

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

วิชาฟิสิกส์ (ว 33205) เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชุดที่ 3

## สเปกตรัมของอะตอม



นายทองคุณ จันทสิงห์  
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม

อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27

### คำชี้แจงสำหรับครู

1. ครูศึกษาเนื้อหาที่จะสอนให้ละเอียดและศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้รอบคอบ
2. ครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ จัดชั้นเรียนให้พร้อม ก่อนสอนครูต้องเตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้บนโต๊ะให้เรียบร้อย และให้เพียงพอกับนักเรียนคนละ 1 ชุด ยกเว้นสื่อการสอนที่ต้องใช้ร่วมกันทั้งกลุ่ม
3. ครูแจ้งให้นักเรียนอ่านจุดประสงค์ในการเรียนรู้ก่อนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาสาระและตัวอย่างโจทย์เสริมประสบการณ์จากใบความรู้ ครูคอยให้คำแนะนำและสรุปเนื้อหา สาระที่สำคัญแล้วให้นักเรียนทำใบคำถาม และใบกิจกรรม
5. ให้นักเรียนทำข้อสอบจากแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
6. ให้นักเรียนตรวจคำตอบจากเฉลยท้ายเล่มแล้วบันทึกผลคะแนนการสอบส่งที่คุณครู
7. ในกรณีที่นักเรียนทำคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนได้ไม่ถึงร้อยละ 70 ครูให้นักเรียนย้อนกลับไปศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้อีกครั้ง แล้วทำข้อสอบให้ได้คะแนนตามเกณฑ์
8. ให้นำคะแนนจากใบคำถาม ใบกิจกรรม และจากการทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์ผล และประเมินผล

### คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

1. นักเรียนอ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนลงมือศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. นักเรียนศึกษาเนื้อหาสาระและตัวอย่างโจทย์เสริมประสบการณ์จากใบความรู้ เมื่อจบแล้วให้ทำใบคำถาม และใบกิจกรรม
3. นักเรียนทำข้อสอบจากแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
4. นักเรียนตรวจคำตอบจากเฉลยท้ายเล่มแล้วบันทึกผลคะแนนการทดสอบหลังเรียน
5. นักเรียนต้องซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่ดูเฉลย ก่อนที่จะทำแบบทดสอบ

ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
สำหรับนักเรียน

ศึกษาระยะและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง



ทดสอบก่อนเรียน



ปฏิบัติกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้



แบบทดสอบหลัง  
เรียน



ไม่ผ่านเกณฑ์



ผ่านเกณฑ์



ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

## ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้ ชุดที่ 3 สเปกตรัมของอะตอม

### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับเกี่ยวกับสเปกตรัมของอะตอม และสมมติฐานของพลังค์ได้

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### ด้านความรู้

1. อธิบายการเกิดสเปกตรัมของแก๊สร้อนได้
2. บอกได้ว่าสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจนที่ตามองเห็นเป็นไปตามสูตรของบัลเมอร์
3. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ได้

#### ด้านทักษะกระบวนการ

4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดสเปกตรัมของแก๊สร้อนได้
5. คำนวณหาความยาวคลื่นของเส้นสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจนที่ตามองเห็น (อนุกรมของบัลเมอร์) ได้
6. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับสมมติฐานของพลังค์ได้

#### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน

## แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชาฟิสิกส์ 5

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง สเปกตรัมของอะตอม

ใช้เวลา 15 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) บนตัวเลือกในกระดาษคำตอบ ที่ถูกต้องที่สุด

1. สเปกตรัมที่ได้จากอะตอมของธาตุชนิดหนึ่งประกอบด้วยชุดของแสงที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ และ

1. เป็นคุณสมบัติเหมือนกันกับธาตุชนิดอื่น
2. เป็นคุณสมบัติเฉพาะของธาตุชนิดนั้น
3. จะได้เป็นแถบสว่างเสมอ
4. ได้เป็นเส้นมืดเสมอ

2. คำกล่าวต่อไปนี้

- 1) แก๊สร้อนผลิตสเปกตรัมเส้นสว่างมีความถี่ต่าง ๆ กันตามชนิดของแก๊สนั้น ๆ
- 2) เมื่ออะตอมเปลี่ยนพลังงานจากระดับสูงๆ ลงมาที่ระดับเดียวกันจะปลดปล่อยพลังงานโฟตอนออกมาไม่เท่ากัน

ข้อใดถูกต้อง

1. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ผิด
2. ข้อ 1 ผิด ข้อ 2 ถูก
3. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ถูกและข้อ 2 เป็นเหตุผลของข้อ 1
4. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ถูกแต่ข้อ 2 ไม่เป็นเหตุผลของข้อ 1

3. สเปกตรัมเส้นสว่าง(ไม่ต่อเนื่อง) เปล่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดใด

1. ของแข็งที่เป็นโลหะร้อน
2. แก๊สร้อนชนิดต่าง ๆ
3. แก๊สเย็นชนิดต่าง ๆ
4. แสงธรรมชาติที่มองเห็นได้

4. สเปกตรัมเส้นมืด เกิดขึ้นเพราะเหตุใด เมื่อแหล่งกำเนิดให้แสงที่มองเห็นได้ทุกความถี่ที่ใช้ปริซึมกระจายแสง

1. เพราะให้แสงตกกระทบสารมีสีก่อนแล้วจะสะท้อนเฉพาะแสงที่มีสีนั้น
2. เพราะให้แสงผ่านปริซึมแล้วจะมีการแทรกสอดกันแบบหักล้าง
3. เพราะให้แสงผ่านแก๊สเย็นแล้วจะถูกดูดกลืน (absorb) แสงในช่วงความถี่นั้นไว้
4. เพราะให้แสงผ่านแผ่นกรองแสงแล้วจะถูกดูดกลืนแสงสีอื่นไว้หมด

## 5. คำกล่าวต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. แสงจากธาตุหรือแก๊สทุกชนิดจะให้เส้นสเปกตรัมชุดเดียวกันหมด
2. แก๊สเย็นจะดูดกลืนแสงที่มีความถี่ชุดเดียวกับที่มันแผ่ออกมาเมื่อร้อน
3. แสงสีต่าง ๆ มีความยาวคลื่นและความถี่แสงแตกต่างกัน
4. แสงทุกสีมีความเร็วในตัวกลางเดียวกันเท่ากันหมด

## 6. ในการศึกษาสเปกตรัมของไฮโดรเจนและนีออนในหลอดบรรจุแก๊สที่สังเกตเห็นเหมือนกัน คือ

1. สเปกตรัมที่เกิดมีแสงสีเดียวกัน
2. เป็นสเปกตรัมแบบต่อเนื่อง
3. เกิดสเปกตรัมที่
4. แสงทุกสีมีความเร็วในตัวกลางเดียวกันเท่ากันหมด

