โครงสร้างของสสาร

ลูธิพพุส เสนอหน่วยที่เล็กที่สุดของสาร เรียกว่า อะตอม

ดิโมคริตุส เสนอเพิ่มเติมว่า"สสารประกอบด้วยอะตอมและที่ว่าง สารต่างกันเป็นเพราะการเรียงตัวของอะตอมที่ต่างกัน"

แอมเพโดคลัส เสนอความคิดว่า สสารทั้งหลายประกอบด้วยสารมูลฐาน 4ชนิด คือ ดิน น้ำ ลม ไฟ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไป และสสารทั้งหลายมีสภาพต่อเนื่องกัน

อริสโตเติล ได้นำความคิดของแอมเพโดคลัสมาสานต่อ โดยสรุปกฎเกณฑ์ว่า

1. สสารทุกชนิดมีเนื้ออยู่ต่อเนื่อง (ไม่มีที่ว่างในเนื้อสาร)
2. สสารทั้งหลายย่อมแบ่งเป็นชิ้นเล็กๆ เท่าใดก็ได้ไม่จำกัด (ไม่มีส่วนที่เล็กที่สุด หรือไม่มีอะตอม)
3. สสารทั้งหลาย ประกอบด้วย องค์ประกอบมูลฐาน 4 ประการ คือ ดิน น้ำ ลม ไฟ
4. สารชนิดเดียวกัน ย่อมประกอบด้วย องค์ประกอบมูลฐานชนิดเดียวกัน
5. การเปลี่ยนแปลง สสารเกิดจากการเปลี่ยนองค์ประกอบมูลฐาน ทั้ง 4 นั้น

ดาลตัน (John Dalton) ได้ตั้งทฤษฎีอะตอม มีใจความว่า"อะตอมเป็นทรงกลม ไม่สามารถแบ่งแยกได้ด้วยวิธีทางเคมีใดๆ"(ปัจจุบันยกเลิกแล้ว)

การเปรียบเทียบ ทฤษฎีอะตอมของ ดาลตัน และแนวความคิดเกี่ยวกับอะตอม ของDemarcates

I. เหมือนกัน ที่ว่าทฤษฎีทั้งสองมีความเชื่อว่ามี อะตอม เป็นส่วนที่เล็กที่สุดของสสาร ไม่สามารถแบ่งต่อไปได้
II. ต่างกัน คือ Demarcates กล่าวว่า สสารต่างกันเพราะ การเรียงตัวของอะตอม ซึ่งมีอะตอมเพียงชนิดเดียว Dalton กล่าวว่า ธาตุที่ต่างกัน เพราะเกิดจากอะตอมที่ต่างกัน หรือ มีอะตอมหลายชนิด

ทอมสัน(Sir Josept John Thomson)กล่าวว่า"อะตอมเป็นทรงกลม มีเนื้อทรงกลมเป็นประจุบวก และมี อิเล็กตรอนเป็นประจุลบฝังอยู่ในเนื้อประจุบวกนั้น"(ยกเลิกแล้วหลังจาก Rutherford ค้นพบนิวเคลียส)

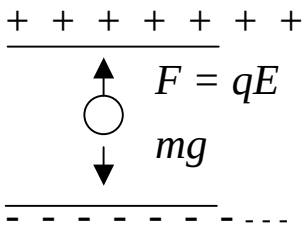
Thomson สามารถหา

$$\frac{q}{m}\text{ของรังสี Cathode} = \frac{v}{RB}$$

$$\boxed{\frac{q}{m} = \frac{v}{RB}} \qquad \text{และ} \quad v = \frac{E}{B}$$

ปัญหา ของแบบจำลองอะตอมของ Thomson คือ ประจุบวกใน อะตอม อยู่กันอย่างไร

มิลลิแกน นำความรู้ที่ได้จาก J.J. Thomson มาหาค่า e และ m ได้โดยวัดประจุบนหยดน้ำมัน



$$F_E = F_g$$

$$qE = mg$$

$$q = \frac{mg}{E} \quad \text{หรือ} \quad \frac{mgd}{V}$$

Rutherfordกล่าวว่า" อะตอมประกอบด้วย แกนกลางที่มีความหนาแน่นประจุบวกสูงเรียกว่านิวเคลียสและมี อิเล็กตรอน วิ่งโดยรอบด้วยอัตราเร็วคงที่ ระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอนเป็นที่ว่าง"

