วิชา ฟิสิกส์

(ว 40206)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

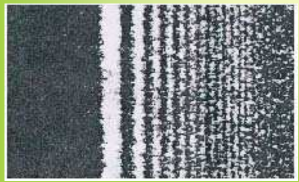
เรื่อง

รังสีเอ็กซ์ ปรากฏการณ์ควอนตัม

สมมติฐานของเดอบอยด์

ภาพเมื่อผ่านขอบกำบัง

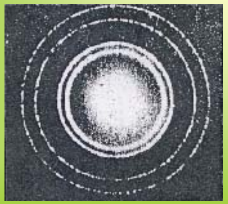
ภาพแสดงการเลี้ยวเบนและแทรกสอดของรังสีเอกซ์



ภาพแสดงการเลี้ยวเบนและแทรกสอดของอิเล็กตรอน

ภาพเมื่อผ่านแผ่นอะลูมิเนียมบางๆ

ภาพแสดงการเลี้ยวเบนและแทรกสอดของรังสีเอกซ์



ภาพแสดงการเลี้ยวเบนและแทรกสอดของอิเล็กตรอน

แสดงว่า อนุภาคจะแสดงสมบัติเป็นคลื่นได้ และคลื่นแสงแสดงสมบัติของอนุภาคได้ เรียกสมบัตินี้ว่า **ทวิภาพของคลื่นและอนุภาค (wave and particle duality)**

ทวิภาพของคลื่นและอนุภาค (wave and particle duality)

นิวตัน เชื่อว่าแสงเป็นอนุภาคที่มีความเร็วสูงจึงเดินทางเป็นเส้นตรง

ฮอยเกนส์ กล่าวว่า แสงเป็นคลื่น และแสดงสมบัติการแทรกสอด เลี้ยวเบน ได้

ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลและ การทดลองของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของเฮิร์ตซ์ ได้สนับสนุนว่าแสงเป็นคลื่น

ต่อมามีการพบปรากฏการณ์ของแสงที่แสดงให้เห็นว่าแสงเป็นอนุภาค เช่น *ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก*

สมมติฐานของเดอบรอยล์

(De Broglie's hypothesis)

สมมติฐานของเดอบรอยล์ กล่าวว่า

" เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสดงสมบัติของอนุภาคได้ อนุภาคก็แสดงสมบัติของคลื่นได้เช่นกัน "

เดอ บรอยล์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง

สมมติฐานของพลังก์

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

ทฤษฎีสัมพันธ์ภาพของไอน์สไตน์

$$E = mc^2$$

$$mc^2 = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{mc}$$

แต่ mc คือ โมเมนตัมของโฟตอน (p)

จึงได้ $\lambda = \frac{h}{p}$ หรือ $p = \frac{h}{\lambda}$

เมื่อ E เป็น พลังงานของโฟตอน

$$E = hf \quad \text{และ} \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

$$\therefore \quad E = \frac{hc}{\lambda}$$

ดังนั้น โมเมนตัมของโฟตอน คือ

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c}$$

วัตถุมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v

จึงมีโมเมนตัมเป็น $p = mv$ จึงได้

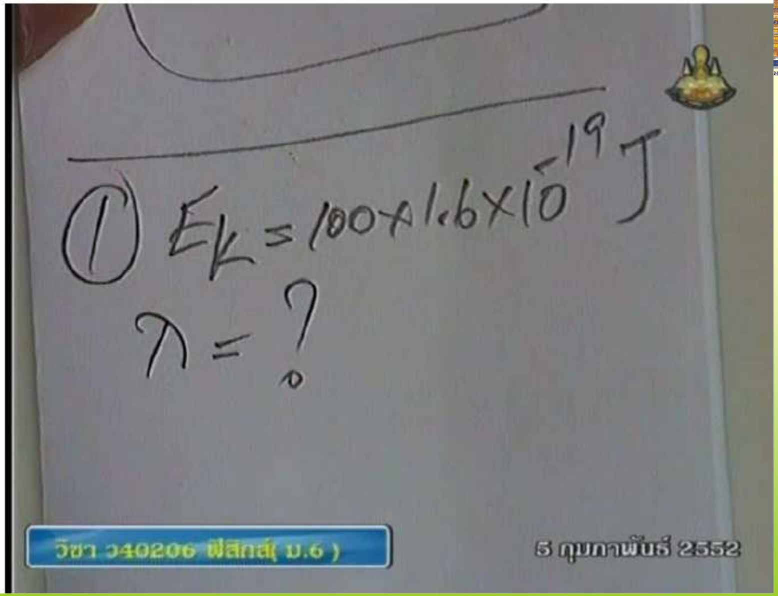
$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

โจทย์คำนวณ

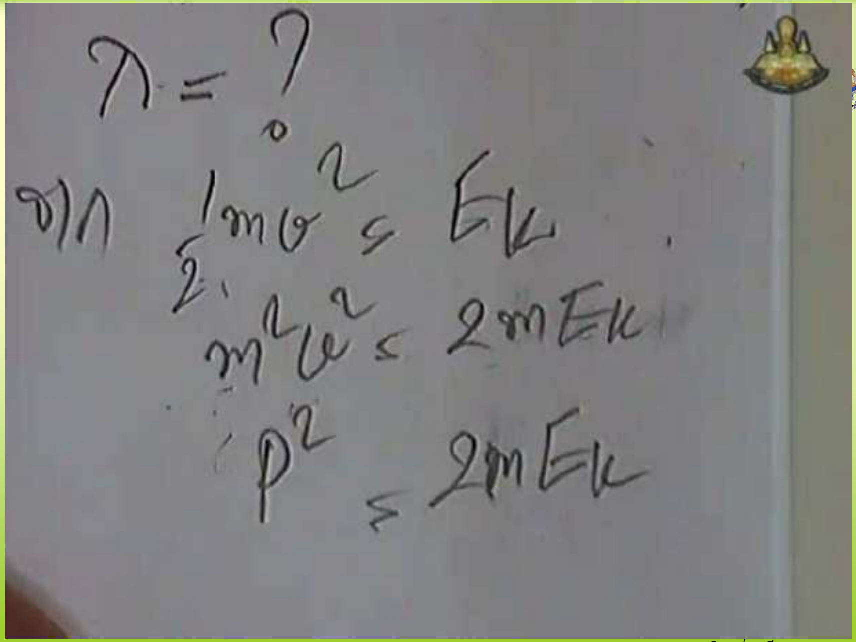
1. อิเล็กตรอนมีพลังงานจลน์ 100 eV จะมีความยาวคลื่นเท่าไร
2. อิเล็กตรอนมีความยาวคลื่นอนุภาค 0.1 nm จงหา ความเร็ว และความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ใช้เร่งอิเล็กตรอนนี้

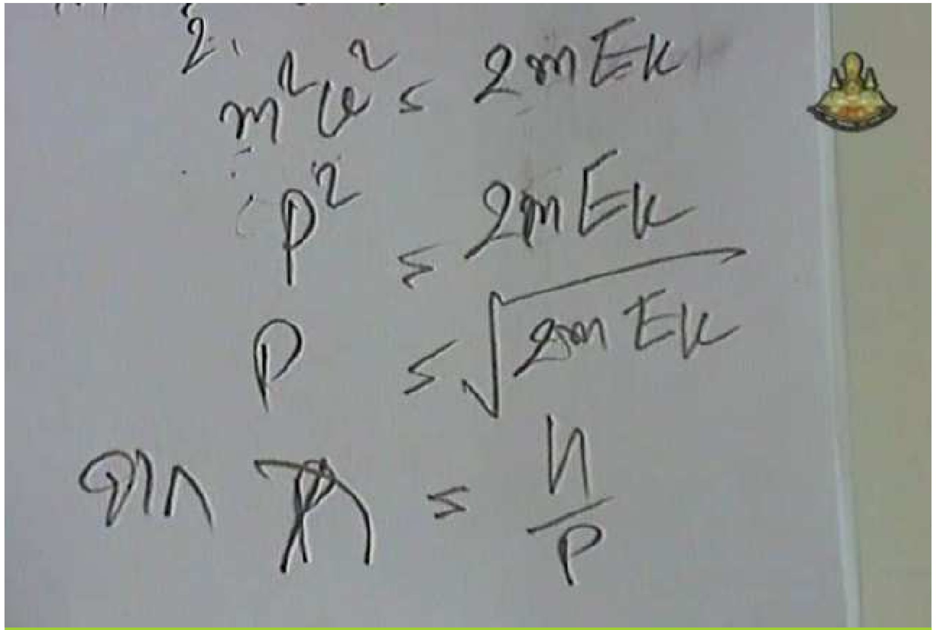
วิชา ว40206 ฟิสิกส์(ม.6) 5 กุมภาพันธ์ 2552

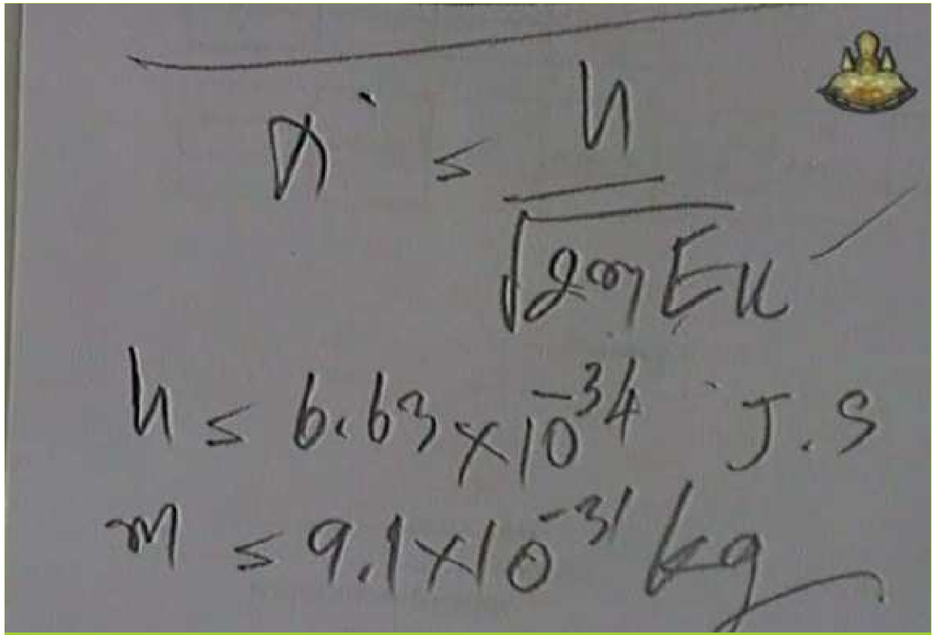
แสดงการคำนวณ ข้อ ที่ 1



วิชา ว40206 ฟิสิกส์(ม.6) 5 กุมภาพันธ์ 2552



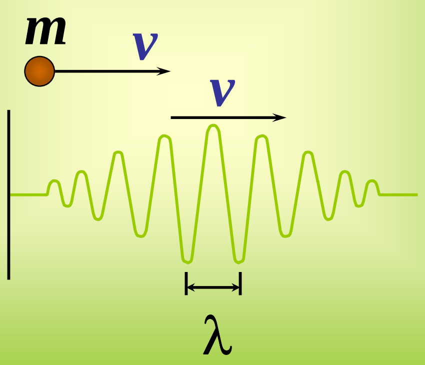




λ คือ ความยาวคลื่นของอนุภาค หรือสสารเรียกว่า *ความยาวคลื่นเดอบรอยล์*

(De Broglie wavelength)

คลื่นมวลสารของอนุภาคมวล ***m*** เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว ***v*** มีความยาวคลื่น λ



คลื่นอนุภาคของอิเล็กตรอนจะไม่เกิดการแทรกสอด และ เลี้ยวเบน เมื่อใช้เกรติง เพราะคำนวณหาความยาวคลื่นอนุภาคได้น้อยมากแม้จะให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วน้อยมากก็ตาม

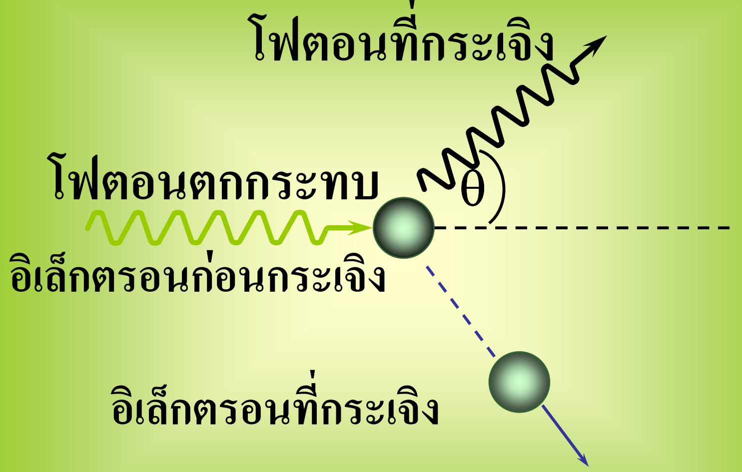
โจทย์คำนวณ

1. อิเล็กตรอนมีพลังงานจลน์ 100 eV จะมีความยาวคลื่นเท่าไร
2. อิเล็กตรอนมีความยาวคลื่นอนุภาค 0.1 nm จงหา ความเร็ว และความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ใช้เร่งอิเล็กตรอนนี้

ปรากฏการณ์คอมป์ตัน

(Compton effect)

คอมป์ตัน ได้ทดลองสนับสนุนแนวคิดของไอน์สไตน์ที่ว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีสมบัติเป็นอนุภาค โดยฉายรังสีเอกซ์ความยาวคลื่นค่าเดียวไปกับชนอะตอมของแท่งกราไฟต์



เมื่อให้โฟตอนของรังสีเอกซ์วิ่งเข้าชนอะตอมของแกรไฟต์ ทำให้อิเล็กตรอนของแกรไฟต์และโฟตอนของรังสีเอกซ์กระเจิงไป

คอมป์ตันได้วัดความยาวคลื่นของรังสีเอกซ์ที่กระเจิง พบว่ามีทั้ง *ความยาวคลื่นเท่าเดิม และ ความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น*

มุมที่กระเจิงไปมาก ความยาวคลื่นจะมากตามไปด้วย

คอมป์ตันพิสูจน์ได้สมการเป็น

$$\lambda' - \lambda = \lambda_c(1 - \cos\theta)$$