## 7. ชุดความถี่ของเส้นสเปกตรัมของธาตุไฮโดรเจน ในช่วงที่สามารถมองเห็นได้ที่มีสมการเขียนได้เป็น

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \text{ เมื่อ}$$

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. $n_f = 1, n_i = 2, 3, 4, \dots$ | 2. $n_f = 2, n_i = 3, 4, 5, \dots$ |
| 3. $n_f = 3, n_i = 4, 5, 6, \dots$ | 4. $n_f = 4, n_i = 5, 6, 7, \dots$ |

8. อนุกรมเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจนมีสมการ  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$  ถ้าอะตอมของไฮโดรเจนเปลี่ยนระดับ

พลังงานจาก  $n_i = 4$  มาสู่ระดับ  $n_f = 2$  จะให้เส้นสเปกตรัมมีความคลื่นเท่าใดในหน่วยนาโนเมตร กำหนดค่าคงที่ริดเบิร์ก =  $1.0 \times 10^7$  ต่อเมตร

- |          |          |
|----------|----------|
| 1. 178.5 | 2. 133   |
| 3. 400   | 4. 533.3 |

9. อะตอมไฮโดรเจนเปลี่ยนระดับพลังงานจาก  $n = 2$  ไป  $n = 1$  ความยาวคลื่นของแสงที่ปล่อยออกมาเป็นกี่เท่าของในกรณีที่เปลี่ยนระดับพลังงานจาก  $n = 4$  ถึง  $n = 2$ 

- |             |             |           |           |
|-------------|-------------|-----------|-----------|
| 1. 1/4 เท่า | 2. 1/2 เท่า | 3. 2 เท่า | 4. 4 เท่า |
|-------------|-------------|-----------|-----------|

## 10. สมมติฐานของพลังค์เกี่ยวกับพลังงานที่วัตถุแผ่ออกมาว่า

1. มีได้เพียงบางค่า มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง
2. มีได้ทุกค่า มีลักษณะต่อเนื่อง
3. มีได้หลายค่า มีลักษณะต่อเนื่อง
4. ได้ค่าเดียว มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง

### กระดาษคำตอบ แบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อ.....ชั้น ม 6/..... เลขที่.....

ข้อ	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
คะแนนที่ได้				

## ใบความรู้ที่ 1

วิชาฟิสิกส์ 5

ว 33205

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม

เรื่อง สเปกตรัมของอะตอม

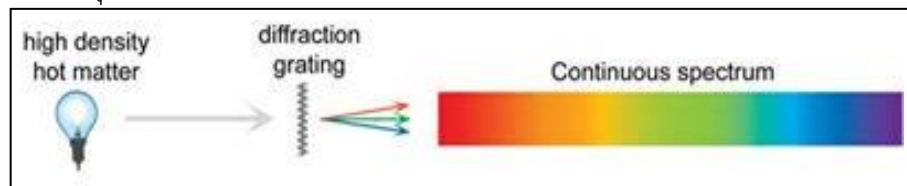
เวลา 2 ชั่วโมง

### 3. สเปกตรัมของอะตอม (Spectrum experiment)

#### 3.1 สเปกตรัมจากอะตอมของแก๊ส

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงแสงขาวประกอบด้วยแสงที่มีความยาวคลื่นหลายค่าซึ่งเราสามารถแยกส่วนประกอบของคลื่นต่าง ๆ ออกจากกันด้วยเครื่องมือ เช่น ปริซึม แผ่นเกรตติง และสเปกโตรสโคป (spectroscope) เมื่อเราผ่านแสงสีขาวไปยังปริซึม แสงจะแยกออกมาเป็นแถบสีต่าง ๆ เรียงกันตามความยาวคลื่น แถบสีที่แยกออกมาได้เรียกว่า **สเปกตรัม (spectrum)** แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. **สเปกตรัมแบบต่อเนื่อง (continuous spectrum)** จะเป็นสเปกตรัมที่ประกอบด้วยแสงที่มีความยาวคลื่นและความถี่ต่อเนื่องจนเห็นเป็นแถบ ได้แก่ **สเปกตรัมของแสงขาว** ซึ่งจะเห็นเป็นแถบสีรุ้งเรียงต่อกัน โดยแสงสีม่วงหักเหมากที่สุด มีความยาวคลื่นสั้น แต่มีพลังงานมากที่สุด ในขณะที่แสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุด มีความยาวคลื่นยาวที่สุด และมีพลังงานน้อยที่สุด เช่น ไส้หลอดไฟทั้งสแตนจะให้สเปกตรัมของ อะตอมต่อเนื่องทุกช่วงความยาวคลื่น ซึ่งมีหลายสีหรือหลายความถี่ต่อเนื่องกันไป



รูปที่ 1 สเปกตรัมแบบต่อเนื่องเมื่อแสงขาวผ่านแผ่นเกรตติง

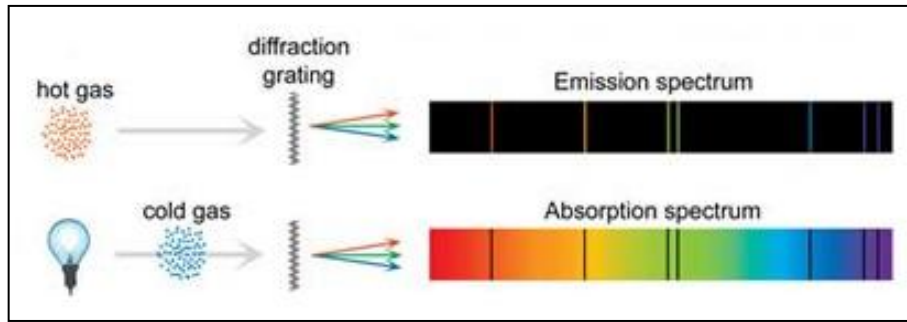
(ที่มา: <http://www.differencebetween.info/difference-between-line-spectrum-and-band-spectrum>)

2. **สเปกตรัมแบบไม่ต่อเนื่องหรือแบบเส้น (Discontinuous spectrum or Line spectrum)** อะตอมของธาตุหรือแก๊สเปล่งออกมาหรือดูดกลืนไว้เมื่อมีอุณหภูมิสูง แถบสีที่มีความถี่ต่างๆ ซึ่งอะตอมของธาตุหรือแก๊สเปล่งออกมานั้นเรียกว่า สเปกตรัมของอะตอม (atomic spectra) เมื่อเพิ่มพลังงานให้กับอะตอมของธาตุหรือแก๊สจนถึงระดับหนึ่ง ทำให้อะตอมมีพลังงานอยู่ในสถานะ ถูกกระตุ้นแล้วแก๊สจะเปล่งแสงออกมาเป็นสเปกตรัมของอะตอมที่มีความยาวคลื่นและความถี่ แตกต่างกันอย่างชัดเจนเฉพาะตัวของอะตอมธาตุแต่ละธาตุ