<u>ปัญหา</u> ที่โครงสร้าง อะตอม ของ Rutherford ตอบไม่ได้

1.* ทำไมอิเล็กตรอน วิ่งรอบนิวเคลียส โดยไม่สูญเสียพลังงาน

2.* ทำไมประจุไฟฟ้าบวกหลายๆ ตัวรวมตัวกันอยู่ในนิวเคลียสได้โดยไม่เกิดแรงผลักกัน

โดยนำทฤษฎีของ Rutherford เป็นรากฐาน แล้วเสริมอีก 3ข้อคือ

1. อิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียส และไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพราะวงโคจรอยู่ในสถานะ

   คงที่

2. ในสถานะคงที่ของวงโคจร เป็นเพราะอิเล็กตรอนมีโมเมนตัมเชิงมุม $\left(\vec{L}\right)$ คงที่ และเป็นจำนวนเต็มเท่าของค่านิจของแพลงค์หารด้วย 2π $\left(\vec{L} = mvr = n\frac{h}{2\pi}\right)$

3. อะตอมจะดูดหรือคายพลังงานก็ต่อเมื่ออิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนชั้น วงโคจร และพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจะเป็นคลื่นแม่เหล็กเพียงอย่างเดียว

$$\Delta E = hf = \left|E_i - E_f\right|$$

ทฤษฎีอะตอมของ บอร์ ใช้ได้ดีกับอะตอมของไฮโดรเจน และธาตุบางชนิดที่มีลักษณะคล้ายไฮโดรเจน

ปริมาณ	${}_{1}^{1}H$	${}_{Z}^{A}X$ อะตอมคล้าย ${}_{1}^{1}H$
รัศมี	$r_n = n^2 a_0$ $= n^2\left(5.3\times10^{-11}\right)\ m$	$r_n = \frac{n^2}{Z}a_0$ $= \frac{n^2}{Z}\left(5.3\times10^{-11}\right)\ m$
อัตราเร็ว	$v_n = \frac{v_1}{n} = \frac{2.18\times10^6}{n}\ m/s^2$	$v_n = \frac{Z}{n}v_1 = \frac{Z}{n}\left(2.18\times10^6\right)\ m/s^2$
ความถี่	$f_n = \frac{1}{n^3}f_1$ $= \frac{6.65\times10^{15}}{n^3}$	$f_n = \frac{Z^2}{n^3}\left(6.65\times10^{15}\right)$
พลังงานรวมของ e	$E_n = \frac{-E_1}{n^2}$ $= \frac{-13.6}{n^2}\ eV$	$E_n = -\left(\frac{Z}{n}\right)^2 E_1$ $= = -13.6\left(\frac{Z}{n}\right)^2\ \ eV$

Spectrum ของไฮโดรเจนถูกค้นพบหลาย อนุกรมทั้งก่อนและหลังทฤษฎีของ บอร์ห โดยที่

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) \qquad R_H = 1.10x10^7\, m^{-1}$$

เช่น

อนุกรม Spectrum ของ H_2 ที่ถูกค้นพบมีหลายอนุกรมคือ

1. อนุกรมของ Lyman (ให้ความถี่ในช่วง UV)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right),\ n \in I^+,\ n \geq 2$$

2. อนุกรมของ Balmer (ให้ความถี่ในช่วงตาเปล่ามองเห็น)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right),\ n \in I^+,\ n \geq 3$$

