รายงานวิจัยในชั้นเรียน

เรื่องผลของการใช้ชุดการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/14

โดย
นางสาวสมใจ ธรรมขันธ์
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2569
โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด

ประกาศคุณูปการ

รายงานวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง ผลของการใช้ชุดการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/14 โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ดเล่มนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/14 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ที่เกิดจากผู้รายงานได้แสวงหาข้อมูลและวิธีการที่คาดว่าจะแก้ปัญหานักเรียน หรือ พัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้ และยังช่วยพัฒนาวิชาชีพครูให้มีความเข้มแข็งยิ่งขึ้น ตามมาตรฐานด้านการจัดการศึกษาข้อ 7.7 ของมาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษาที่ว่าครูมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวิชาที่ตนรับผิดชอบและใช้ผลในการปรับการสอนของครู

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณนายจักรวาล เจริญทอง ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา นายประภาส ศรีทอง รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ นางเนาวรัตน์ เฉลิมแสน หัวหน้าโครงการพัฒนาศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ (Gifted Program) ที่ส่งเสริมและอำนวยความสะดวกให้ครูได้จัดทำวิจัยในชั้นเรียน และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/14 ของโรงเรียนสตรีศึกษาทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการวิจัยและเก็บข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จนกระทั่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

สมใจ ธรรมขันธ์
ผู้วิจัย

สารบัญ

เรื่อง หน้า

ประกาศคุณูปการ 2
สารบัญ 3
รายงานการวิจัยในชั้นเรียน 4
ภาคผนวก 7
ประวัติผู้วิจัย 29

รายงานการวิจัยในชั้นเรียน

1. ชื่อเรื่องวิจัย

ผลของการใช้ชุดการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/14

2. ประเภทการวิจัย

- ☐ แบบทดลอง
- ☐ แบบสำรวจ
- ☐ แบบหาความสัมพันธ์
- ☑ ประดิษฐ์ พัฒนาสื่อนวัตกรรม
- ☐ แบบเปรียบเทียบ
- ☐ อื่น ๆ

3. ความสำคัญของปัญหาวิจัย

ในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205 นักเรียนเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องมีการทำความเข้าใจในเงื่อนไขต่าง ๆ ของเรื่อง สมมติฐานของพลังค์และทฤษฎีอะตอมของโบร์ การแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุดำ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ควอนตัมของแสงและโฟตอน ฟังก์ชันงานและพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค สมมติฐานของเดอบรอยล์ และกลศาสตร์ควอนตัมและการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ เพื่อช่วยให้การคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง ฟิสิกส์อะตอมที่พิจารณาเกิดความถูกต้องส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205 ของนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่จากการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/14 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2569 โรงเรียนสตรีศึกษา พบว่า นักเรียนขาดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 8 คน จากนักเรียนทั้งหมด 36 คน ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากยังขาดความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องฟิสิกส์อะตอม แล้วทำให้คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในเนื้อหาเรื่องฟิสิกส์อะตอมไม่ถูกต้อง คำนวณเนื้อหาที่ได้ทำการศึกษามีเนื้อหาค่อนข้างยาก และมีลำดับขั้นตอนในการคำนวณค่อนข้างซับซ้อน เข้าใจยาก ทำให้นักเรียนไม่สามารถพิจารณาหาค่าปริมาณต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนี้น้อยลงและอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดผลกระทบต่อการเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนี้น้อยตามไปด้วย จึงใช้แบบฝึกมาเป็นแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว

4. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/14 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/14

5. ตัวแปรที่จะศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การใช้ชุดการเรียน
ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม สูงขึ้น
2. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรายวิชาฟิสิกส์
3. ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
4. เป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบฝึกทักษะในวิชาฟิสิกส์ และวิชาอื่น ๆ อีกต่อไป

7. วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง ใช้กับนักเรียน 36 คน โดยมีการทดสอบก่อนและหลังการเรียนโดยใช้ชุดการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/14

2. ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/14 โรงเรียนสตรีศึกษา จำนวน 36 คน

8. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม
2. ชุดการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม

9. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องฟิสิกส์อะตอม จำนวน 30 ข้อ เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมก่อนและหลังจากให้นักเรียนได้ใช้ชุดการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม แล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม จำนวน 30 ข้อ เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

10. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม แล้วมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดผ่านร้อยละ 70 หรือทำถูก 21 ข้อขึ้นไป

11. ผลการวิจัย

นักเรียนมีความสามารถในการหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 หรือทำถูก 21 ข้อขึ้นไป จำนวน 28 คน จาก 36 คน คิดเป็นร้อยละ 77.80

12. การสะท้อนผลการวิจัย

เพื่อนครูมีความคิดเห็น ความรู้สึกต่อผลการวิจัยนี้ว่า สามารถแก้ปัญหานักเรียนที่ไม่มีความเข้าใจในเรื่องฟิสิกส์อะตอมได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนเกิดกำลังใจที่จะนำความรู้นี้ไปสานต่อกับเรื่องใหม่คือ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ สำหรับการแปลความหมายและการวิเคราะห์ข้อมูลของตนเอง เพื่อนครูมีความคิดเห็นว่าเป็นการวิเคราะห์และแปลความหมายแบบง่าย ๆ เข้าใจไม่ยาก กระบวนการไม่ยุ่งยาก เหมาะกับครูทั่ว ๆ ไป อีกทั้งงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนคือ เป็นการส่งเสริม ความเข้าใจสำหรับเรื่องฟิสิกส์อะตอม เพื่อนำไปสู่การเรียน เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ ต่อไปและจะนำผลวิจัยมุ่งมั่นที่จะพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี

ภาคผนวก

เอกสารประกอบชุดการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205
เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม

1. แนวความคิดเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม

1. DEMOCRITUS เสนอแนวความคิดว่า อะตอมเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดไม่สามารถแบ่งได้อีก โดยที่ธาตุทุกชนิดมีอะตอมที่เหมือนกัน แต่การจัดเรียงตัวต่างกัน
2. ARISTOTLE เสนอแนวความคิดว่า สสารประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานคือ ดิน – น้ำ – ลม – ไฟ แต่มีสัดส่วนที่แตกต่างกัน
3. JOHN DALTON เสนอแนวความคิดว่า อะตอมเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดไม่สามารถแบ่งได้อีก ธาตุชนิดเดียวกันต้องมีอะตอมที่เหมือนกันและจะแตกต่างไปจากธาตุอื่น โดยอะตอมจะไม่สูญหายหรือเกิดขึ้นใหม่ได้

2. พื้นฐานการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม

รังสี หมายถึง กลุ่มพลังงานสูงหรือโฟตอน ที่สามารถทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนได้ มี 2 ประเภทคือ

1. รังสีที่เกิดจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงานจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความถี่ $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ h คือ ค่านิจของพลังค์ = 6.63×10^{-34} J.s	2. รังสีที่เกิดจากอนุภาคที่มีพลังงานจลน์สูง พลังงานขึ้นอยู่กับพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ใช้เร่งให้อนุภาคเคลื่อนที่ $E = qV = \frac{1}{2}mv^2$ V คือ ความต่างศักย์ที่ใช้เร่งอนุภาค (โวลต์) v คือ อัตราเร็วของอนุภาค (เมตรต่อวินาที)