แสงเปล่งออกจากแก๊สร้อนชนิดต่างๆ จะให้**สเปกตรัมเส้นสว่าง (bright line spectrum)** บางสีหรือบางความถี่เป็นเส้นๆ ไม่ต่อเนื่องกัน ซึ่งแก๊สแต่ละชนิดให้เส้นสเปกตรัม ไม่เหมือนกัน

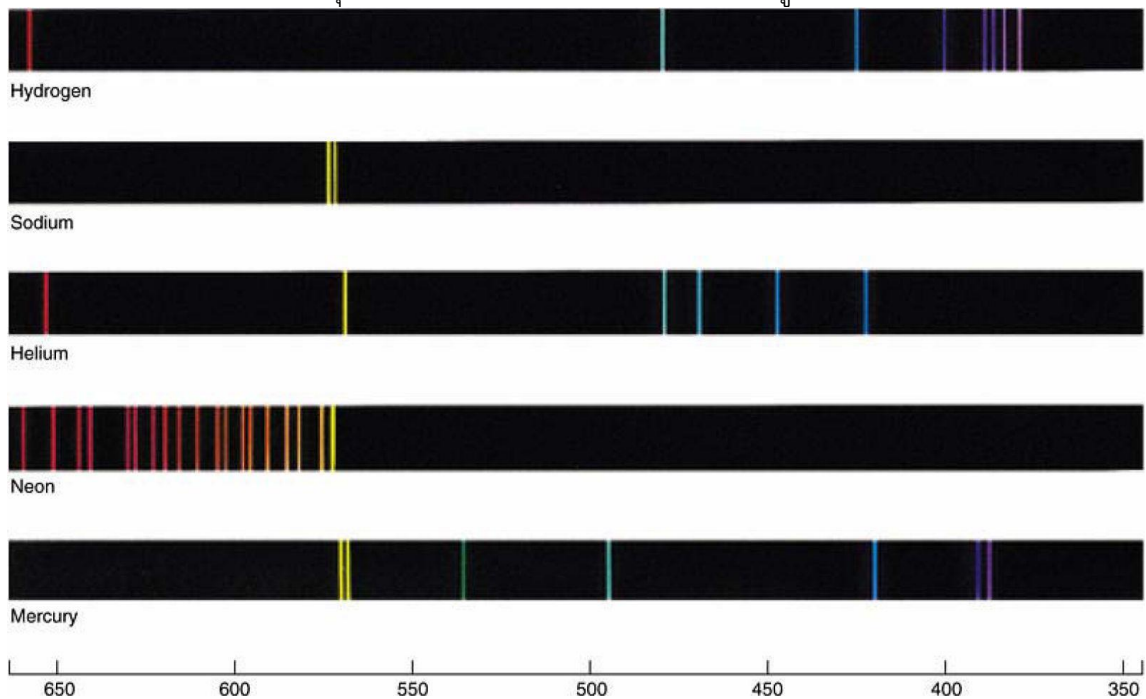
เมื่อให้แสงในช่วงความถี่ต่อเนื่องผ่านแก๊สเย็น จะทำให้แก๊สเย็นนั้นดูดกลืนแสงบางความถี่ไว้ จึงเกิดเส้นดำมืดตรงความถี่ที่ถูกดูดกลืนนั้นๆ เรียกว่า **สเปกตรัมเส้นมืด (dark line spectrum)** และเป็นความถี่ชุดเดียวกับชุดที่แก๊สร้อนเปล่งออกมาขณะอยู่ในสถานะถูกกระตุ้น ถ้าเราใส่แก๊ส





รูปที่ 2 สเปกตรัมเส้นสว่างจากแก๊สร้อน และสเปกตรัมแถบมืดที่ถูกดูดกลืนโดยแก๊สเย็น (ที่มา: <http://www.differencebetween.info/difference-between-line-spectrum-and-band-spectrum>)

จากการทดลองหลอดบรรจุแก๊ส ซึ่งมีสนามไฟฟ้าผ่านแก๊สจนแก๊สเปล่งแสงออกมาเรียกว่า หลอดปล่อยประจุของแก๊ส (gas discharge tube) เมื่อใส่สนามไฟฟ้าเข้าไประหว่างแผ่นโลหะคู่ขนาน ของหลอดปล่อยประจุของแก๊ส อะตอมของแก๊สได้รับพลังงานจากสนามไฟฟ้าจะกระโดดจาก สถานะพื้นขึ้นไปอยู่ในสถานะถูกกระตุ้น แล้วกระโดดกลับคืนสู่สถานะพื้นโดยการปล่อยโฟตอนในรูปของแสงที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ แสงที่เปล่งออกมาผ่านช่องสลิต (slit) จะแยกแสงออกเป็นเส้นสเปกตรัมอะตอม (atomic emission spectrum) สเปกตรัมเส้นสว่างที่เปล่งออกจากอะตอมของแก๊สแต่ละชนิดจะมีลักษณะเฉพาะตัวของมัน โดยอะตอม ของแก๊สแต่ละชนิดเปล่งชุดสเปกตรัมเส้นสว่างที่แตกต่างกันไป ดังรูปที่ 3



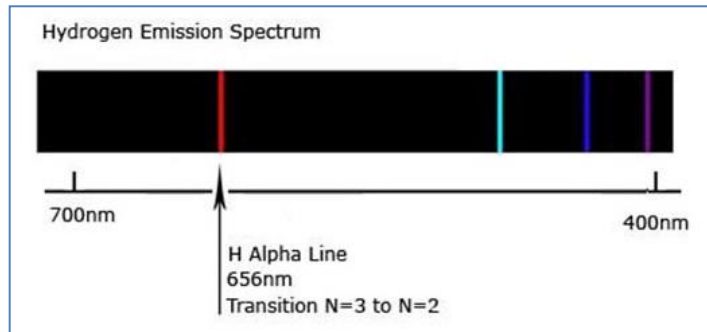
รูปที่ 3 สเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมของแก๊ส

