกินไปจึงไม่เสถียร อิเล็กตรอนจะคายพลังงานส่วนหนึ่งออกมาแล้วเคลื่อนย้ายลงมาอยู่ในระดับพลังงานที่ต่ำกว่าเดิม
3. พลังงานที่อิเล็กตรอนคายออกมาจะอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเสมอ



สมมุติฐานของพลังค์ (Planck's hypothesis)

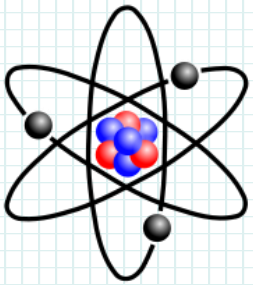
พลังค์ (Max Planck) (ค.ศ. 1900) เสนอ "สมการควอนตัมพลังงาน" โดยสรุปว่า

- การแผ่รังสีของวัตถุดำ (blackbody radiation) ซึ่งไม่ได้หมายถึงวัตถุสีดำ แต่หมายถึงวัตถุในอุดมคติที่มีการดูดกลืนและแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์
- พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น โดยเรียกว่า "สมการควอนตัมพลังงาน" ดังนี้

$$E = nhf = \frac{nhc}{\lambda}$$

การคำนวณพลังงานในการเปลี่ยนระดับพลังงานชั้นต่างๆ

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \qquad \text{หรือ} \qquad E(eV) = \frac{1240}{\lambda\,(nm)}$$



$$\Delta E = E_f - E_i$$

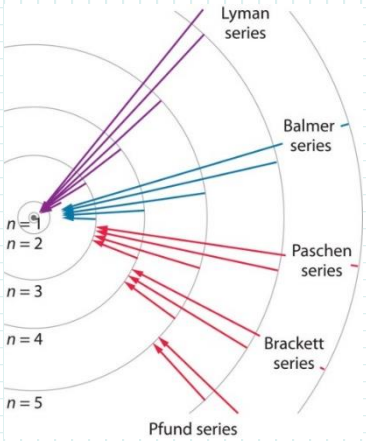
$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{E_1}{n_f^2} - \frac{E_1}{n_i^2}$$

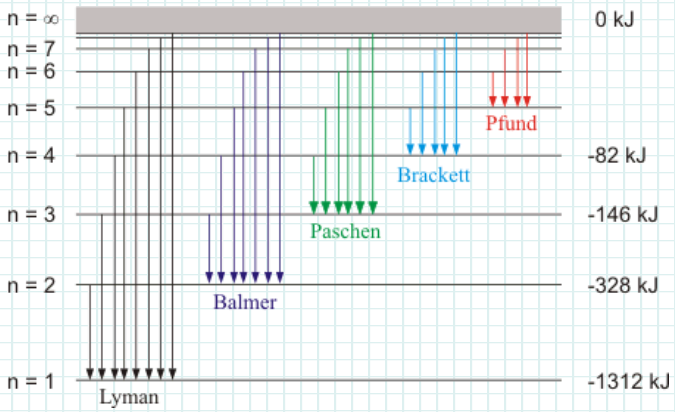
$$\frac{hc}{\lambda} = E_1\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

โดยที่

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

R_H = 1.1 x 10^{-7} m^{-1} (ค่าคงที่ของริดเบิร์ก)

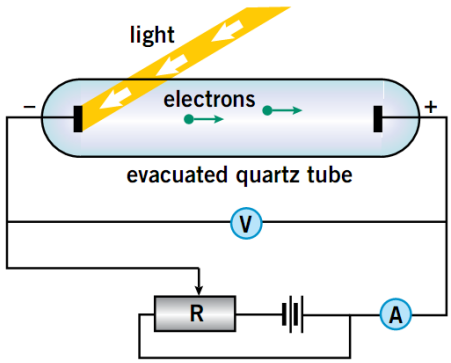




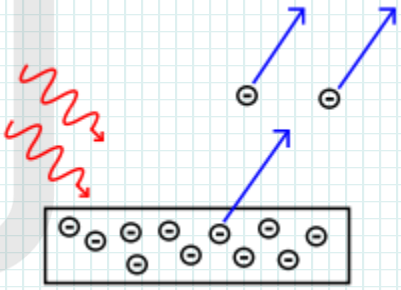
กลศาสตร์ควอนตัม

ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

เป็นปรากฏการณ์ทางแสง ที่แสงบางความถี่ตกกระทบโลหะ จะทำให้ (e) หลุดออกมา ซึ่งเรียกว่าPhoto-electron

