1 สมมติฐานของพลังค์และทฤษฎีอะตอมของโบร์

- 1.1 การแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุดำ
- 1.2 ทฤษฎีอะตอมของโบร์

2 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

- 2.1 ควอนตัมของแสงและโฟตอน
- 2.2 ฟังก์ชันงานและพลังงานจลน์สูงสุดของ โฟโตอิเล็กตรอน

3 ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

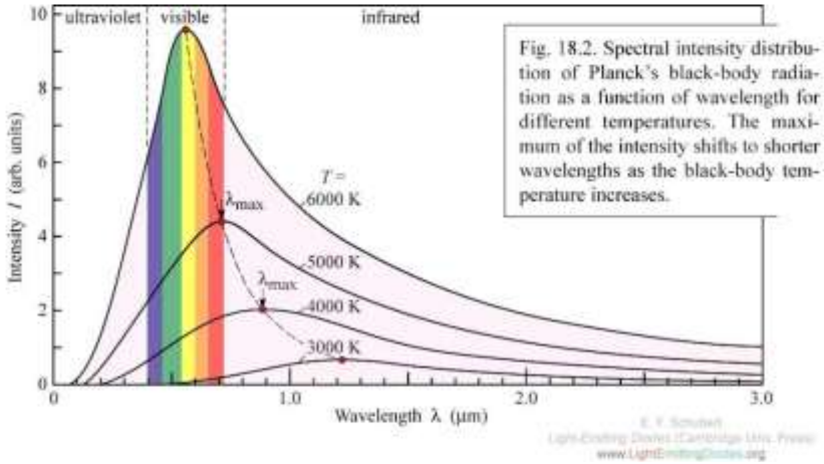
- 3.1 สมมติฐานของเดอบรอยล์
- 3.2 กลศาสตร์ควอนตัมและการนำ ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

1 สมมติฐานของพลังค์และทฤษฎีอะตอมของโบร์

1.1 การแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุดำ

การแผ่รังสีของวัตถุดำ

วัตถุทุกชนิดมีอุณภูมิสูงกว่า 0 เคลวิน รวมทั้งร่างกายของมนุษย์ จะมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เรียกว่า การแผ่รังสีความร้อน (thermal radiation) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมามีควยามถี่ต่อเนื่อเรียกว่า สเปกตรัมต่อเนื่อง continuous spectrum และความยาวคลื่นที่มีความเข้มสูงสุด (λ_{max}) ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุนั้น



รูปที่ 1 ความเข้มของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากวัตถุอุณหภูมิต่าง ๆ

ในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 ได้มีการศึกษาการแผ่รังสีของวัตถุพบว่า อัตราการแผ่รังสีขึ้นกับอุณหภูมิและชนิดของผิววัตถุ และพบว่าวัตถุใดที่แผ่รังสีได้ดีจะถูกดูดกลืนรังสีได้ดีด้วย วัตถุที่แผ่รังสีได้ดีและดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบได้อย่างสมบูรณ์ เรียกว่า **วัตถุดำ (blackbody)** และอัตราการแผ่พลังงานจากวัตถุดำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุดำเท่านั้น

ทฤษฎีจากฟิสิกส์แบบฉบับทำนายว่า ยิ่งวัตถุมีอุณภูมิสูงขึ้นเท่าใดก็จะยิ่งแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นสั้นออกมาเท่านั้น ซึ่งต่างจากผลการทดลองในรูป1 ที่ทุกอุณหภูมิจะมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นออกมาน้อยมากๆ

ในปี พ.ศ. 2443 **พลังค์** นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันพยายามแก้ไขปัญหาดังกล่าวและได้ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ เรียกว่า**สมมติฐานของพลังค์ (Planck's hypothesis)** สมมติฐานนี้มีใจความว่า พลังงานที่วัตถุดำรับเข้าไปหรือปล่อยออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเต็มเท่าของ ε ซึ่งเท่ากับ hf ซึ่งปริมาณ hf นี้เรียกว่า **ควอนตัมของพลังงาน (quantum of energy)** โดยที่ h เป็นค่าคงตัวเรียกว่า **ค่าคงตัวพลังค์ (Planck constant)** f เป็นความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ดูดกลืนหรือแผ่ออกมา จะมีค่าตามสมการ

จากสมมติฐานของพลังค์ เขียนได้ว่า $E = n\varepsilon$

จาก $\varepsilon = hf$ **จะได้**

$$E = nhf$$

เมื่อ E เป็นพลังงานมีหน่วยเป็นจูล

h คือค่าคงตัวของพลังค์ มีค่าเท่ากับ 6.63×10^{-34} จูลต่อวินาที

f เป็นความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีหน่วยเป็นเฮิรตซ์

ดังนั้น ตามแนวคิดของพลังค์ วัตถุดำจะรับหรือปล่อยก้อนพลังงานได้เป็นบางค่า เช่น hf, 2hf, 3hf, ... หรือ nhf เมื่อ n เป็นเลขจำนวนเต็มบวก

ตัวอย่างที่ 1 จงหาควอนตัมของพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ 6.5×10^{14} เฮิรตซ์

ตัวอย่างที่ 2 แสงมีควอนตัมของพลังงาน 2.5 อิเล็กตรอนโวลต์ มีความถี่เท่าใด

ตัวอย่างที่ 3 แสงความถี่หนึ่งมีพลังงานต่ำสุด เท่ากับ 21.76×10^{-19} จูล จงหาพลังงานของแสงเมื่อมีจำนวนควอนตัมเป็น 2 และ 3

4. โดยธรรมชาติโลหะจะแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าโลหะมีอุณภูมิสูง พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาโดยการแผ่รังสีจะมากขั้น ดดยที่ความยาวคลื่นของรังสีที่มีความเข้มมากที่สุดเป็นอย่างไร

1. ยาวขึ้น
2. สั้นลง
3. เท่าเดิม
4. อาจยาวขึ้นหรือสั้นลงแล้วแต่ชนิดของโลหะ

5. นัยน์ตามนุษย์สามารถรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพลังงาน 10^{-18} จูลได้ถ้าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้มีความยาวคลื่น 6×10^{-7} เมตร โฟตอนที่รับได้มีจำนวน

1. 1 โฟตอน
2. 2 โฟตอน
3. 3 โฟตอน
4. 4 โฟตอน