เมื่อนำสเปกตรัมเส้นสว่างของไฮโดรเจนมาวิเคราะห์ พบว่า แก๊สไฮโดรเจนมีสเปกตรัม ที่มีความยาวคลื่นซึ่งจัดเรียงกันอยู่เป็นกลุ่มอย่างมีระบบและเป็นระเบียบเรียกว่า **อนุกรม (series)** ในปี พ.ศ. 2428 **บัลเมอร์ (Johann Jacob Balmer)** ซึ่งเป็นครูมัธยมโรงเรียนสตรีแห่งหนึ่งในสวิสเซอร์แลนด์สามารถหาสูตรคณิตศาสตร์ที่คำนวณหาความยาวคลื่นของสเปกตรัมเส้นสว่างต่างๆ ของอะตอมไฮโดรเจนในช่วงที่ตาเปล่ามองเห็นได้ ซึ่งมีทั้งหมด 4 เส้น โดยใช้สมการ

$$\lambda = b \left( \frac{n^2}{n^2 - 2^2} \right) \text{ ----- (1)}$$

เมื่อ  $b$  เป็นค่าคงตัวที่มีค่าเท่ากับ 364.56 นาโนเมตร  
 $n$  เป็นเลขจำนวนเต็มที่มีค่ามากกว่า 2 คือ  $n = 3, 4, 5, 6, \dots$

เมื่อนำค่า  $n = 3, 4, 5$  และ 6 ไปแทนในสมการ 19.4 จะได้ความยาวคลื่นของสเปกตรัมเส้นสว่างที่ตามองเห็นได้เป็น 656.2, 486.1, 434.0 และ 410.1 นาโนเมตร ตามลำดับ เนื่องจากบัลเมอร์เป็นบุคคลแรกที่พบความสัมพันธ์ (19.4) จึงเรียกอนุกรมความยาวคลื่นเส้นสว่างของไฮโดรเจนตามสมการ 19.4 ว่า อนุกรมบัลเมอร์



รูปที่ 4 สเปกตรัมเส้นสว่างในอนุกรมบัลเมอร์ของอะตอมไฮโดรเจน

บัลเมอร์ยังคาดการณ์ต่อไปว่าเป็นไปได้ที่จะพบอนุกรมชุดอื่นอีกเมื่อแทนที่  $2^2$  ในสมการ 19.4 ด้วย  $1^2, 3^2, 4^2$  การคาดการณ์นี้เองที่กระตุ้นให้นักวิทยาศาสตร์หันมาสนใจอะตอมและเป็นผลทำให้เกิดการค้นพบอนุกรมของสเปกตรัมเส้นสว่างอื่นๆ อีกตามที่บัลเมอร์เสนอไว้

ปี พ.ศ. 2433 **ริดเบิร์ก (Rydberg)** นักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดนได้เขียนอนุกรมบัลเมอร์ใหม่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการศึกษา

คือ 
$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{-----(2)}$$

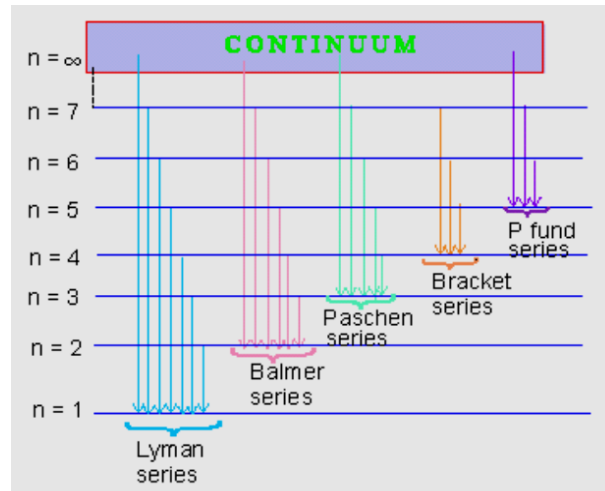
เมื่อ  $\lambda$  คือ ความยาวคลื่นของเส้นสเปกตรัม (m)  
 $R_H$  เป็นค่าคงตัวของริดเบิร์ก มีค่าเท่ากับ  $1.09737 \times 10^7$  (เมตร)<sup>-1</sup>  
 $n = 3, 4, 5 \dots$  (มีค่ามากกว่า 2)

หลังจากที่ริดเบิร์กได้เสนออนุกรมของบัลเมอร์ใหม่ ได้มีการพบสเปกตรัมชุดอื่นๆ ของไฮโดรเจนอีก และความยาวคลื่นของสเปกตรัมทุกชุดได้ สามารถหาจากสมการ (2) โดยเปลี่ยน  $2^2$  เป็นเลขอื่น

จากสมมุติฐานของโบร์ เส้นสเปกตรัมเกิดจากอิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะเริ่มต้น (initial state)  $i$  ไปยังสถานะสุดท้าย (final state)  $f$  แล้วให้โฟตอนออกมาครั้งละ 1 โฟตอน เส้นสเปกตรัมอาจแบ่งได้เป็นกลุ่มหรืออนุกรม (series) ขึ้นอยู่กับสถานะสุดท้าย  $f$  ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งเส้น สเปกตรัมส่วนใหญ่จะมองไม่เห็น แต่จะมีเฉพาะบางเส้นในอนุกรมบัลเมอร์ที่มองเห็น

ตารางที่ 3.1 อนุกรมของสเปกตรัมชุดต่างๆ ของไฮโดรเจน

ชื่ออนุกรม	ปีที่ค้นพบ	ช่วงของรังสี	ค่าของ $n_f$	ค่าของ $n_i$
ไลแมน (Lyman)	2449-2457	อัลตราไวโอเล็ต ( UV )	1	2, 3, 4, .....
บัลเมอร์ (Balmer)	2428	UV/Visible	2	3, 4, 5, .....
พาสเชน (Paschen)	2451	อินฟราเรด ( IR )	3	4, 5, 6, .....
แบรคเกต (Brackett)	2465	อินฟราเรด ( IR )	4	5, 6, 7, .....
พุนด์ (Pfund)	2467	อินฟราเรด ( IR )	5	6, 7, 8, .....



รูปที่ 5 แผนภาพระดับพลังงานของอนุกรมของสเปกตรัมชุดต่างๆ ของไฮโดรเจน

ตัวอย่างที่ 3.1 เส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจนในชุดของบัลเมอร์จะมีเส้นสเปกตรัมที่ ตามองเห็นกี่เส้น และจะมีเส้นสเปกตรัมในชุดอื่นๆ ที่ตามองเห็นได้หรือไม่

วิธีทำ ความยาวคลื่นของเส้นสเปกตรัมในชุดของบัลเมอร์ หาได้จากสมการ

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

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } n = 3 \quad \frac{1}{\lambda} &= (1.09737 \times 10^7) \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \\ &= (1.09737 \times 10^7) \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \\ &= (1.09737 \times 10^7) \left( \frac{5}{36} \right) \\ &= \frac{5.48685 \times 10^7}{36} \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{36 \times 10^{-7}}{5.48685}$$

$$\lambda = 6.561142 \times 10^{-7}$$

$$\lambda = 656.1142 \text{ nm}$$

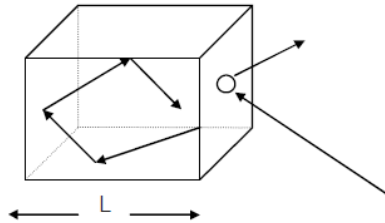
คำตอบ เมื่อแทนค่า  $n_i = 3, 4, 5, 6, 7, 8, \dots$  ลงในสมการ  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$  จะได้ความยาวคลื่นเป็น