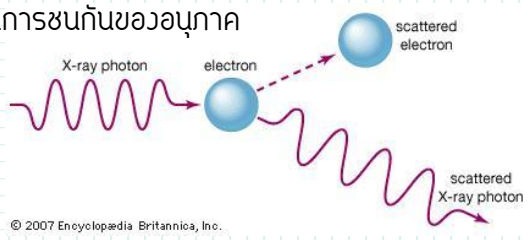


เปลี่ยนหน่วยเป็น eV



ปรากฏการณ์คอมป์ตัน

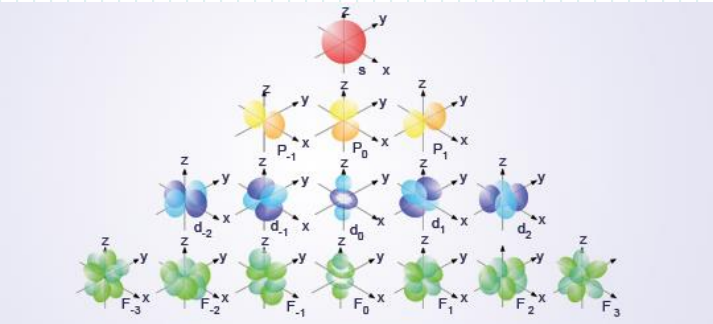
คอมป์ตัน และดีบาย ทำการทดลองฉายรังสีเอกซ์ไปที่แท่งกราไฟต์ ปรากฏว่า มีอิเล็กตรอนและรังสีเอกซ์กระเจิงออกมา และจะพบว่าความยาวคลื่น และพลังงานของรังสีเอกซ์ที่กระเจิงออกมา จะแปรผันตามมุมที่กระเจิงซึ่งเป็นไปตามกฎอนุรักษ์พลังงานและกฎอนุรักษ์โมเมนตัม แสดงว่า การชนระหว่างโฟตอนของรังสีเอกซ์กับอิเล็กตรอนในแท่งกราไฟต์เป็นการชนกันของอนุภาค

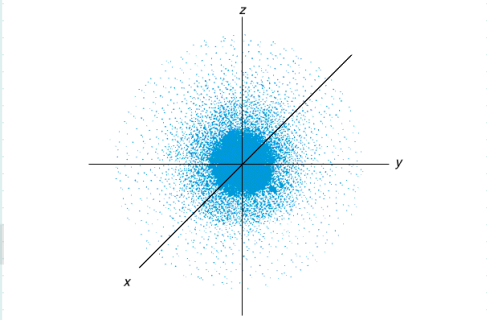


หลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก

1. “เราไม่สามารถรู้ได้อย่างแน่นอนถึงตำแหน่งและความเร็วของอนุภาคในเวลาเดียวกันได้
2. ถึงแม้ว่าเราไม่สามารถหาตำแหน่งที่แน่นอนได้ แต่เราหาความน่าจะเป็นที่อิเล็กตรอนอยู่ได้

$$(\Delta x)(\Delta h) \geq \bar{h}$$

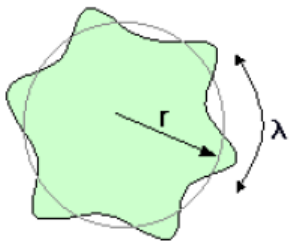




ความยาวคลื่นของเดอบรอยล์ (De Broglic wavelength)