การเปลี่ยนรูปพลังงานระหว่างรังสีทั้งสองกลุ่ม

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

$\frac{e}{h}$ = 2.4×10^{14} Hz และ $\frac{hc}{e}$ = 1240 nm

พลังงาน 1 อิเลคตรอนโวลต์ (1 eV = 1.6×10^{-19} J)

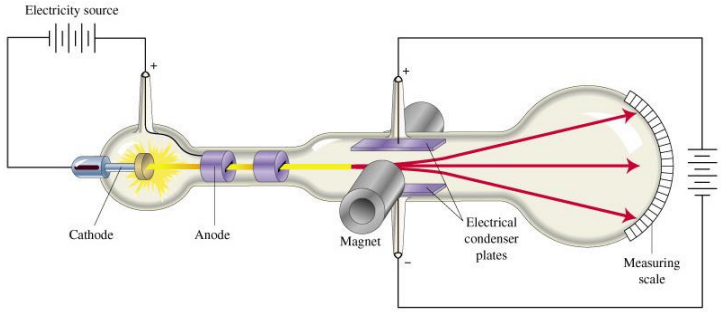
สูตรลัด $f = 2.4 \times 10^{14} V$ Hz , $\lambda = \frac{1240}{V}$ nm

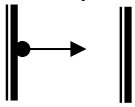
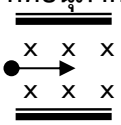
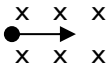
3. การค้นพบอิเล็กตรอน

3.1 การศึกษารังสีแคโทด Sir. Willium Crooke ค้นพบรังสีแคโทดจากหลอดความดันต่ำที่เกิดจากการเร่งด้วยความต่างศักย์ไฟฟ้าสูง พบว่าโลหะทุกชนิดให้อนุภาครังสีแคโทดได้เช่นเดียวกัน ซึ่งเป็นรังสีที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ เนื่องจากเกิดการเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก

3.2 การทดลองของ Sir. Joseph John Thomson เพื่อหาค่า**ประจุต่อมวลของอนุภาครังสีแคโทด**

การทดลองของทอมสันแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ



เร่งอนุภาค	คัดอนุภาค	วิเคราะห์มวล
		
ส่วนที่ 1 ส่วนเร่งอนุภาค โดยใช้ความต่างศักย์สูง $W_{ไฟฟ้า} = E_k$ $qV = \frac{1}{2}mv^2$	**ส่วนที่ 2 ส่วนคัดเลือกอนุภาคที่มีความเร็วเหมาะสม** $F_E = F_B$ $qE = qvB$ $v = \frac{E}{B}$; $E = \frac{V}{d}$ ดังนั้น $v = \frac{V}{dB}$	**ส่วนที่ 3 ส่วนวิเคราะห์อนุภาคผ่านสนามแม่เหล็ก** $F_B = F_C$ $qvB = \frac{mv^2}{R}$ จะได้ $R = \frac{mv}{qB}$

สรุปผลการทดลอง

1. **การหาค่าประจุต่อมวลหาจาก**

ส่วนที่ 1 และ 3

$$\frac{q}{m} = \frac{v^2}{2V} = \frac{v}{BR}$$

มีค่าเท่ากับ 1.76 X 10^{11} C/kg

2. **การวัดความเร็วรังสีคาโธดดูจากส่วนที่ 2**

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

ทอมสัน อธิบายสาเหตุการเกิดรังสีแคโทดว่า เมื่อโลหะที่เป็นขั้วแคโทดได้รับพลังงานไฟฟ้าที่มีศักย์สูง จะทำให้อิเล็กตรอนภายในอะตอมโลหะขั้วแคโทด (ขั้วลบ) หลุดออกมา แล้วเคลื่อนที่พุ่งตรงไปยังขั้วแอโนด (ขั้วบวก) เกิดเป็นเส้นรังสีแคโทดขึ้นมา

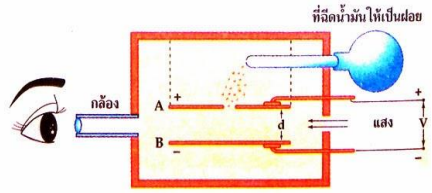
สรุป : **ในอะตอมจะต้องมีอนุภาคไฟฟ้าลบ เรียกว่า "อิเล็กตรอน" เป็นองค์ประกอบอยู่ภายใน**

ทอมสันทำการทดลอง***เพื่อหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและหาค่าอัตราส่วนของขนาดประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน***

1. เมื่อยิงรังสีแคโทดซึ่งมีอิเล็กตรอนอยู่ผ่านเข้าไปใน**สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า** อิเล็กตรอนจะถูกแรงกระทำ 2 แรง คือ **แรงจากสนามไฟฟ้าและแรงจากสนามแม่เหล็ก** หาก**แรงทั้งสองมีค่าเท่ากันและมีทิศตรงกันข้าม จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงอยู่ในแนวระดับ**
2. เมื่อยิงรังสีแคโทด**ตัดสนามแม่เหล็กอย่างเดียว อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่เป็นวงกลม**

3.3 การทดลองของ Robert Andrews Millikan เพื่อหา**ค่าประจุและมวลของอิเล็กตรอน**

มิลลิแกนได้ทดลองพ่นละอองน้ำมันเข้าไปในเครื่องมือที่มีสนามไฟฟ้าในแนวดิ่ง แล้วศึกษาหยดน้ำมันที่**เกิดการสมดุลแรง** พบว่า **หยดน้ำมันเหล่านี้จะมีประจุเป็นลบ มีค่าเป็นจำนวนเท่ากับ 1.6 x 10^{-19} C**



*หยดน้ำมันจะถูกกระทำสองแรงคือ น้ำหนักหยดน้ำมัน (W = mg) และแรงของสนามไฟฟ้า (F = qE)

หยดน้ำมันใดที่ลอยนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

$qE = mg$ เมื่อ $E = \frac{V}{d}$

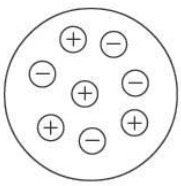
$$ne = q = \frac{mg}{E} = \frac{mgd}{V}$$

q คือ ประจุรวมทั้งหมดในหยดน้ำมัน หน่วย คูลอมบ์ (C)
n คือ จำนวนอิเล็กตรอน
e คือ ประจุอิเล็กตรอน 1 ตัว e = 1.6 x 10^{-19} คูลอมบ์
m คือ มวลของหยดน้ำมันทั้งหมด หน่วย กิโลกรัม (kg)
E คือ ความเข้มสนามไฟฟ้า หน่วย นิวตันต่อคูลอมบ์ (N/C)

4. แบบจำลองอะตอม

4.1 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

อะตอมมีรูปร่างลักษณะเป็นทรงกลม ประกอบด้วยโปรตอนซึ่งมีประจุบวกและอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปอย่างสม่ำเสมอ และในอะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้า จะมีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน

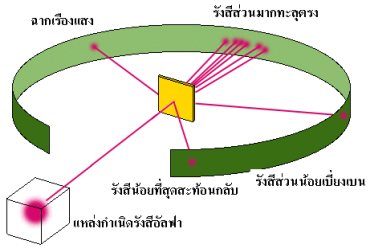


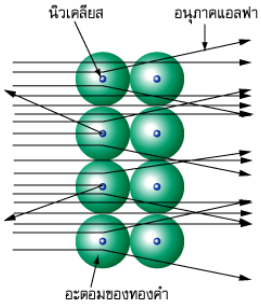
4.2 แบบจำลองอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด

Sir Ernest Rutherford ได้ทำการทดลองยิงรังสีแอลฟา ซึ่งเป็นอนุภาคไฟฟ้าบวกเข้าไปกระทบแผ่นทองคำบาง ๆ ซึ่งล้อมรอบไว้ด้วยฉากเรืองแสง ผลการทดลองพบว่า

- **อนุภาคเกือบทั้งหมดทะลุผ่านได้โดยเบี่ยงเบนน้อยมาก**
- **อนุภาคส่วนน้อยจะเบี่ยงเบนออกไปจากแนวเดิม 5^0 - 150^0**
- **อนุภาคบางตัวสะท้อนกลับทิศทางเดิม**

แสดงให้เห็นว่า อะตอมประกอบด้วยประจุไฟฟ้าบวกรวมกันอยู่ที่ศูนย์กลาง เรียกว่า **นิวเคลียส** ซึ่งถือว่ารวมมวลเกือบทั้งหมดของอะตอมโดยมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบ ๆ นิวเคลียส ด้วยระยะห่างจากนิวเคลียสมาก

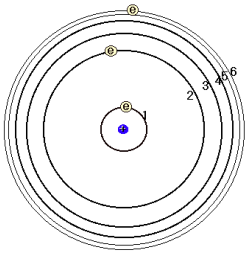




5. ทฤษฎีอะตอมของโบร์

5.1 แบบจำลองอะตอมของ Neils Bohr

นีลส์ โบร์ ได้เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายสเปคตรัมอะตอมของไฮโดรเจน 2 ข้อดังนี้



1. อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบนิวเคลียส จะมีวงโคจรบางวงที่อิเล็กตรอนไม่แผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา ในวงโคจรนี้**อิเล็กตรอนจะมีโมเมนตัมเชิงมุมคงที่**

$$L = mvr = n\hbar \qquad (\hbar \text{ หรือ h – Bar }, \ \hbar = \frac{h}{2\pi})$$

*** เมื่อ n เป็นเลขจำนวนเต็มบวก 1 , 2 , 3 , ... เรียกว่า เลขควอนตัมของวงโคจร**

2. เมื่ออิเล็กตรอนเปลี่ยนวงโคจร อิเล็กตรอนจะดูดกลืนหรือปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

*สำหรับ**รัศมีวงโคจรอิเล็กตรอนแต่ละวงของอะตอมไฮโดรเจน** สามารถหาได้จากสมการ

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

r_n **คือ รัศมีวงโคจรที่ n หน่วย เมตร (m)**
n คือ ลำดับที่ของวงโคจรจากวงในสุดไปนอกสุด

5.2 ระดับพลังงานของอะตอม

พลังงานของอิเล็กตรอนซึ่งอยู่ในแต่ละวงโคจรของอะตอมไฮโดรเจน หาได้จากสมการ

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

E_n **คือ พลังงานอิเล็กตรอนในวงโคจรที่ n ของอะตอมไฮโดรเจน**
หน่วย อิเล็กตรอนโวลต์ (eV)

E_1 **คือ พลังงานอิเล็กตรอนไฮโดรเจนในวงโคจรที่ 1 เท่ากับ -13.6 eV**

n **คือ ลำดับที่ของวงโคจรจากวงในสุดไปนอกสุด**

1 eV = 1.6×10^{-19} จูล

5.3 สเปคตรัมของอะตอมของก๊าซ

- จัดเป็นสเปคตรัมแบบไม่ต่อเนื่อง หรือเรียกว่า **สเปคตรัมเส้นสว่าง (Emission Line spectrum)**

- เกิดจากการที่อะตอมถูกกระตุ้นปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อกลับคืนสู่สภาวะพื้น

ข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของโบร์

1. ระดับพลังงานในสุด (n = 1) จะเป็นระดับที่มีพลังงานต่ำสุดและถัดออกมาจะเป็นระดับที่มีพลังงานมากขึ้นเรื่อย ๆ และปกติอิเล็กตรอนชอบที่จะอยู่ชั้นในสุด (n = 1) เพราะจะมี**<u>เสถียรภาพมากที่สุด</u>** ภาวะเช่นนี้เรียกว่า **"สภาวะพื้น (Ground State)"**

2. เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานที่เหมาะสม อิเล็กตรอนจะดูดพลังงานนั้นแล้วจะเคลื่อนย้าย**<u>จากระดับพลังงานต่ำขึ้นไประดับพลังงานสูงกว่าเดิม</u>** ภาวะเช่นนี้เรียกว่า **"สภาวะกระตุ้น (Excited State)"**

ภาวะถูกกระตุ้นอิเล็กตรอนจะมีพลังงานมากเกินไปจึงไม่เสถียร อิเล็กตรอนจะคายพลังงานส่วนหนึ่งออกมาแล้วเคลื่อนย้ายลงมาอยู่ในระดับพลังงานที่ต่ำกว่า

3. พลังงานที่อิเล็กตรอนคายออกมาจะอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเสมอ

การคำนวณหาพลังงาน ความถี่ ความยาวคลื่นของสเปคตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อะตอมคายออกมาหรือดูดเข้าไป สามารถหาได้จากสมการ

$$\Delta E = E_{n2} - E_{n1}$$

$$|\Delta E| = \frac{hf}{e} = \frac{hc}{e\lambda}$$

h **คือ ค่าคงที่ของพลังค์ มีค่าเท่ากับ 6.6×10^{-34} J.s**

e **คือ ประจุอิเล็กตรอน 1 ตัว มีค่าเท่ากับ 1.6×10^{-19} C**

c **คือ ความเร็วคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 3.0×10^{8} m/s**

λ **คือ ความยาวคลื่น หน่วย เมตร (m)**

ΔE **คือ พลังงานที่เปลี่ยนแปลง หน่วย อิเล็กตรอนโวลต์ (e**

ΔE **มีค่าบวก แสดงว่าเป็นพลังงานที่ดูดเข้าไป**

ΔE **มีค่าลบ แสดงว่าเป็นพลังงานที่คายออกม**

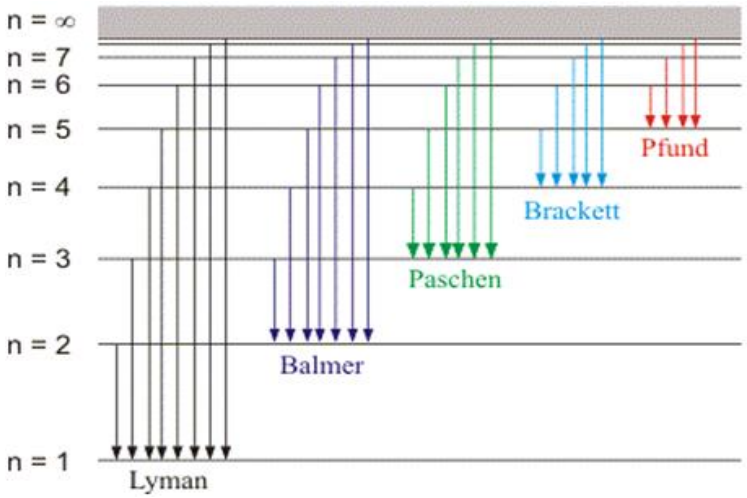
E_2 **คือ พลังงานของอิเล็กตรอนในระดับพลังงานสุดท้าย**
หน่วย อิเล็กตรอนโวลต์ (eV)