656, 486, 434, 410, 397, 387, ... nm ตามลำดับ เนื่องจากความยาวคลื่นของแสงที่ตามองเห็นอยู่ในช่วง 400-700 nm ดังนั้น เราจึงมองเห็นสเปกตรัมของไฮโดรเจนเพียง 4 เส้น คือ 656, 486, 434, 410 nm เท่านั้น

### 3.2 การแผ่รังสีของวัตถุดำ (Black body radiation)

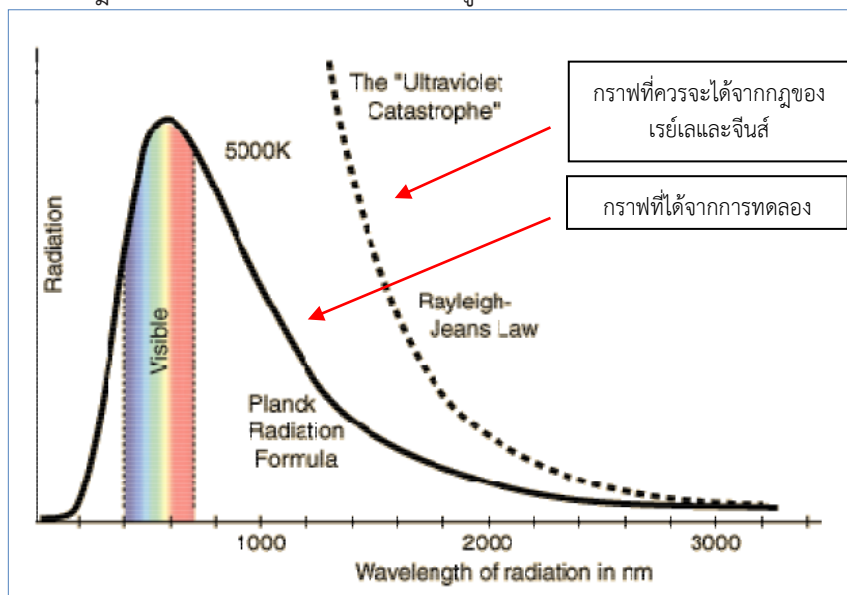
ปรากฏการณ์การแผ่รังสีของวัตถุดำเป็นปรากฏการณ์หนึ่งซึ่งไม่สามารถใช้ทฤษฎีหรือกฎต่างๆ ในฟิสิกส์ยุคเก่า (Classical physics) อธิบายได้ วัตถุดำหมายถึงวัตถุที่สามารถแผ่หรือดูดกลืนรังสีได้ทุกความถี่ ได้แก่ วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงมาก ๆ ดวงอาทิตย์แผ่รังสีเกือบทุกความถี่ อนุโลมว่า เป็นวัตถุดำได้ กฎเกี่ยวกับการแผ่รังสี

พิจารณาจากการสมมติว่ามีกล่องใบหนึ่งถูกทำให้ร้อน มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสะท้อนแผ่ออกมา กล่องนี้จะอยู่ในภาวะสมดุลทางความร้อน เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกแผ่ออกมาและถูกดูดกลืนเข้าไปในกล่องมีค่าเท่ากัน อาจเปรียบเทียบได้ว่าคลื่นที่สะท้อนกลับไปกลับมาในกล่องเป็นคลื่นนิ่ง (Standing wave)



รูปที่ 6 การสะท้อนของคลื่นในกล่อง

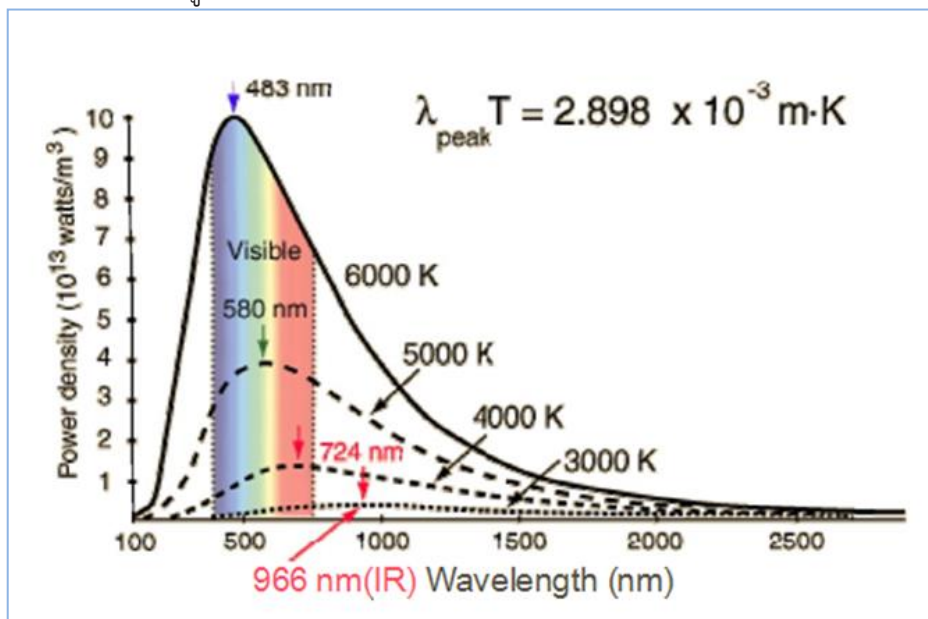
ในฟิสิกส์ยุคเก่า บอกว่าการสั่นสะเทือนของแต่ละแบบจะมีพลังงานเท่ากับ  $k_B T$  เป็นกฎการแผ่รังสีของเรย์เลและจิ้นส์ (Rayleigh – Jeans radiation law) สมการนี้ชี้ให้เห็นว่าที่อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง พลังงานที่ได้จากการแผ่รังสีจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าคลื่นมีความถี่สูง พลังงานต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรที่แผ่ออกมาจะมีค่ามาก ถ้าวัตถุดำแผ่รังสีออกมาทุกค่าความถี่ พลังงานทั้งหมดต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรที่แผ่ออกมาจะมีค่ามหาศาล จนประมาณมิได้ ดังรูปที่ 7 (กราฟเส้นปะ) แต่ผลจากการทดลองพบว่าเส้นกราฟของพลังงานต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรที่ทุก ๆ ความถี่ที่วัตถุดำแผ่ออกมาตรงบริเวณความถี่ของรังสีเหนือม่วงจะไม่สอดคล้องกับกฎของเรย์เลและจิ้นส์ทำนายไว้ ดังรูปที่ 7 (กราฟเส้นโค้งช่วงความยาวคลื่นต่ำ)