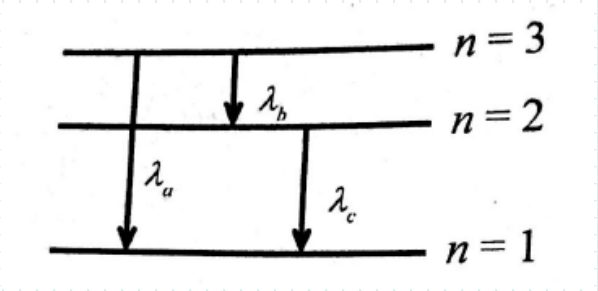
อนุภาค เช่น อิเล็กตรอน สามารแสดงสมบัติของคลื่นได้โดยมีความยาวคลื่นดังสมการ

$$L = mvr = n\bar{h} = n\frac{h}{2\pi}$$



โจทย์ฝึกฝีมือ : ความร้อนและก๊าซ

1. ถ้าการเปลี่ยนระดับพลังงานของอะตอมชนิดหนึ่ง มีการแผ่โฟตอนที่มีความยาวคลื่นต่างๆ ดังรูป ข้อใดถูก (PAT2 ก.พ. 61)



1. $\lambda_a = \lambda_b + \lambda_c$
2. $\lambda_a = \frac{\lambda_b\lambda_c}{\lambda_b+\lambda_c}$
3. $\lambda_a = \lambda_b\lambda_c$
4. $\lambda_a^2 = \lambda_b^2 + \lambda_c^2$
5. $\lambda_a^2 = \lambda_b^2 - \lambda_b\lambda_c + \lambda_c^2$

2. อะตอมไฮโดรเจนตามแบบจำลองอะตอมของโบร์ มีการเปลี่ยนระดับพลังงานจากชั้น n=3 ไปยังชั้น n=1 พลังงานศักย์ไฟฟ้า (ไม่ใช่พลังงานทั้งหมด) ของอะตอมนี้เปลี่ยนไปเท่าใด (วิชาสามัญ ม.ค. 55)

1. เพิ่มขึ้น 12.1 eV
2. เพิ่มขึ้น 24.2 eV
3. ลดลง 1.5 eV
4. ลดลง 12.1 eV
5. ลดลง 24.2 eV

3. จงหาพลังงานที่ไอออไนซ์ของอิเล็กตรอนของอะตอมไฮโดรเจน ในสภาวะกระตุ้นอันดับ 2 (ให้ E1 = -13.6 eV) (วิชาสามัญ ธ.ค. 59)

1. 13.6 eV
2. 3.4 eV
3. 1.5 eV
4. 0.8 eV
5. 0.4 eV

4. โฟตอนตัวหนึ่งตกกระทบผิวแพลทินัมซึ่งมีค่าฟังค์ชันงาน 5.6 eV ทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากผิวออกมาด้วยพลังงานจลน์สูงสุด 1.2 eV ถ้าเราให้โฟตอนตัวเดียวกันนี้ไปตกกระทบผิวเงินซึ่งมีค่าฟังค์ชันงาน 4.7 eV จะต้องใช้ความต่างศักย์กี่โวลต์ เพื่อที่ทำให้อิเล็กตรอนที่หลุดจากผิวหยุด

1. 2.1 V
2. 4.4 V
3. 6.8 V
4. 11.5 V

5. ในเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ถ้าฉายแสงพลังงาน 2 eV ต้องใช้ความต่างศักย์หยุดยั้ง 0.2 V ถ้าฉายแสง 2.5 eV ต้องใช้ความต่างศักย์หยุดยั้งเท่าไร (วิชาสามัญ ธ.ค. 59)
   1. 0.3 V
   2. 0.4 V
   3. 0.5 V
   4. 0.6 V
   5. 0.7 V

6. เร่งอนุภาคมวล m ที่มีประจุไฟฟ้า q จากหยุดนิ่ง ผ่านบริเวณที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า V ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของอนุภาคนี้เท่ากับข้อใด (PAT2 ก.พ. 63)
   1. $\frac{h}{mV}$
   2. $\frac{2h}{\sqrt{mqV}}$
   3. $\sqrt{\frac{2h}{mqV}}$
   4. $\frac{h}{\sqrt{mqV}}$
   5. $\frac{h}{\sqrt{2mqV}}$