E_1 **คือ พลังงานของอิเล็กตรอนในระดับพลังงานตอนแรก**
หน่วย อิเล็กตรอนโวลต์ (eV)

f **คือ ความถี่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หน่วย เฮิรตซ์ (Hz)**

สเปคตรัมของก๊าซไฮโดรเจน

J. Balmer และคณะ ได้อธิบายสเปคตรัมของก๊าซไฮโดรเจนในรูปของสมการที่สอดคล้องทุกเส้นสเปคตรัม ดังนี้



$E_\infty = 0$ eV

$E_5 = -0.54$ eV

$E_4 = -0.85$ eV

$E_3 = -1.51$ eV

$E_2 = -3.4$ eV

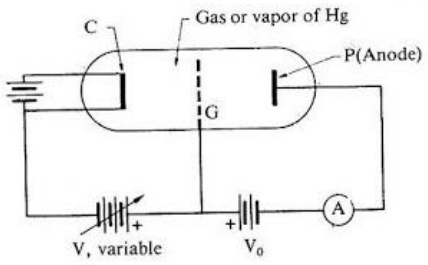
$E_1 = -13.6$ eV

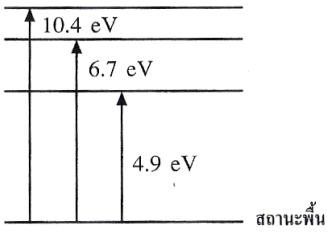
$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right]$$

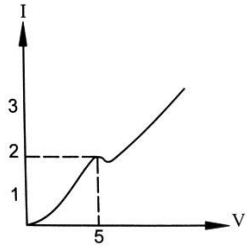
R_H **คือ** Rydberg Constant = $1.0974 \times 10^7\ m^{-1}$
n_f **คือ ลำดับชั้นของวงโคจรที่อิเล็กตรอนอยู่ตอนสุดท้าย**
n_i **คือ ลำดับชั้นของวงโคจรที่อิเล็กตรอนอยู่ตอนแรก**

5.4 การทดลองของฟรังซ์ – เฮิรตซ์

James Franck – Gustav Ludwlg Hertz ได้ทำการทดลองสนับสนุน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ เกี่ยวกับการขาดห้วงพลังงานของอะตอมปรอท โดยผลจากการทดลองพบว่า







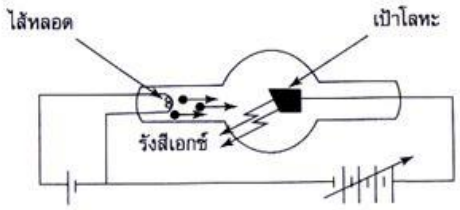
1. อะตอมปรอทจะดูดกลืนพลังงานบางคำเมื่อได้รับพลังงานกระตุ้นจากการเร่งอิเล็กตรอน เข้าไปชนอะตอมของปรอทจะดูดกลืน 4.9 , 6.7 , 10.4 eV.....
2. สเปคตรัมที่ได้จากการทดลอง มีค่าเทียบเท่ากับพลังงานที่อะตอมรับเข้าไปจริง
3. พลังงานกระตุ้นมีค่าเทียบเท่าผลต่างของระดับพลังงานอะตอม

5.5 รังสีเอกซ์ (X - Rays)

Wilheim Konrad Roentgen นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันได้ค้นพบรังสีเอกซ์โดยบังเอิญ เกิดจาก **การเร่งไฟฟ้าในหลอดสุญญากาศด้วยความต่างศักย์สูง อิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นจากไส้หลอดจะเคลื่อนเข้าชนเป้าโลหะด้วยความเร็วสูง และจะเกิดการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง** ซึ่งสามารถแบ่งรังสีเอกซ์ออกเป็น 2 แบบดังนี้

1. สเปกตรัมแบบต่อเนื่อง (continuous X – rays) เป็นรังสีเอกซ์ที่เกิดจากการคายพลังงานของอิเล็กตรอนที่เข้าไปกระตุ้นเป้าโลหะ

2. สเปกตรัมแบบเส้น (characteristic X – rays) เป็นรังสีเอกซ์ที่เกิดจากการคายพลังงานของเป้าโลหะที่ถูกกระตุ้นจะมีพลังงานเฉพาะค่า



แผนภาพแสดงส่วนประกอบของหลอดรังสีเอกซ์

พลังงานรังสีเอกซ์ = พลังงานศักย์กระตุ้น

$$E = hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}} = eV_{max} = \frac{1}{2}mv^2_{max}$$

5.6 ความไม่สมบูรณ์ของทฤษฎีอะตอมของโบร์

จากทฤษฎีอะตอมของโบร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับอะตอม เช่น

1. อธิบายถึงการเกิดสเปคตรัมของอะตอมไฮโดรเจน
2. อธิบายถึงการจัดตัวของอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุไฮโดรเจน
3. อธิบายถึงค่าพลังงานที่ทำให้อะตอมที่มีอิเล็กตรอนเพียงตัวเดียวแตกตัวเป็นอิออนได้

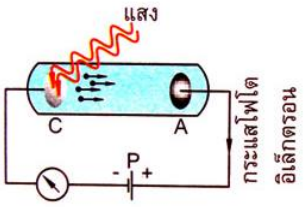
แต่ทฤษฎีของโบร์ไม่สามารถอธิบายเป็นหลาย ๆ สิ่งหลาย ๆ อย่างได้ เช่น

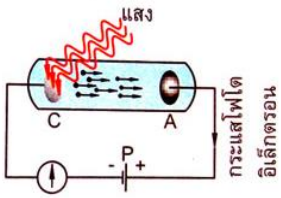
1. การเกิดสเปคตรัมของอะตอมอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ไฮโดรเจน
2. การเกิดสเปคตรัมแยกออกเป็นหลาย ๆ เส้น เมื่ออะตอมที่มีอยู่ในสนามแม่เหล็ก
3. เหตุผลที่ค่าความเข้มของแสงของเส้นสเปคตรัมแต่ละเส้นมีค่าไม่เท่ากัน
4. ทำไม $L = mvr = n\hbar$

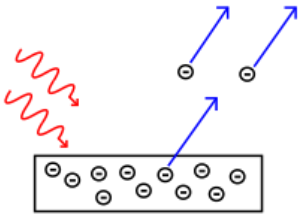
6. ทวิภาพของคลื่นและอนุภาค

6.1 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่แสงคลื่นสั้นที่มีพลังงานเอาชนะพลังงานยึดเหนี่ยวตกกระทบโลหะ ทำให้อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าหลุดออกจากโลหะได้