3. อนุกรมของ Paschen (ให้ความถี่ในช่วง Infra-red)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right),\ n \in I^+,\ n \geq 4$$

4. อนุกรมของ Brackett (ให้ความถี่ในช่วง Infra-red)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right),\ n \in I^+,\ n \geq 5$$

5. อนุกรมของ Pfund (ให้ความถี่ในช่วง Infra-red)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right),\ n \in I^+,\ n \geq 6$$

<u>การทดลองของ Franck และ Hertz</u>

James Franck และ Gustav Ludwing Hertz เพื่อหาระดับพลังงานในอะตอมของปรอท โดยการปรับ E_k ของ (e) เพื่อเข้าชน (e) ของ Hg พบว่า

1. ถ้า E_k ของ (e) ที่เข้าชน $<$ 4.9 eV จะเกิดการชนกันของ (e) แบบยืดหยุ่น (Hg ไม่รับพลังงาน)
2. ถ้า E_k ของ (e) ที่เข้าชน $\geq$ 4.9 eV (เล็กน้อย) จะเกิดการถ่ายเทพลังงานให้ Hg 4.9 eV เท่านั้น
3. Franck และ Hertz ได้วิเคราะห์จนได้

Eพื้นฐาน (n = 1) = - 10.4 eV } 4.9 eV

Eถูกกระตุ้นที่ 1 (n = 2) = - 5.5 eV } 6.9 eV

Eถูกกระตุ้นที่ 2 (n = 3) = - 3.7 eV 1.8 eV

<u>รังสีเอ็กซ์</u> (X - rays)

Wilhelm Konard Roentgen ชาวเยอรมัน ค้นพบโดยบังเอิญ ปี พ.ศ. 2438

การเกิดของรังสี X เกิดได้ 2 ลักษณะคือ

1. รังสี X ต่อเนื่อง (Continuous X - rays)
2. รังสี X เฉพาะตัว (Characteristic X – rays)

X – rays ที่มีความถี่สูงสุด จะมีพลังงานสูงสุดเท่ากับพลังงานจลน์สูงสุดของ (e) ของอะตอมจะได้

1. $E_{k_{(e)}\max} = \frac{1}{2}mv^2_{\max} = eV = hf_{\max}$
2. $f_{\max} = \frac{c}{\lambda_{mi}}$
3. $\lambda(nm) = \frac{1240}{V(volt)} = \frac{1240}{\Delta E}$
4. $\lambda_{\min} = \frac{hc}{eV_O}$

   V_O = ความต่างศักย์หยุดยั้งที่เร่ง (e) ออกจากขั้วลบในหลอดรังสี Cathode

   $V_O \approx 1.24 \times 10^4$ Volt

   จะได้ $\lambda_{\min} \approx 10^{-1}$ m $\approx$ 1 A°
5. $v = \sqrt{\frac{2hc}{m\lambda}}$

ความไม่สมบูรณ์ของทฤษฎีอะตอมของบอร์

1. ทฤษฎีอะตอมของบอร์ใช้ได้ดีกับอะตอมของ Hydrogen เท่านั้น ไม่สามารถอธิบาย Syectrumของอะตอมอื่น ๆ ได้
2. Spectrum ของอะตอม เมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็กจะเกิดการแตกตัวได้ Spectrum หลายเส้น
   (ท.บ.ของบอร์อธิบายไม่ได้)
3. ท.บ.ของบอร์ใช้ทั้งฟิสิกส์ดังเดิมและฟิสิกส์สมัยใหม่รวมกัน ซึ่งเกิดจากจำกัดของวงโคจรของ (e)เป็นวงกลมเท่านั้น
4. และการโคจรของ (e) รอบนิวเคลียส ไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กออกมา (เป็นเพราะเหตุใด)

ทวิภาพของคลื่นและอนุภาค

ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก (Photoelectric Effect)