รูปที่ 7 ความไม่สอดคล้องกันของผลการทดลอง และกฎของเรย์เลและจิ้นส์ ผลการทดลองที่ขัดแย้งกับคำทำนายนี้เรียกว่า ความผิดพลาดตรงบริเวณรังสีเหนือม่วง (Ultraviolet Catastrophe) นั่นคือ กฎของเรย์เลและจิ้นส์ ใช้อธิบายปรากฏการณ์การแผ่รังสีของวัตถุดำได้เฉพาะตรงบริเวณที่อุณหภูมิต่ำและความถี่ซึ่งต่ำกว่าความถี่ของรังสีอัลตราไวโอเล็ต นักวิทยาศาสตร์สมัยนั้นไม่สามารถหาคำตอบได้ว่าความผิดพลาดนี้เกิดมาจากข้อบกพร่องตรงจุดใด นอกจากนี้ยังมีกฎอื่น ๆ ที่กล่าวถึงการแผ่รังสีของวัตถุดำ ได้แก่ กฎของสติฟาน (Stefan's law) ซึ่งกล่าวไว้ว่า พลังงานต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของทุก ๆ ความถี่ที่แผ่ออกมาจากวัตถุดำจะแปรผันตรงกับกำลังสี่ของอุณหภูมิ

กฎของวิน (Wein's law) กล่าวว่า วัตถุทุกชิ้นที่มีอุณหภูมิสูงกว่าองศาสมบูรณ์จะมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาเสมอเมื่อวัตถุมีอุณหภูมิต่ำ รังสีส่วนใหญ่ที่แผ่ออกมามีความถี่อยู่ในย่านที่ตามนุษย์มองไม่เห็น เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิสูงขึ้นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาได้มากที่สุดจะมีความถี่สูงขึ้นและความถี่จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ถ้าเพิ่มอุณหภูมิขึ้นไปอีก ให้  $\lambda_{\max}$  เป็นความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาได้มากที่สุด ณ ที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ  $T$  คืออุณหภูมิของวัตถุเป็นองศาสมบูรณ์ กฎของวินเขียนเป็นสมการได้ดังความสัมพันธ์  $\lambda_{\max} T = 2.89 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$

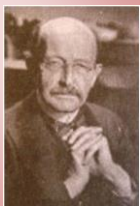
เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาได้ และปริมาณที่แผ่ออกมาจะเป็นดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความถี่ที่วัตถุแผ่ออกมาได้มากที่สุดจะเลื่อนไปสู่ค่าความยาวคลื่นน้อยลง

### 3.3 สมมติฐานของพลังค์ (Planck's hypothesis)

ในปี ค.ศ. 1901 แมกซ์ พลังค์ (Max Planck) ได้ศึกษาการแผ่รังสีของวัตถุดำและพยายามหาสาเหตุของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกฎเรลห์และจิ้นส์ พลังค์ได้เสนอว่า อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่สั่นสะเทือนจะส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมามีค่าเพียงบางค่าเท่านั้น มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง และมีค่าเป็นจำนวนเท่าของ  $hf$  ซึ่งเรียกปริมาณ  $hf$  ว่า ควอนตัมของพลังงาน (quantum of energy)



รูปที่ 9 พลังค์

Max Planck (พ.ศ. 2401 - 2490) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันเป็นผู้บุกเบิกวิชาฟิสิกส์แผนใหม่ โดยการนำแนวความคิดเกี่ยวกับควอนตัมของพลังงานมาใช้อธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ เขาได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ใน พ.ศ. 2461 จากผลการค้นพบควอนตัมของพลังงาน ในเวลาต่อมาไอน์สไตน์นำความคิดของพลังค์ไปอธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก และโบร์นำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองอะตอมของไฮโดรเจน

(ที่มา: [http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/wachara/Physics2ForEn\\_2\\_47\\_textbook/C08.PDF](http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/wachara/Physics2ForEn_2_47_textbook/C08.PDF))

พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาแต่ละความถี่คือ

$$E = nhf$$

เมื่อ E คือ พลังงาน มีหน่วยเป็น จูล (J)

n คือ เลขควอนตัม

h คือ ค่าคงที่ของพลังค์ (Planck's constant) มีค่า  $6.63 \times 10^{-34}$  จูล.วินาที

f คือ ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมา มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz)

เมื่อ ความถี่ มีค่ามาก ๆ E จะอยู่ชิดกันมากจนถือได้ว่ามีค่าเกือบต่อเนื่องสอดคล้องกับที่หาได้จากสมมติฐานเดิมที่พลังงานที่แผ่ออกมามีค่าต่อเนื่อง

เมื่อให้อุณหภูมิคงที่ หากความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาได้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับกฎของวินที่ว่าผลคูณของอุณหภูมิสมบูรณ์กับความยาวคลื่นที่แผ่ออกมาได้มากที่สุดมีค่าคงที่

จะเห็นว่าสมมติฐานของพลังค์ที่กล่าวถึงพลังงานในลักษณะที่มีค่าไม่ต่อเนื่องนี้สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์แผ่รังสีได้สอดคล้องกับผลการทดลอง และสอดคล้องกับกฎต่าง ๆ ในฟิสิกส์ยุคเก่า เป็นสมมติฐานที่เปิดศักราชของฟิสิกส์ยุคใหม่ และเป็นที่มาของวิชาทฤษฎีควอนตัม

## ใบงานที่ 1

วิชาฟิสิกส์ 5  
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม

ว 33205  
เรื่อง สเปกตรัมของอะตอม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
เวลา 2 ชั่วโมง

1. สเปกตรัมของแสงขาวที่เกิดจากวัตถุร้อนเช่นดวงอาทิตย์มีลักษณะอย่างไร.....
2. สเปกตรัมของแก๊สร้อนมีลักษณะอย่างไร.....
3. สเปกตรัมเส้นมืดเกิดได้อย่างไร.....
4. สเปกตรัมเส้นสว่างของแก๊สไฮโดรเจนมีกี่แถบสีและมีความยาวคลื่นเท่าไร(เรียงจากความยาวคลื่นน้อยไปมาก).....
5. สามารถหาความยาวคลื่นของแถบสเปกตรัมเส้นสว่างของแก๊สไฮโดรเจนได้จากสมการใดบ้างและตัวแปรต่างๆ มีค่าเท่าไร.....
6. วัตถุดำมีสมบัติอย่างไร.....
7. เรย์เลและจิ้นส์ (Rayleigh & Jeans) ใช้ฟิสิกส์แบบฉบับ (Classical physics) อธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำได้หรือไม่อย่างไร.....
8. พลังค์ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ กล่าวอย่างไร.....
9. จากสมมติฐานของพลังค์พลังงานสามารถเขียนเป็นสมการและตัวแปรต่าง ๆ คืออะไรและมีค่าเท่าไร.....
10. สมมติฐานของพลังค์แตกต่างจากฟิสิกส์แมกซ์เวลล์ (Classical physics) อย่างไร และควรเรียกฟิสิกส์ในยุคของพลังค์ว่าอย่างไร.....





## แบบทดสอบหลังเรียน

วิชาฟิสิกส์ 5

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง สเปกตรัมของอะตอม

ใช้เวลา 15 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) บนตัวเลือกในกระดาษคำตอบ ที่ถูกต้องที่สุด

- สเปกตรัมที่ได้จากอะตอมของธาตุชนิดหนึ่งประกอบด้วยชุดของแสงที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ และ
  - เป็นคุณสมบัติเฉพาะของธาตุชนิดนั้น
  - เป็นคุณสมบัติเหมือนกันกับธาตุชนิดอื่น
  - จะได้เป็นแถบสว่างเสมอ
  - ได้เป็นเส้นมืดเสมอ
- คำกล่าวต่อไปนี้
  - แก๊สร้อนผลิตสเปกตรัมเส้นสว่างมีความถี่ต่าง ๆ กันตามชนิดของแก๊สนั้น ๆ
  - เมื่ออะตอมเปลี่ยนพลังงานจากระดับสูงๆ ลงมาที่ระดับเดียวกันจะปลดปล่อยพลังงานโฟตอนออกมาไม่เท่ากันข้อใดถูกต้อง
  - ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ผิด
  - ข้อ 1 ผิด ข้อ 2 ถูก
  - ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ถูกแต่ข้อ 2 ไม่เป็นเหตุผลของข้อ 1
  - ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ถูกและข้อ 2 เป็นเหตุผลของข้อ 1
- สเปกตรัมเส้นสว่าง(ไม่ต่อเนื่อง) เปล่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดใด
  - ของแข็งที่เป็นโลหะร้อน
  - แก๊สเย็นชนิดต่าง ๆ
  - แก๊สร้อนชนิดต่าง ๆ
  - แสงธรรมชาติที่มองเห็นได้
- สเปกตรัมเส้นมืด เกิดขึ้นเพราะเหตุใด เมื่อแหล่งกำเนิดให้แสงที่มองเห็นได้ทุกความถี่ที่ใช้ปริซึมกระจายแสง
  - เพราะให้แสงตกกระทบสารมีสีก่อนแล้วจะสะท้อนเฉพาะแสงที่มีสีนั้น
  - เพราะให้แสงผ่านแก๊สเย็นแล้วจะถูกดูดกลืน (absorb) แสงในช่วงความถี่นั้นไว้
  - เพราะให้แสงผ่านปริซึมแล้วจะมีการแทรกสอดกันแบบหักล้าง
  - เพราะให้แสงผ่านแผ่นกรองแสงแล้วจะถูกดูดกลืนแสงสีอื่นไว้หมด

## 5. คำกล่าวต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. แก๊สเย็นจะดูดกลืนแสงที่มีความถี่ชุดเดียวกับที่มันแผ่ออกมาเมื่อร้อน
2. แสงจากธาตุหรือแก๊สทุกชนิดจะให้เส้นสเปกตรัมชุดเดียวกันหมด
3. แสงสีต่าง ๆ มีความยาวคลื่นและความถี่แสงแตกต่างกัน
4. แสงทุกสีมีความเร็วในตัวกลางเดียวกันเท่ากันหมด

## 6. การตรวจสอบสเปกตรัมของแสงทำให้ทราบอะไรบ้าง

1. ชนิดของธาตุหรือแก๊สที่เป็นต้นกำเนิดแสงของสเปกตรัมชุดนั้น
2. สามารถหาความยาวคลื่นของเส้นสเปกตรัมแต่ละเส้นได้
3. ธาตุหรือแก๊สหนึ่งๆ จะให้สเปกตรัมเส้นสว่างมีสีต่าง ๆ เฉพาะตัว
4. ถูกทุกข้อ

## 7. ชุดความถี่ของเส้นสเปกตรัมของธาตุไฮโดรเจน ในช่วงที่สามารถมองเห็นได้ที่มีสมการเขียนได้เป็น

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \text{ เมื่อ}$$

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. $n_f = 1, n_i = 2, 3, 4, \dots$ | 2. $n_f = 2, n_i = 3, 4, 5, \dots$ |
| 3. $n_f = 3, n_i = 4, 5, 6, \dots$ | 4. $n_f = 4, n_i = 5, 6, 7, \dots$ |

8. อนุกรมเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจนมีสมการ  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$  ถ้าอะตอมของไฮโดรเจนเปลี่ยนระดับ

พลังงานจาก  $n_i = 4$  มาสู่ระดับ  $n_f = 2$  จะให้เส้นสเปกตรัมมีความคลื่นเท่าใดในหน่วยนาโนเมตร กำหนดค่าคงที่ริดเบิร์ก =  $1.0 \times 10^7$  ต่อเมตร

- |          |          |
|----------|----------|
| 1. 533.3 | 2. 400   |
| 3. 133   | 4. 178.5 |

9. อะตอมไฮโดรเจนเปลี่ยนระดับพลังงานจาก  $n = 2$  ไป  $n = 1$  ความยาวคลื่นของแสงที่ปล่อยออกมาเป็นกี่เท่าของในกรณีที่เปลี่ยนระดับพลังงานจาก  $n = 4$  ถึง  $n = 2$ 

- |           |           |             |             |
|-----------|-----------|-------------|-------------|
| 1. 2 เท่า | 2. 4 เท่า | 3. 1/4 เท่า | 4. 1/2 เท่า |
|-----------|-----------|-------------|-------------|

## 10. สมมติฐานของพลังค์เกี่ยวกับพลังงานที่วัตถุแผ่ออกมาว่า

1. มีได้ทุกค่า มีลักษณะต่อเนื่อง
2. มีได้หลายค่า มีลักษณะต่อเนื่อง
3. ได้ค่าเดียว มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง
4. มีได้เพียงบางค่า มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง

กระดาษคำตอบ แบบทดสอบหลังเรียน

ชื่อ.....ชั้น ม 6/..... เลขที่.....

ข้อ	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
คะแนนที่ได้				

### บรรณานุกรม

- ก่องกัญจน์ ภัทรากาญจน์. (2555). **ฟิสิกส์ ม.ปลาย :ไฟฟ้า แม่เหล็ก ฟิสิกส์อะตอม ฟิสิกส์นิวเคลียร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ช่วง ทมทิตชงค์ และคณะ. (2551). **Hi-ED's Physics ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : เทพพิทักษ์การพิมพ์.
- นิรันดร์ สุวรัตน์. (2552). **คู่มือสาระพื้นฐานและเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : พ.ศ.พัฒนา.
- มานัส มงคลสุข. (2554). **1001 TESTS IN PHYSICS 2**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม็ค.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ภาคผนวก

## เฉลยแบบทดสอบ

ข้อ	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2	1
2	3	4
3	2	3
4	3	2
5	1	2
6	4	4
7	2	2
8	4	1
9	1	3
10	1	4

## แนวคำตอบใบงานที่ 1

วิชาฟิสิกส์ 5

ว 33205

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม

เรื่อง สเปกตรัมของอะตอม

เวลา 2 ชั่วโมง

ชื่อ..... ชั้น ม 6/..... เลขที่.....

- สเปกตรัมของแสงขาวที่เกิดจากวัตถุร้อนเช่นดวงอาทิตย์มีลักษณะอย่างไร.....  
.....สเปกตรัมแบบต่อเนื่อง (continuous spectrum) .....
- สเปกตรัมของแก๊สร้อนมีลักษณะอย่างไร.....สเปกตรัมแบบไม่ต่อเนื่องหรือแบบเส้น (Discontinuous spectrum or Line spectrum) .....
- สเปกตรัมเส้นมีเกิดขึ้นได้อย่างไร.....เมื่อให้แสงในช่วงความถี่ต่อเนื่องผ่านแก๊สเย็น จะทำให้แก๊สเย็นนั้น ดูดกลืนแสงบางความถี่ไว้ จึงเกิดเส้นดำมืดตรงความถี่ที่ถูกดูดกลืนนั้นๆ.....
- สเปกตรัมเส้นสว่างของแก๊สไฮโดรเจนมีกี่แถบสีและมีความยาวคลื่นเท่าไร(เรียงจากความยาวคลื่นน้อยไปมาก).....4 แถบสี มีความยาวคลื่น 410.1, 434.0, 486.1 และ 656.2 นาโนเมตร .....
- สามารถหาความยาวคลื่นของแถบสเปกตรัมเส้นสว่างของแก๊สไฮโดรเจนได้จากสมการใดบ้างและตัวแปรต่างๆ มีค่าเท่าไร..... $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$  เมื่อ  $\lambda$  คือ ความยาวคลื่นของเส้นสเปกตรัม (m)  $R_H$  เป็นค่าคงตัวของริดเบิร์ก มีค่าเท่ากับ  $1.09737 \times 10^7$  (เมตร)<sup>-1</sup> และ  $n = 3, 4, 5 ..$  (มีค่ามากกว่า 2).....
- วัตถุดำมีสมบัติอย่างไร.....วัตถุที่แผ่รังสีได้ดีและดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบได้อย่างสมบูรณ์.....
- เรย์ลีและจิ้นส์ (Rayleigh & Jeans) ใช้ฟิสิกส์แบบฉบับ (Classical physics) อธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำได้หรือไม่อย่างไร.....ใช้อธิบายปรากฏการณ์การแผ่รังสีของวัตถุดำได้เฉพาะตรงบริเวณที่อุณหภูมิต่ำและความถี่ซึ่งต่ำกว่าความถี่ของรังสีอุลตราไวโอเล็ตได้เท่านั้น.....
- พลังค์ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ กล่าวอย่างไร.....พลังงานที่ส่งออกมาจะมีค่าเพียงบางค่าเท่านั้น มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง และมีค่าเป็นจำนวนเท่าของ  $hf$  .....
- จากสมมติฐานของพลังค์พลังงานสามารถเขียนเป็นสมการและตัวแปรต่างๆ คืออะไรและมีค่าเท่าไร..... $E = nhf$  เมื่อ  $E$  คือ พลังงาน มีหน่วยเป็น จูล (J),  $n$  คือ เลขควอนตัม,  $h$  คือ ค่าคงที่ของพลังค์ มีค่า  $6.63 \times 10^{-34}$  จูล.วินาที,  $f$  คือ ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมา มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz) .....
- สมมติฐานของพลังค์แตกต่างจากฟิสิกส์แผนเดิม (Classical physics) อย่างไร และควรเรียกฟิสิกส์ในยุคของพลังค์ว่าอย่างไร  
.....สมมติฐานของพลังค์ที่กล่าวถึงพลังงานที่วัตถุแผ่ออกมามีค่าไม่ต่อเนื่อง สามารถอธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำได้ทุกความถี่ ซึ่งฟิสิกส์ยุคเก่า กล่าวว่าพลังงานที่วัตถุแผ่ออกมามีค่าต่อเนื่อง(ซึ่งไม่สามารถอธิบายผลการทดลองของเรย์ลีและจิ้นส์) เรียกฟิสิกส์ในยุคของพลังค์ว่าฟิสิกส์ยุคใหม่ (Modern physics) .....

## เฉลยใบงานที่ 2

วิชาฟิสิกส์ 5

ว 33205

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม

เรื่อง สเปกตรัมของอะตอม

เวลา 2 ชั่วโมง

ชื่อ..... ชั้น ม 6/..... เลขที่.....

1. จงคำนวณหาความยาวคลื่นของสเปกตรัมเส้นสว่างเส้นต่าง ๆ ของอนุกรม บัลเมอร์ โดยใช้สูตรของ ริตเบิร์ก เมื่อแทนค่า  $n = 3, 4, 5$  และ  $6$

...จากสูตร...  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ .....

.....เมื่อ  $n = 3$  และ     จะได้  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{5}{36} \right)$$

$$\lambda = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{36}{5} \right)$$

$$= 6.562 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 656.2 \text{ nm} \dots\dots\dots$$

.....เมื่อ  $n = 4$  และ     จะได้  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{12}{64} \right)$$

$$\lambda = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{64}{12} \right)$$

$$= 4.861 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 486.1 \text{ nm} \dots\dots\dots$$



.....เมื่อ  $n = 5$  และ      จะได้  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right)$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{25} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{21}{100} \right)$$

$$\lambda = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{100}{21} \right)$$

$$= 4.340 \times 10^{-7} \text{m}$$

$$= 434.0 \text{ nm} \dots\dots\dots$$

.....เมื่อ  $n = 6$  และ      จะได้  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2} \right)$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{36} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{140}{144} \right)$$

$$\lambda = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left( \frac{144}{140} \right)$$

$$= 4.101 \times 10^{-7} \text{m}$$

$$= 410.1 \text{ nm} \dots\dots\dots$$