*การทดลองให้แสงตกกระทบใส่ขั้วแคโทด เมื่ออิเล็กตรอนของอะตอมในขั้วแคโทดได้รับพลังงานแสงจำนวนมากพอจะหลุดออกจากขั้วแคโทดแล้วเคลื่อนที่พุ่งเข้าหาขั้วแอโนด แล้วเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่า **ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (Photoelectric effect)** ตัวอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากแคโทด เรียกว่า **โฟโตอิเล็กตรอน (Photo electron)**

ฟังก์ชันของงาน (Work Function "W")	ความต่างศักย์หยุดยั้ง (Stopping Potential "V_s")
เป็นพลังงานยึดเหนี่ยวอะตอม ซึ่งเทียบเท่ากับพลังงานที่กระตุ้นจากแสง มีความยาวคลื่นมากที่สุด (ความยาวคลื่นขีดเริ่ม λ_0) หรือ ความถี่น้อยสุด (ความถี่ขีดเริ่ม f_0) หาได้จาก $W = \frac{hc}{\lambda_0} = hf_0$	เป็นความต่างศักย์ที่ทำให้โฟโตอิเล็กตรอนที่วิ่งจากขั้วแคโทดหยุดพอดี $eV_s = \frac{1}{2}mv^2_{max} = E_k$

สมการโฟโตอิเล็กทริก $E_{แสง} = W + V_0$, $\frac{hf}{e} = W + V_0$, $\frac{hc}{\lambda} = W + V_0$

$E_{แสง}$ คือ พลังงานแสง หน่วย อิเล็กตรอนโวลต์ (eV)
W คือ พลังงานยึดเหนี่ยว , ฟังก์ชั่นงาน หน่วย อิเล็กตรอนโวลต์ (eV)
V_0 คือ พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน หน่วย อิเล็กตรอนโวลต์ (eV)
V_0 คือ ความต่างศักย์หยุดยั้ง หน่วย โวลต์ (V)
h คือ ค่าคงที่ของพลังค์ มีค่าเท่ากับ 6.6×10^{-34} J.s
e คือ ประจุอิเล็กตรอน 1 ตัว มีค่าเท่ากับ 1.6×10^{-19} C
c คือ ความเร็วคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 3.0×10^{8} m/s
λ คือ ความยาวคลื่น หน่วย เมตร (m)

ผลการทดลอง

1. **เมื่อแสงกระตุ้นมีความถี่อย่างน้อยเท่ากับความถี่ขีดเริ่มจะเกิดโฟโตอิเล็กตรอน**
2. **จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนของแสงจะเพิ่มมากขึ้น ถ้าความเข้มของแสงมีค่ามากขึ้น**
3. **พลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอน ไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มแสง แต่จะขึ้นกับความถี่แสง**

6.2 โฟตอน

ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ได้เสนอแนวความคิดว่า

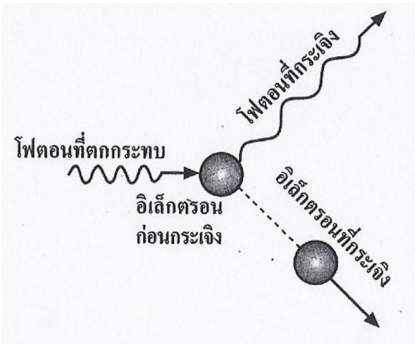
1. แสงมีลักษณะเป็นกลุ่มก้อนของพลังงานที่เรียกว่า**"ควอนตัมของพลังงาน** หรือ **โฟตอน (photon)"**
2. โฟตอน 1 ตัว จะมีพลังงานเท่ากับ $hf = \frac{hc}{\lambda}$ ดังนั้น โฟตอน n ตัว จะมี

$$\text{พลังงานแสง} = n(hf) = n(\frac{hc}{\lambda}) \qquad \text{หน่วยเป็น จูล (J)}$$

3. เมื่อโฟตอนพุ่งชนอิเล็กตรอนจะชนกันแบบหนึ่งต่อหนึ่ง และโฟตอนจะถ่ายทอดพลังงานทั้งหมดแก่อิเล็กตรอน ดังนั้น

- หากโฟตอนมีความถี่ต่ำ พลังงานน้อย ก็จะไม่สามารถทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาได้
- การเพิ่มความเข้มแสง (เพิ่มจำนวนโฟตอน) ให้มากขึ้น โดยไม่เพิ่มความถี่แสง พลังงานแสงแต่ละโฟตอนจะไม่เพิ่มขึ้น จึงทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาได้

6.3 ปรากฏการณ์ของคอมพ์ตัน



คอมพ์ตัน (Arthur H.compton) ได้ทำการทดลองสนับสนุนแนวความคิดของไอน์ไสตน์ ที่ว่า **"<u>แสงเป็นอนุภาค</u>"**

โดย**ทดลองยิงรังสีเอกซ์เข้ากระทบแท่งกราไฟต์ ปรากฏว่า มีอิเล็กตรอนและรังสีเอกซ์กระเจิงออกมา** แล้ววัดความยาวคลื่นของคลื่นที่เกิดการกระเจิง พบว่า **ความยาวคลื่นของรังสีเอกซ์ที่เกิดการกระเจิงมีค่ามากขึ้นคล้ายกับการชนกันของอนุภาคและยังเป็นไปตามกฎอนุรักษ์พลังงานและโมเมนตัม โดยเป็นการชนแบบยืดหยุ่น**

สรุป : การทดลองของคอมพ์ตันสนับสนุนแนวคิดของไอน์สไตน์ที่ว่า

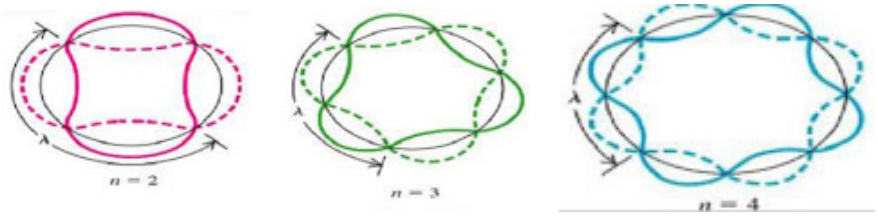
"<u>คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า</u>สามารถประพฤติตัวเป็น<u>อนุภาค</u>ได้"

6.4 สมมติฐานของเดอบรอยล์

Prince Louis Victor de Broglie ได้เสนอ**สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและโมเมนตัมของโฟตอน** เรียกว่า **ความยาวคลื่นเดอบรอยล์**

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{P} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$$

- **อนุภาคขนาดเท่าใดก็ตามที่เคลื่อนที่สามารถประพฤติตัวเป็นคลื่นได้**
- **การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่วนรอบ ๆ นิวเคลียส โดยไม่แผ่พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา เนื่องจาก ประพฤติตัวนิ่งในชั้นวงจรพื้นนั้น ๆ**
- **จำนวนความยาวคลื่นขึ้นอยู่กับเลขควอนตัมในขณะนั้น** ตัวอย่างเช่น



เดอบรอยล์ใช้ทฤษฎีของเขาอธิบายสมมติฐานของโบร์ว่า “อิเล็กตรอนที่วิงวนรอบนิวเคลียสโดยไม่แผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาจะมีโมเมนตัมเชิงมุม” $L = mvr = n\hbar$ (**$\hbar$ หรือ h – Bar** , $\hbar = \frac{h}{2\pi}$)