เป็นปรากฏการณ์ทางแสง ที่แสงบางความถี่ตกกระทบโลหะ จะทำให้ (e) หลุดออกมา ซึ่งเรียกว่าPhoto-electron

ข้อเสนอของไอน์สไตน์ เกี่ยวกับ Photoelectric effect

1. E_{kmax} ของ (e) ขึ้นอยู่กับ f อย่างเดียว ไม่ขึ้นกับความเข้มของแสง

   $E_{k\ max} = eV_S$ ----------*

   V_S = ความต่างศักย์หยุดยั้ง เป็นความต่างศักย์ของขั้ว A ต่อขั้ว C เพียงเพื่อทำให้ (e)

   ที่หลุดจาก Cมีพลังงานมากเพียงพอที่จะเคลื่อนที่มาเกือบจะถึง A แต่ไม่ถึง
2. ความเข้มของแสงที่ตกกระทบผิวโลหะ มีผลต่อจำนวนของ Photo-electron เท่านั้น ไม่มี

   ผลต่อพลังงานจลน์ของ (e)
3. $f_{แสง} \geq f_O$ จึงจะเกิด Photo-electron ได้

   f_O = ความถี่ขีดเริ่ม

Work funotion คือ พลังงานยึดเหนี่ยว (e) ในโลหะ ดังนั้น (e) จะหลุดออกจากโลหะได้ จะต้องเสียพลังงานให้แก่โลหะพลังงานนี้ = $W = hf_O$ ซึ่งเป็นค่าคงที่ในแต่ละโลหะ

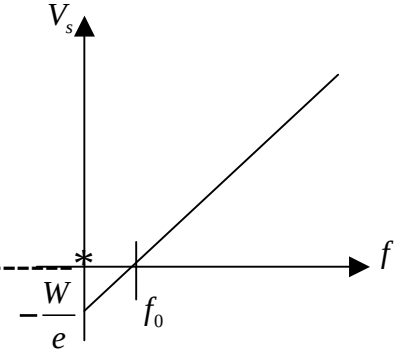
ถ้า $hf_{แสง} < W$ จะไม่เกิด Photo-electron

ถ้า $hf_{แสง} > W$ จะเกิด Photo-electron

และ (e) ที่หลุดออกมา จะมี $E_k = hf - W$

$E_k = hf - W$

$E_k = hf - hf_O$ ----------*



$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{และ} \quad eV_S \quad \text{----------*}$$

$$\therefore \quad eV_S = hf - W \quad \text{----------*}$$

$$V_S = \left(\frac{h}{e}\right)f - \frac{W}{e} \quad \text{----------*}$$

เมื่อเทียบต่อสมการเส้นตรง $y = mx + b$ จะได้

$$\text{Slop (m)} = \frac{h}{e}$$

$$\text{Y – intercept (b)} = -\frac{W}{e}$$

<u>ปรากฏการณ์คอมป์ตัน</u> (Compton effect)

เป็นปรากฏการณ์ที่สนับสนุนความคิดของไอน์สไตน์ที่ว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีคุณสมบัติเป็นอนุภาคด้วย

Arthur H. Compton ชาวอเมริกา ทำการทดลองโดยใช้ X – rays ที่ควบคุมความยาวคลื่น (ใช้ค่าเดียว) วิ่งชน (e) ในแท่งกราไฟต์ แล้วทำการวัดคลื่น X – rays ที่กระเจิงออกมา พบว่า X – rays ที่กระเจิงออกมามีทั้งคลื่นที่มีความยาวคลื่นเท่าเดิม และพวกที่มีความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น

Compton อธิบายโดยอาศัยหลักฟิสิกส์แผนใหม่ (ควอนตัม) โดยคิดว่า รังสี X เป็นกลุ่มของพลังงานโฟตอน เมื่อเกิดการชนกับ (e) ในแท่งกราไฟท์ จึงเกิดเป็นการชนกันระหว่างอนุภาคกับอนุภาค ซึ่งอาจเกิดได้ทั้งการชนแบบยืดหยุ่น (ให้คลื่นตามยาวเท่าเดิม) หรือชนกันแบบไม่ยืดหยุ่น (ให้คลื่นความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น)

<u>สมมุติฐานของเดอบรอยล์</u>

จากปรากฏการณ์ Compton เป็นการสนับสนุนความคิดของไอน์สโตน์ที่ว่า คลื่นสามารถแสดงตัวเป็นอนุภาคได้ ทำให้เดอบรอยส์ เสนอความคิดในทางตรงข้ามคือ อนุภาคสามารถแสดงตัวเป็นคลื่นได้

จาก $E = mc^2$

$$\therefore \quad mc = \frac{E}{c}$$

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

$$P = \frac{h}{\lambda} \quad \text{----------*}$$

$$\therefore \quad \lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{mv} \quad \text{----------*}$$

ดังนั้น ในการตรวจสอบสมบัติคลื่นของอนุภาค เช่น อิเล็กตรอน จำเป็นต้องหาช่องแคบที่มีขนาดความกว้างของช่องใกล้เคียงกับความยาวคลื่นสารของ (e) จึงจะสามารถพิสูจน์การเกิดการเลี้ยวเบนและแทรกสอดได้

ปี พ.ศ. 2469 J.P Thomson (บุตรชาย J.J Thomson) ยิง (e) ความเร็วสูง (Cathode – rays) ผ่านโลหะบาง ๆ เช่น เงิน อลูมิเนียม ทองคำ ทำให้ (e) เกิดการเลี้ยวเบนไปเกิดการแทรกสอดบนฟิล์มได้

โดยอาศัย ท.บ.ของเดอบรอย์ ทำให้เขาอธิบายโครงสร้างอะตอมของ Bohr ที่ว่า (e) วิ่งรอบนิวเคลียสโดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะต้องมีโมเมนตัมเชิงมุม ($L = mvr$) มีค่าเท่ากับ nh ได้ โดยเสนอว่า (e) ที่วิ่งรอบนิวเคลียส โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กต้องเป็นวงที่ (e) เป็นคลื่นนิ่งพอดี หรือความยาวเส้นรอบวงของวงโคจรจะต้องเป็นจำนวนเต็มของความยาวคลื่นสารของ (e) นั้นคือ

$$2\pi r = n\lambda \qquad n \in I^{+}$$

$$2\pi r = n\frac{h}{mv}$$

$$\therefore\ mvr = n\frac{h}{2\pi} = n\hbar$$

<u>กลศาสตร์ควอนตัม</u> (Quantum Mechanics)

เป็นฟิสิกส์แขนงใหม่ในการศึกษาเกี่ยวกับสสารและพลังงานในระดับอะตอม โดยมีแนวความคิดจาก2. นักวิทยาศาสตร์ 2. แนวการศึกษา ซึ่งต่อมาพิสูจน์ได้ว่าให้ผลเหมือนกัน คือ

1. กลศาสตร์คลื่น เป็นแนวความคิดของ ชารอดิวเจอร์ (Erwin Schrodinger) ชาวออสเตรีย
2. กลศาสตร์แมทริทช์ เป็นแนวความคิดของ ไฮเซนเบิร์ก (Werner Karl Heisenberg) ชาวเยอรมัน

ความไม่แน่นอนและโอกาสที่เป็นไปได้ของ Heisenberg

$(\Delta X)(\Delta p) \geq \hbar$

เมื่อ ΔX เป็นความไม่แน่นอนทางตำแหน่ง

Δp เป็นความไม่แน่นอนทางโมเมนตัม

Heisenberg กล่าวว่า “เราไม่สามารถรู้ได้อย่างแน่นอนถึงตำแหน่งและความเร็วของอนุภาคในเวลาเดียวกันได้