โดย**โบร์ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น**

*__เดอบรอยล์__ อธิบายว่า **การที่อิเล็กตรอนในอะตอมไม่มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจาก**
“อิเล็กตรอนที่วิ่งวนรอบนิวเคลียสจะแสดงสมบัติของคลื่นนิ่ง”

ซึ่งเป็นไปได้ **“เมื่อความยาวของเส้นรอบวงมีค่าเป็นจำนวนเท่าของความยาวคลื่นของอิเล็กตรอน”**

ดังสมการ $2\pi r = n\lambda$ ซึ่ง $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{P} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$

7. กลศาสตร์ควอนตัม

1. Erwin Schrodinger ได้อธิบายในรูปของสมการคลื่นที่ขึ้นกับตำแหน่งและเวลาที่สอดคล้องกับสมการของเดอร์บรอยล์ โดยอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่แบบกลุ่มคลื่น ความเร็วของกลุ่มคลื่นมีค่าเท่ากับความเร็วของอนุภาค

2. Werer Kari Heisenberg

ได้ตั้งหลักการอธิบาย**เมื่ออิเล็กตรอนประพฤติตัวเป็นคลื่น**ว่า เราไม่สามารถรู้ถึงตำแหน่งและความเร็วของอนุภาคในเวลาเดียวกันได้อย่างแม่นยำ เรียกหลักการนี้ว่า **ความไม่แน่นอนของไฮเซนเบร์ก** ซึ่งเขียนเป็นสมการดังนี้

$$(\Delta x)(\Delta P) \geq \hbar \qquad \text{เมื่อ } \hbar \text{ หรือ h – Bar , } \hbar = \frac{h}{2\pi}$$

ΔX คือ ความไม่แน่นอนของตำแหน่ง

ΔP คือ คือความไม่แน่นอนของโมเมนตัม = mΔV

ชุดเลขควอนตัมกับการจัดเรียงอิเลคตรอน

1. ชุดเลขควอนตัมหลัก (n) เป็นปริมาณมีความสัมพันธ์กับระดับพลังงานของอะตอมและมีความสอดคล้องกับชั้นของอิเลคตรอนหรือระดับพลังงานอะตอม (K , L , M...)
2. เลขควอนตัมออร์บิทัล (L) เป็นเลขควอนตัมหนึ่งที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือ จำนวนเต็มบวก แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่จะมีค่าสูงสุดได้เท่ากับ n - 1 มีค่า 0 , 1 , 2 , 3 ,....., n – 1
   ชั้นย่อยที่สอดคล้องกับเลขควอนตัม L คือ s , p , d , f , g , h....
3. เลขควอนตัมแม่เหล็กออร์บิทัล (m) เป็นเลขควอนตัมที่เป็นจำนวนเต็มลบ ,0, จำนวนเต็มบวกในช่วงระหว่าง - m,...,0...,m ของค่าออร์บิทัล L
4. เลขควอนตัมแม่เหล็กสปิน (S) เป็นเลขควอนตัมที่มีจำกัดแค่เพียง 2 ค่า คือ $+\frac{1}{2}$ และ $-\frac{1}{2}$ ในค่า m

โรงเรียนสตรีศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด

การสอบวัดผลปลายภาคเรียน **วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 (ว30205)**
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/13 – 6/15 **ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2569**
จำนวน 35 ข้อ **คะแนนเต็ม 30 คะแนน** **เวลา 2 ชั่วโมง**

คำชี้แจง ข้อสอบมี 2 ตอน ตอนที่ 1 แบบเลือกตอบ 30 ข้อ จำนวน 15 คะแนน
ตอนที่ 2 แบบอัตนัย 5 ข้อ จำนวน 15 คะแนน

ตอนที่ 1 คำสั่ง

1. ให้ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
2. อนุญาตให้ทดลงในตัวข้อสอบ และไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคำนวณทุกชนิด หากมีข้อสงสัยให้สอบถามกรรมการกำกับห้องสอบ กำหนดให้ g = 10 เมตรต่อวินาทียกกำลังสอง

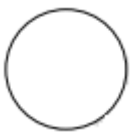
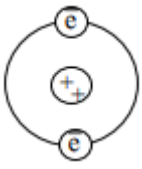
ผลการเรียนรู้ที่ 3 (ข้อ 1 - 17)

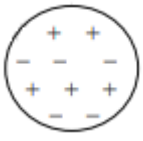
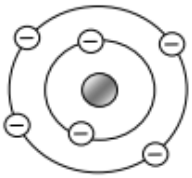
1. แสงมีความถี่ 5.0×10^{14} เฮิรตซ์ จงหาควอนตัมมีพลังงานกี่อิเล็กตรอนโวลต์
   ก. 1.04
   ข. 2.08
   ค. 4.17
   ง. 4.80

2. คนที่อยู่กลางแดดในตอนกลางวันเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้ผิวหนังคล้ำ จากการศึกษาพบว่าพลังงานโฟตอนของแสงแดดที่ทำให้ผิวหนังคล้ำมีค่าประมาณ 3.5 อิเล็กตรอนโวลต์ จงหาความยาวคลื่นของโฟตอนมีค่ากี่นาโนเมตร
   ก. 177
   ข. 282
   ค. 354
   ง. 564

3. ในการทดลองหาค่าประจุต่อมวลของทอมสัน โดยใช้สนามแม่เหล็กที่มีความเข้ม 0.005 เทสลา ถ้าความต่างศักย์ระหว่างแผ่นขนานสองแผ่นห่างกัน 3 เซนติเมตร มีค่า 90 โวลต์ จงหาความเร็วของอิเล็กตรอนขณะเคลื่อนที่ผ่านแผ่นโลหะนี้มีค่ากี่เมตรต่อวินาที
   ก. 2×10^5
   ข. 3×10^5
   ค. 6×10^5
   ง. 8×10^5

4. จากผลการทดลองของทอมสันทำให้ทอมสันได้ข้อมูลเกี่ยวกับอะตอมมากขึ้น เขาจึงเสนอแบบจำลองอะตอมดังรูปใด

ก. 
ข. 

ค. 
ง. 

5. ในการทดลองของหลอดรังสีแคโทดจะเห็นว่าอิเล็กตรอนมวล m วิ่งด้วยความเร็ว v เป็นวงกลมในสนามแม่เหล็ก จงหารัศมีความโค้งของอิเล็กตรอนมีค่าเท่าใด

ก. $\frac{m}{qvB}$

ข. $\frac{mv}{qB}$

ค. $\frac{v}{mqB}$

ง. $\frac{mq}{vB}$

6. ในการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด เมื่อยิงสิ่งใดใส่แผ่นโลหะทองคำบาง ๆ ผลการทดลอง พบว่า สิ่งที่ยิงใส่แผ่นโลหะทองคำบาง ๆ มีทางเดินอย่างไร เรียงลำดับจากโอกาสน้อยไปยังโอกาสมาก

ก. ไม่เบี่ยงเบน สะท้อนกลับ เบี่ยงเบน
ข. สะท้อนกลับ เบี่ยงเบน ไม่เบี่ยงเบน
ค. เบี่ยงเบน ไม่เบี่ยงเบน สะท้อนกลับ
ง. ไม่เบี่ยงเบน เบี่ยงเบน สะท้อนกลับ

7. ในการทดลองเรื่องหยดน้ำของมิลลิแกนถ้าใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 โวลต์ หยดน้ำมันมีมวล 8×10^{-16} กิโลกรัม ระยะห่างระหว่างแผ่นขั้วโลหะเท่ากับ 0.8 เซนติเมตร ทำให้หยดน้ำมันลอยอยู่นิ่ง จงหาว่าหยดน้ำมันได้รับอิเล็กตรอนกี่ตัว กำหนดให้ **$e = 1.6 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์**

ก. 1 ตัว
ข. 2 ตัว
ค. 4 ตัว
ง. 8 ตัว

8. ในแบบจำลองอะตอมของไฮโดรเจนของโบว์ รัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนในสถานะ n = 4 เป็นกี่เท่าของรัศมีวงโคจรในสถานะ n = 1 กำหนดให้ **$r_n = 5.3 \times 10^{-11} n^2$**

ก. 4 เท่า
ข. 8 เท่า
ค. 16 เท่า
ง. 64 เท่า

9. ระดับพลังงานของอะตอมไฮโดรเจนตามแบบจำลองของโบร์มีค่าเป็นไปตามสมการใด

ก. $E_n = \frac{-13.6}{n^2}$ eV

ข. $E_n = 13.6n^2$ eV

ค. $E_n = -13.6n^2$ eV

ง. $E_n = \frac{13.6}{n}$ eV

10. พลังงานต่ำสุดของอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจน (E_1) เท่ากับ -13.6 อิเล็กตรอนโวลต์ ถ้าอิเล็กตรอนเปลี่ยนสถานะจาก n = 3 ไปสู่สถานะ n = 2 จะให้แสงที่มีพลังงานควอนตัมมีค่ากี่อิเล็กตรอนโวลต์

ก. 1.51
ข. 1.89
ค. 3.40
ง. 4.91

11. พลังงานต่ำสุดของอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจน (E_1) เท่ากับ -13.6 อิเล็กตรอนโวลต์ ถ้าอิเล็กตรอนเปลี่ยนสถานะจาก n = 4 ไปสู่สถานะ n = 1 จะให้แสงที่มีพลังงานควอนตัมมีค่ากี่อิเล็กตรอนโวลต์

ก. 6.34
ข. 7.23
ค. 12.75
ง. 14.45

12. อิเล็กตรอนตัวหนึ่งถูกเร่งด้วยความต่างศักย์ 12.75 โวลต์ เข้าชนกับอะตอมของไฮโดรเจนที่อยู่ในสถานะพื้น การชนครั้งนี้จะสามารถทำให้อะตอมไฮโดรเจนอยู่ในระดับพลังงานสูงสุดในระดับ n เท่าใด พลังงานต่ำสุดของอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจน (E_1) เท่ากับ -13.6 อิเล็กตรอนโวลต์
    ก. 2
    ข. 4
    ค. 5
    ง. 7

13. จากการวิเคราะห์สเปกตรัมของธาตุไฮโดรเจน พบว่าชุดความถี่ของเส้นสเปกตรัมในช่วงที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่านั้น มีชื่อเรียกว่า
    ก. Lyman series
    ข. Balmer series
    ค. Paschen series
    ง. Brackett series

14. อนุกรม Balmer เกิดจากการเปลี่ยนระดับพลังงานลงมาสู่ระดับใด
    ก. n = 1
    ข. n = 2
    ค. n = 3
    ง. n = 4

15. แสงในอนุกรม Balmer ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณใดของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า
    ก. รังสีเอกซ์
    ข. ไมโครเวฟ
    ค. อินฟราเรด
    ง. แสงที่มองเห็น

16. อะตอมไฮโดรเจนเปลี่ยนระดับพลังงานจาก n = 2 ไป n = 1 ความยาวคลื่นของแสงที่ปล่อยออกมาเป็นกี่เท่าของในกรณีที่เปลี่ยนระดับพลังงานจาก n = 4 ถึง n = 2
    ก. $\frac{1}{4}$ เท่า
    ข. $\frac{1}{2}$ เท่า
    ค. 2 เท่า
    ง. 4 เท่า

17. รังสีเอกซ์ที่ให้สเปกตรัมเส้นเกิดจากกระบวนการในข้อใด
    ก. แก๊สเฉื่อยภายในหลอดสุญญากาศมีการเปลี่ยนระดับพลังงาน
    ข. การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนชั้นในสุดของอะตอมที่เป็นเป้า
    ค. การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนชั้นนอกสุดของอะตอมที่เป็นเป้า
    ง. อิเล็กตรอนที่พุ่งเข้าชนเป้าถูกหน่วงหรือเร่ง

ผลการเรียนรู้ที่ 4 (ข้อ 18 - 24)

18. ข้อใดเป็นผลมาจากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก
    ก. โฟโตอิเล็กตรอนจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อแสงมีความถี่สูงขึ้น
    ข. พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นกับความเข้มแสง
    ค. โฟโตอิเล็กตรอนจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อแสงมีความเข้มน้อยลง
    ง. โฟโตอิเล็กตรอนจะเกิดขึ้นเมื่อแสงมีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม

19. เงื่อนไขสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดกระแสโฟโตอิเล็กตรอนในปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกได้ คือข้อใด
ก. ความถี่ของแสงสูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม
ข. ความยาวคลื่นของแสงมีค่าไม่เกินความยาวคลื่นของอิเล็กตรอน
ค. ความเข้มแสงมีค่าไม่น้อยกว่าค่าหนึ่ง ขึ้นกับชนิดของโลหะที่เป็นขั้วไฟฟ้า
ง. ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้ามีค่าสูงและทำให้แก๊สแตกตัวเป็นไอออน

20. ในการทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ความต่างศักย์ระหว่างขั้นแอโนดและแคโทดจะถูกปรับเพื่อนำไปสู่การทราบค่าของปริมาณใด
ก. พลังงานจลน์ต่ำสุดของโฟโตอิเล็กตรอน
ข. พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน
ค. ความถี่ต่ำสุดของแสงที่จะทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอน
ง. ความถี่สูงสุดของแสงที่จะทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอน

21. ฉายแสงความถี่ 9.6×10^{14} เฮิรตซ์ ตกกระทบโลหะชนิดหนึ่งซึ่งมีฟังก์ชันงานเท่ากับ 2.28 อิเล็กตรอนโวลต์ ศักย์หยุดยั้งสำหรับโลหะชนิดนี้เท่ากับกี่โวลต์
ก. 1.72
ข. 2.28
ค. 3.44
ง. 5.37

22. เมื่อฉายแสงความถี่ 8.15×10^{14} เฮิรตซ์ ไปที่ธาตุต่อไปนี้

ธาตุ	ฟังก์ชันงาน (W)
แบเรียม	2.6 eV
อะลูมิเนียม	4.2 eV
เงิน	4.6 eV
ทองคำ	5.3 eV

จงหาว่าจะเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกกับธาตุใด
ก. แบเรียม
ข. แบเรียม อะลูมิเนียม
ค. แบเรียม อะลูมิเนียม เงิน
ง. อะลูมิเนียม เงิน ทองคำ

23. ฉายแสงความยาวคลื่น 200 นาโนเมตร ตกบนผิวซีเซียมที่มีฟังก์ชันงาน 2.1 อิเล็กตรอนโวลต์ โฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมา มีพลังงานจลน์สูงสุดกี่อิเล็กตรอนโวลต์
ก. 1.3
ข. 3.0
ค. 4.1
ง. 8.3

24. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างศักย์หยุดยั้ง (แกนตั้ง) และส่วนกลับของความยาวคลื่นของแสงที่ฉาย (แกนนอน) จะได้กราฟเส้นตรง ข้อใดคือ ความชันของกราฟเส้นตรงนี้
ก. $\frac{h}{e}$
ข. $\frac{e}{h}$
ค. $\frac{h}{ce}$
ง. $\frac{hc}{e}$

ผลการเรียนรู้ที่ 5 (ข้อ 25 - 30)

25. ข้อใดบ้างที่สนับสนุนว่า แสงแสดงสมบัติเป็นอนุภาค
    ก. ปรากฏการณ์คอมพ์ตัน
    ข. สเปกตรัมของไฮโดรเจน
    ค. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก
    ง. การทดสอบของฟรังก์และเฮิรตซ์

26. ปรากฏการณ์ชนิดใดที่แสดงว่า อนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้
    ก. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก
    ข. ปรากฏการณ์คอมพ์ตัน
    ค. ปรากฏการณ์แทรกสอดของโฟตอน
    ง. ปรากฏการณ์เลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน

27. ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับความยาวคลื่นของเดอบรอยล์ได้ถูกต้อง
    ก. $P = h\lambda$
    ข. $P = h + \lambda$
    ค. $P = \frac{h}{\lambda}$
    ง. $P = \frac{\lambda}{h}$

28. โฟตอนและอิเล็กตรอนที่ประพฤติตัวเป็นคลื่นมีความยาวคลื่น 0.2 นาโนเมตร จะมีโมเมนตัมกี่กิโลกรัมเมตรต่อวินาที กำหนดให้ **ค่านิจของพลังค์ (h) = 6.6×10^{-34} J.s**
    ก. 1.5×10^{-24}
    ข. 3.3×10^{-24}
    ค. 6.6×10^{-24}
    ง. 13.2×10^{-24}

29. ถ้ามวลของอนุภาคเพิ่มขึ้น โดยความเร็วคงที่ จงหาความยาวคลื่นเดอบรอยล์จะเป็นเช่นไร
    ก. คงที่
    ข. ลดลง
    ค. เพิ่มขึ้น
    ง. เป็นศูนย์

30. หลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณใด
    ก. มวลกับพลังงาน
    ข. ความถี่กับความเร็ว
    ค. พลังงานกับความเร็ว
    ง. ตำแหน่งกับโมเมนตัม

กระดาษคำตอบวัดผลปลายภาคเรียน
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/13 – 6/15
ประจำภาคเรียนที่ 1/2569 จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น ม. ...../..... เลขที่.....

กระดาษคำตอบรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205

ตอนที่ 1 (15 คะแนน)

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					11					21				
2					12					22				
3					13					23				
4					14					24				
5					15					25				
6					16					26				
7					17					27				
8					18					28				
9					19					29				
10					20					30				

ตอนที่ 2 (15 คะแนน)
<u>คำสั่ง</u> ให้นักเรียนแสดงวิธีทำลงในกระดาษข้อสอบอย่างละเอียดชัดเจนและถูกต้อง
คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำลงในกระดาษข้อสอบอย่างละเอียดชัดเจนและถูกต้อง
ผลการเรียนรู้ที่ 3 (ข้อ 1 - 3)
1. ในการทดลองเรื่องหยดน้ำมันของมิลลิแกน ถ้าใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 โวลต์ หยดน้ำมันมีมวล 8×10^{-16} กิโลกรัม ระยะระหว่างแผ่นขั้วโลหะเท่ากับ 1 เซนติเมตร ทำให้หยดน้ำมันลอยอยู่นิ่ง จงหาว่าหยดน้ำมันมีอิเล็กตรอนเกาะอยู่กี่ตัว กำหนดให้ **e = 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ (3 คะแนน)**
(ตอบ 5 ตัว)

2. พลังงานต่ำสุดของอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนคือ -13.6 อิเล็กตรอนโวลต์ ถ้าอิเล็กตรอนเปลี่ยนสถานะจาก n = 3 ไปสู่สถานะ n = 2 จะให้แสงที่มีพลังงานควอนตัมกี่อิเล็กตรอนโวลต์ **(3 คะแนน)**
(ตอบ 1.89 อิเล็กตรอนโวลต์)

3. สเปกตัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจน พบว่า เส้นสว่างลำดับแรก (n = 3 $\longrightarrow$ n = 2) ที่เราเห็นชัดเจนมีความยาวคลื่นมากที่สุด คือ 656 นาโนเมตร ในอนุกรมบัลเมอร์เส้นสว่างลำดับที่สาม (n = 5 $\longrightarrow$ n = 2) จะมีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร **(3 คะแนน)** (ตอบ 434 นาโนเมตร)

ผลการเรียนรู้ที่ 4 (ข้อ 4)

4. โลหะชนิดหนึ่งมีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวเท่ากับ 2.4 อิเล็กตรอนโวลต์ ถ้าแสงที่มีความยาวคลื่น 100 นาโนเมตร มากระทบ พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนที่ออกมาจะเป็นกี่อิเล็กตรอนโวลต์ **(3 คะแนน)**

(ตอบ 10 eV)

ผลการเรียนรู้ที่ 5 (ข้อ 5)

5. ถ้ามวลของอนุภาค A เป็น 4 เท่าของมวลของอนุภาค B เมื่ออนุภาคทั้งสองมีพลังงานเท่ากัน จงหาว่าอนุภาค A จะประพฤติตัวเป็นคลื่นที่มีความยาวคลื่นเป็นกี่เท่าของอนุภาค B **(3 คะแนน)**

(ตอบ 1/2 เท่า)

คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว30205

เลขที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนสอบก่อนเรียน	คะแนนสอบหลังเรียน
1		15	25
2		9	14
3		12	24
4		10	15
5		18	25
6		16	24
7		15	26
8		9	17
9		11	21
10		12	24
11		14	27
12		10	17
13		9	16
14		13	23
15		12	24
16		8	17
17		15	27
18		14	26
19		12	20
20		14	26
21		13	26
22		15	27
23		12	24
24		14	26
25		12	25
26		15	26
27		14	26
28		13	26
29		11	22
30		14	26

เลขที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนสอบก่อนเรียน	คะแนนสอบหลังเรียน
31		12	23
32		11	22
33		14	25
34		11	20
35		13	25
36		12	25

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวสมใจ ธรรมขันธ์
วันเกิด	วันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 89 หมู่ที่ 2 ตำบลเหนือเมือง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด 45000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู อันดับ คศ.2
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสตรีศึกษา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด 45000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2537 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีศึกษา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
	พ.ศ. 2540 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีศึกษา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
	พ.ศ. 2544 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) วิชาเอกฟิสิกส์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
	พ.ศ. 2545 ประกาศนียบัตรบัณฑิตทางการสอน (ป.บัณฑิตทางการสอน) วิชาเอกฟิสิกส์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
	พ.ศ. 2551 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม