บทที่ 19 ฟิสิกส์อะตอม

19.1 สมมติฐานของพลังค์ และทฤษฎีอะตอมของโบร์

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.1 สมมติฐานของพลังค์ และทฤษฎีอะตอมของโบร์

1. ข้อใดกล่าวถึงเลขควอนตัมของอะตอมไฮโดรเจนได้ถูกต้อง
    1. เป็นเลขที่แสดงถึงจำนวนอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจน
    2. เป็นเลขที่แสดงถึงจำนวนรวมของอนุภาคในอะตอมไฮโดรเจน
    3. เป็นเลขที่แสดงถึงเลขมวลของอะตอมไฮโดรเจน
    4. เป็นตัวเลขที่แสดงถึงระดับชั้นพลังงานของอิเล็กตรอนภายในอะตอมไฮโดรเจน

2. จงพิจารณาข้อความอธิบายแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านดังต่อไปนี้

    ก. ทอมสัน อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม เนื้ออะตอมเป็นประจุบวกและลบที่กระจายอย่างสม่ำเสมอในปริมาณที่เท่ากัน

    ข. รัทเทอร์ฟอร์ด ประจุบวกรวมกันที่ศูนย์กลางเรียกว่านิวเคลียส ถัดออกมามีช่องว่าง และมีอิเล็กตรอนโคจรอยู่โดยรอบ

    ข้อใดกล่าวถูกต้อง
    1. ก
    2. ข
    3. ก และ ข
    4. ไม่มีข้อความใดถูก

3. ข้อใดอธิบายความแตกต่างระหว่างสเปกตรัมแบบเส้นและแบบต่อเนื่องได้ถูกต้องตามลำดับ
    1. เห็นเป็นเส้นสีต่าง ๆ และเห็นเป็นแถบสีต่าง ๆ เรียงต่อเนื่องไม่แยกออกจากกัน
    2. เห็นเป็นแถบสีต่าง ๆ เรียงต่อเนื่องไม่แยกออกจากกัน และเห็นเป็นเส้นสีต่าง ๆ
    3. เห็นเป็นเส้นสีต่าง ๆ และเห็นเป็นเส้นสีต่าง ๆ เรียงชิดเกือบติดกันแต่ไม่รวมเป็นแถบ
    4. เห็นเป็นเส้นสีต่าง ๆ เรียงชิดเกือบติดกันแต่ไม่รวมเป็นแถบ และเห็นเป็นเส้นสีต่าง ๆ

แบบฝึกหัด 19.1 สมมติฐานของพลังค์ และทฤษฎีอะตอมของโบร์

1. แสงที่มีความถี่ 5.0×10^{14} เฮิรตซ์ ควอนตัมพลังงานมีค่าเท่าใดในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ (2.1 eV)

2. พลังงาน 1.00×10^{-3} จูล ได้จากแสงความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร มีจำนวนควอนตัมพลังงานของแสงเท่าใด (3.27×10^{15})

3. จงหาอัตราเร็วของอิเล็กตรอนในวงโคจรระดับที่ n หากกำหนดให้ $r_n = (0.529 \times 10^{-10} \times n^2$ เมตร ($\frac{2.19 \times 10^6}{n}$ m/s)

4. จะต้องใช้พลังงานอย่างน้อยที่สุดกี่อิเล็กตรอนโวลต์ในการทำให้อิเล็กตรอนในวงโคจรที่ 2 หลุดออกจากอะตอมไฮโดรเจนเป็นอิเล็กตรอนอิสระ (-3.40 eV)

5. ระดับพลังงาน 3 ระดับ ของอะตอมหนึ่งเป็นดังนี้

n	พลังงาน
3	(-1 eV)
2	(-3 eV)
1	(-7 eV)

ถ้าอะตอมอยู่ในสถานะกระตุ้น $n = 2$ จะสามารถปล่อยโฟตอนมีพลังงานเท่าใด (4 eV)

6. อิเล็กตรอนตัวหนึ่งโคจรรอบนิวเคลียสของอะตอมไฮโดรเจน โดยมี $n = 3$ จงหา

ก) รัศมีของวงโคจร (4.78×10^{-10} m)

ข) ถ้าอิเล็กตรอนกลับสู่สถานะพื้น จะสามารถปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตรได้บ้าง

(103, 661 และ 122 nm)

19.2 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19. 2 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

1. ค่าพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนคงตัวหรือไม่ สำหรับโลหะแต่ละชนิด
    1. คงตัว เพราะมีค่าขึ้นกับชนิดของโลหะ
    2. คงตัว เพราะมีค่าขึ้นกับมวลของโฟโตอิเล็กตรอน
    3. ไม่คงตัว เพราะขึ้นกับความถี่ของโฟตอนที่ตกกระทบโลหะนั้น
    4. ไม่คงตัว เพราะขึ้นกับฟังก์ชันงานของโลหะนั้น

2. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ความเข้มแสงที่ตกกระทบผิวโลหะมีผลต่างความต่างศักย์หยุดยั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด
    1. ไม่มีผล เพราะความศักย์หยุดยั้งขึ้นกับพลังงานจลน์ และพลังงานจลน์ขึ้นกับความถี่ของโฟตอน
    2. ไม่มีผล เพราะศักย์หยุดยั้งขึ้นกับฟังก์ชันงานของโลหะ
    3. ไม่มีผล เพราะความเข้มแสงมีผลต่อจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมา ไม่ใช่พลังงานจลน์
    4. มีคำตอบถูกต้องมากกว่า 1 ข้อ

3. ในช่วงการหาค่าความต่างศักย์หยุดยั้ง ขณะที่ยังอ่านได้ค่ากระแสไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของโฟโตอิเล็กตรอนในวงจร หากนำค่าความต่างศักย์ขณะนั้น มาหาค่าของพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน เพื่อสามารถหาค่าฟังก์ชันงานที่เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องในสมการโฟโตอิเล็กทริกได้หรือไม่
    1. ได้ เพราะสามารถคำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้าที่เวลาใด ๆ ได้
    2. ได้ เพราะสามารถคำนวณหาค่าความต่างศักย์ระหว่างเป้าโลหะได้
    3. ไม่ได้ เพราะถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหล แสดงว่ายังไม่ใช่ศักย์หยุดยั้ง
    4. ไม่ได้ เพราะเหตุการณ์ทั้งสองดังกล่าวไม่มีความเกี่ยวเนื่องกันในการทดลองโฟโตอิเล็กทริก

4. ในการทดลองโฟโตอิเล็กทริก ผู้ทดลองฉายแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะค่าหนึ่งไปตกกระทบผิวโลหะ พบว่าอิเล็กตรอนจำนวนหนึ่งหลุดออกจากผิวโลหะ ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากผิวโลหะนี้มีจำนวนเพิ่มขึ้น และพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนแต่ละอนุภาคเพิ่มขึ้น ควรทำอย่างไรตามลำดับ
    1. เพิ่มความเข้มแสง และเพิ่มความถี่ของแสง
    2. ลดความเข้มแสง และเพิ่มความถี่ของแสง
    3. เพิ่มความเข้มแสง และลดความถี่ของแสง
    4. ลดความเข้มแสง และลดความถี่แสง

แบบฝึกหัด 19.2 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

1. ฉายแสงความถี่ค่าหนึ่งตกกระทบผิวโลหะทองแดงซึ่งมีฟังก์ชันงาน 4.8 อิเล็กตรอนโวลต์ พบว่าความถี่นี้เป็นความถี่ขีดเริ่มของโลหะทองแดง ถ้าฉายแสงนี้ไปบนโลหะโซเดียม พบว่าความต่างศักย์หยุดยั้งมีค่า 2.4 โวลต์ โลหะโซเดียมนี้มีฟังก์ชันงานเป็นเท่าใด (2.4 eV)

2. ฉายแสงมีความยาวคลื่น 3.0×10^{-7} เมตร ตกบนผิวโพแทสเซียมที่มีฟังก์ชันงาน 2.3 อิเล็กตรอนโวลต์ โฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจะมีพลังงานจลน์สูงสุดเป็นเท่าใด (2.95×10^{-19} J)

3. ฉายแสงที่มีความถี่ 1.10×10^{15} เฮิรตซ์ ไปที่ผิวโลหะหนึ่ง ถ้าความถี่ขีดเริ่มมีค่าเป็น 5.69×10^{14} เฮิรตซ์ จงหาปริมาณดังต่อไปนี้ในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์

   ก) ฟังก์ชันงานของโลหะนั้น (2.36 eV)

   ข) พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน (2.20 eV)

4. แสงความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ตกกระทบผิวโพแทสเซียมที่มีฟังก์ชันงาน 2.3 อิเล็กตรอนโวลต์ จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก) จะมีอิเล็กตรอนหลุดออกมาหรือไม่ (ไม่มี)

ข) จากข้อ ก) ถ้ามี ถ้ามีพลังงานของอิเล็กตรอนนี้จะมีค่าเป็นเท่าใด และถ้าไม่มีต้องเพิ่มพลังงานอย่างน้อยอีกเท่าใดอิเล็กตรอนนี้จึงจะหลุดออกมา (ต้องเพิ่ม 0.17 eV)

5. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก เมื่อฉายแสงตกกระทบผิวโลหะชนิดหนึ่ง พบว่าความต่างศักย์หยุดยั้งที่ใช้เท่ากับ3.7 โวลต์ (5.92×10^{-19} J, 3.7 eV)
พลังงานสูงสุดของอิเล็กตรอนมีค่าเป็นเท่าใด ในหน่วยจูลและอิเล็กตรอนโวลต์ ตามลำดับ

19. 3 ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19. 3 ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

1. ความยาวคลื่นเดอบรอยด์ขึ้นอยู่กับปริมาณใด
    1. ความเร็วของอนุภาคนั้น
    2. มวลของอนุภาคนั้น
    3. พลังงานจลน์ของอนุภาคนั้น
    4. โมเมนตัมของอนุภาคนั้น

2. วัตถุขนาดใหญ่ที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวัน จะมีช่วงความยาวคลื่น และแสดงสมบัติคลื่นให้สังเกตเห็นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
    1. จะมีช่วงความยาวคลื่นที่น้อยมาก จนไม่สามารถสังเกตเห็นสมบัติของคลื่นได้ด้วยเครื่องมือปัจจุบันที่มี
    2. จะมีช่วงความยาวคลื่นสูงมาก จนสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า
    3. จะไม่มีช่วงความยาวคลื่น ที่ใช้บ่งบอกถึงสมบัติของคลื่น
    4. วัตถุขนาดใหญ่ไม่สามารถมีช่วงความยาวคลื่น และไม่สามารถมีสมบัติของคลื่นได้

3. ตามสมมติฐานของเดอบรอยด์ อิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่มีประจุและกำลังเคลื่อนที่สามารถแสดงสมบัติเป็นคลื่นได้ กรณีนิวตรอนซึ่งเป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุและกำลังเคลื่อนที่ จะสามารถแสดงสมบัติเป็นคลื่นได้หรือไม่เพราะเหตุใด
    1. ไม่ได้ เพราะนิวตรอนไม่มีสภาพทางไฟฟ้า
    2. ไม่ได้ เพราะนิวตรอนมีขนาดใหญ่กว่าอิเล็กตรอนเยอะเกินไป
    3. ได้ เพระนิวตรอนไม่มีสภาพทางไฟฟ้า
    4. ได้ เพราะหากนิวตรอนกำลังเคลื่อนที่ แสดงว่านิวตรอนมีโมเมนตัมเชิงเส้น

4. อิเล็กตรอนสามารถแสดงสมบัติความเป็นคลื่นและอนุภาคได้พร้อมกันหรือไม่เพราะเหตุใด
    1. ได้ เพราะเป็นคุณสมบัติของอิเล็กตรอน
    2. ได้ เพราะอิเล็กตรอนถูกจัดว่าเป็นอนุภาค
    3. ไม่ได้ เพราะอิเล็กตรอนไม่ใช่อนุภาค
    4. ไม่ได้ เพราะการแสดงสมบัติความเป็นคลื่นหรืออนุภาคขึ้นกับการทดลองว่าจะให้อิเล็กตรอนแสดงพฤติกรรมใดออกมา

แบบฝึกหัด 19. 3 ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

1. โปรตอนที่มีมวล 1.67×10^{-27} กิโลกรัม และกำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 5.00×10^{7} เมตร/วินาที มีความยาวคลื่นเดอบรอยด์เท่าใด (7.94×10^{-15} m)

2. รถแข่งที่มีมวล (รวมผู้ขับขี่) เป็น 650 กิโลกรัม ขณะกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะมีความยาวคลื่นเดอบรอยด์เท่าใด (1.22×10^{-38} m)

3. ยุงกำลังบินด้วยอัตราเร็ว 0.05 เมตร/วินาที ถ้าความยาวคลื่นเดอบรอยด์ของยุงตัวนี้มีค่า 2.60×10^{-27} เมตร ยุงตัวนี้มีมวลเป็นกี่มิลลิกรัม (5.1 mg)

4. ลูกบอลลูกหนึ่งมีมวล 0.40 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตร/วินาที
   ก) ความยาวคลื่นเดอบรอยด์มีค่าเป็นเท่าใด (1.7×10^{-34} m)

   ข) ความยาวคลื่นเดอบรอยด์นี้จะถูกวัดได้ในห้องทดลองหรือไม่เพราะเหตุใด (ไม่ได้ เพราะสั้นเกินไป)

คำถามท้ายบทที่ 19 ฟิสิกส์อะตอม

1. จากแนวคิดการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุดำ นักเรียนไม่สามารถมองเห็นสิ่งของต่าง ๆ ในห้องเรียนที่ปิดมิดชิด และไม่มีแสงสว่าง เพราะสิ่งของภายในห้องเรียนนั้นไม่มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ข้อความดังกล่าวถูกต้องหรือไม่เพราะเหตุใด
    1. ถูกต้อง เพราะห้องมืดมาก ไม่มีแสง จึงไม่มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
    2. ถูกต้อง เพราะการปิดห้องมิดชิด จะไม่ได้รับแสงจากภายนอก
    3. ไม่ถูกต้อง เพราะห้องมืดมากแต่ยังมีการเลี้ยวเบนจากแสงจากภายนอก
    4. ไม่ถูกต้อง เพราะวัตถุมีอุณหภูมิสูงกว่า 0 เคลวิน มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่น้อยมาก

2. จากการทดลองปล่อยอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุบวกไปยังแผ่นทองคำบาง พบว่าอนุภาคแอลฟาบางส่วนเบี่ยงเบนไปจากแนวเดิม และบางส่วนสะท้อนกลับออกมา เพราะเหตุใด
    1. เพราะอนุภาคแอลฟา ถูกดูดด้วยแรงไฟฟ้าจากนิวเคลียสของแผ่นทองคำบาง
    2. เพราะอนุภาคแอลฟา ถูกผลักด้วยแรงไฟฟ้าจากนิวเคลียสของแผ่นทองคำบาง
    3. เพราะอนุภาคแอลฟา ถูกดูดด้วยแรงไฟฟ้าจากอิเล็กตรอนในอะตอมของแผ่นทองคำบาง
    4. เพราะอนุภาคแอลฟา ถูกผลักด้วยแรงไฟฟ้าจากอิเล็กตรอนในอะตอมของแผ่นทองคำบาง

3. สมมติให้ระดับพลังงานต่าง ๆ ของอะตอมเป็นดังข้อมูลด้านล่างนี้ (6 สเปกตรัม)

    เลขควอนตัม n

    n = 4 ----------
    n = 3 ----------
    n = 2 ----------
    n = 1 ----------

    จงบอกจำนวนเส้นสเปกตรัมทั้งหมดที่อะตอมนี้สามารถเปล่งออกมาได้เมื่ออะตอมอยู่ในสถานะถูกกระตุ้น

4. แสงที่มีความถี่และความเข้มค่าหนึ่งตกกระทบผิวโลหะชนิดหนึ่ง จะเกิดโฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกมา เมื่อเพิ่มความถี่ของแสง จงพิจารณาข้อความดังต่อไปนี้

ก. จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น

ข. พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น

ค. ทั้งจำนวนและพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น

ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. ก
2. ข
3. ค
4. ไม่มีข้อความใดถูกเพราะไม่ทราบค่าของฟังก์ชันงานของโลหะ

5. แสงที่มีความถี่และความเข้มค่าหนึ่งตกกระทบผิวโลหะชนิดหนึ่ง จะเกิดโฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกมา เมื่อเพิ่มความเข้มของแสง จงพิจารณาข้อความดังต่อไปนี้

ก. จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น

ข. พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น

ค. ทั้งจำนวนและพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น

ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. ก.
2. ข
3. ค
4. ไม่มีข้อความใดถูกเพราะไม่ทราบค่าของฟังก์ชันงานของโลหะ

6. แสงความถี่ค่าหนึ่งตกกระทบผิวโลหะต่างชนิดกัน จะให้โฟโตอิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์สูงสุดเท่ากันหรือไม่ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
    1. เท่ากัน เพราะโลหะทุกชนิดต้องมีฟังก์ชันงานเท่ากัน
    2. เท่ากัน เพราะแสงที่ตกกระทบมีความถี่เท่ากัน
    3. ไม่เท่ากัน เพราะโลหะทุกชนิดมีฟังก์ชันงานต่างกัน
    4. สรุปข้อมูลไม่ได้ เพราะไม่ทราบขนาดของความถี่ที่ตกกระทบผิวโลหะ

7. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกความเข้มของแสงที่ตกกระทบผิวโลหะมีผลต่อความต่างศักย์หยุดยั้งหรือไม่ และอย่างไร
    1. มีผล เพราะความเข้มแสงมากจะส่งผลให้พลังงานจลน์สูงสุดมาก
    2. มีผล เพราะความเข้มแสงมากจะทำให้ฟังก์ชันงานของโลหะมีค่ามาก
    3. ไม่มีผล เพราะความเข้มแสงมีผลต่อจำนวนของโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาเท่านั้น
    4. ไม่มีผล เพราะความเข้มแสงมีผลต่อแค่ฟังก์ชันงานของโลหะเท่านั้น

8. โฟโตอิเล็กตรอน สมการโฟโตอิเล็กทริกและฟังก์ชันงาน มีความสัมพันธ์กันอย่างไรในปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก จงอธิบาย

9. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศของสนามไฟฟ้า ข้อใดกล่าวถึงความยาวคลื่นเดอบรอยด์ของอิเล็กตรอนนี้ได้ถูกต้อง
    1. มีค่ามากขึ้น เพราะความเร็วของอิเล็กตรอนมีค่าลดลง
    2. มีค่ามากขึ้น เพราะความเร็วของอิเล็กตรอนมีค่ามากขึ้น
    3. มีค่าลดลง เพราะความเร็วของอิเล็กตรอนมีค่าลดลง
    4. มีค่าลดลง เพราะความเร็วของอิเล็กตรอนมีค่ามากขึ้น

ปัญหาท้ายบทที่ 19 ฟิสิกส์อะตอม

1. ถ้าควอนตัมพลังงานของแสงที่ตามองเห็นได้มีค่า 3.62×10^{-19} จูล แสงที่เห็นนี้มีความยาวคลื่นเป็นเท่าใด และจะเห็นแสงนี้เป็นสีใด (549 nm, สีเขียว)

2. อะตอมหนึ่งมีระดับพลังงานดังด้านล่างนี้

   -2.00 eV ---------- E_3

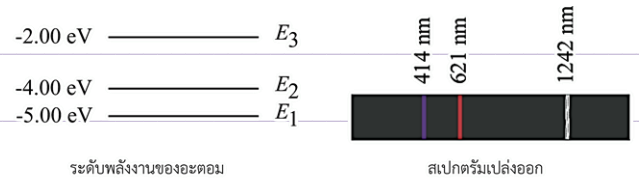
   -4.00 eV ---------- E_2

   -5.00 eV ---------- E_1

   เมื่อถูกกระตุ้นแล้ว จะทำการปลดปล่อยพลังงานออกมา ทำให้เกิดสเปกตรัมจำนวน 3 เส้น จงระบุค่าความยาวคลื่นของสเปกตรัมทั้ง 3 เส้น เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก (414nm, 621 nm, 1.24 μm)

3. ถ้าอิเล็กตรอนในแบบจำลองอะตอมไฮโดรเจนของโบร์อยู่ห่างจากนิวเคลียสเป็นระยะ 25 เท่าของรัศมีโบร์ แสดงว่าอิเล็กตรอนนี้อยู่ในระดับชั้นพลังงานที่เท่าใด (n = 5)

4. อะตอมหนึ่งมีระดับชั้นพลังงาน ทำให้เกิดสเปกตรัมเปล่งออก 3 เส้นดังรูป



ถ้าต้องการกระตุ้นอะตอมนี้ จากสถานะพื้นไปยังสถานะถูกกระตุ้นจะต้องใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเป็นเท่าใด (414 nm และ 1,242 nm)

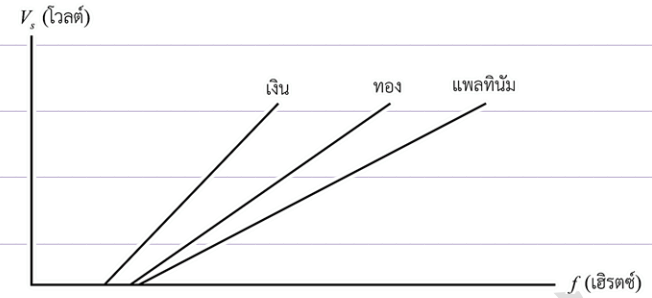
5. จงหาความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกดูดกลืนหรือเปล่งออกมาจากอะตอมไฮโดรเจน เมื่ออะตอมเปลี่ยนระดับพลังงาน

ก) จาก $n = 1$ ไปยัง $n = 3$ (ดูดกลืน, 2.93×10^{15} Hz)

ข) จาก $n = 6$ ไปยัง $n = 3$ (คาย, 0.27×10^{15} Hz)

6. ฉายแสงที่มีความยาวคลื่น 2.5×10^{-7} เมตร ตกบนผิวซีเซียมที่มีฟังก์ชันงาน 2.1 อิเล็กตรอนโวลต์ โฟโต-อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจะมีพลังงานจลน์สูงสุดเป็นกี่อิเล็กตรอนโวลต์ (2.87 eV)

7. ในการทดลองโฟโตอิเล็กทริก พบว่าได้ผลการทดลองดังรูป



ผลการทดลองนี้ถูกต้องหรือไม่ จงอธิบาย

8. กำหนดให้โลหะ A B และ C มีค่าฟังก์ชันงานเป็น 1.035, 2.070 และ 4.140 อิเล็กตรอนโวลต์ ตามลำดับ จงหา

ก) จงหาความถี่ขีดเริ่มของโลหะทั้ง 3 ชนิดตามลำดับ $(0.25 \times 10^{15}\ \text{Hz}, 0.50 \times 10^{15}, 1.00 \times 10^{15})$

ข) จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างศักย์หยุดยั้ง (Y) กับความถี่ของโฟตอนที่ตกกระทบแผ่นโลหะแต่ละชนิด

9. เมื่อฉายแสงที่มีความถี่ 8.15×10^{15} เฮิรตซ์ ไปยังธาตุซึ่งมีฟังก์ชันงาน ดังต่อไปนี้

ธาตุ	ฟังก์ชันงาน W (อิเล็กตรอนโวลต์)
แบเรียม	2.6
อะลูมิเนียม	4.2
เงิน	4.6
ทองคำ	5.33

จะเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกขึ้นกับธาตุใด (แบเรียม)

10. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ถ้าโลหะที่ใช้มีฟังก์ชันงานเท่ากับ 1.10×10^{-19} จูล โฟโต-อิเล็กตรอนของแสงที่มีความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร จงหา

ก) อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะนี้โดยมีความเร็วสูงสุดมีค่าเป็นเท่าใด (6.97×10^5 m/s)

ข) ความต่างศักย์หยุดยั้งของการทดลองนี้มีค่าเป็นกี่โวลต์ (1.38 Volt)

11. คนที่อยู่กลางแดดเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้ผิวหนังคล้ำ จากการศึกษาค้นพบว่าพลังงานโฟตอนของแสงแดดที่ทำให้ผิวหนังคล้ำมีค่าประมาณ 3.50 อิเล็กตรอนโวลต์ (355 nm, UV)
จงหาความยาวคลื่นของโฟตอน และความยาวคลื่นของโฟตอนนี้ อยู่ในสเปกตรัมช่วงใดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

12. ฟังก์ชันงานของโลหะชนิดหนึ่งมีค่า 3.3×10^{-19} จูล
ก) จงหาความถี่ต่ำสุดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกกับโลหะนี้ (5.0×10^{14} Hz)

ข) เมื่อให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อไปนี้ตกกระทบโลหะจะเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกหรือไม่
(1) คลื่นที่มีความยาวคลื่น 5.0×10^{-7} เมตร (เกิด)

(2) คลื่นที่มีความถี่ 4.0×10^{14} เฮิรตซ์ (ไม่เกิด)

13. โฟตอนของรังสีเอกซ์ที่มีความยาวคลื่น 30 พิโคเมตร จะมีความถี่และพลังงานมีค่าเป็นเท่าใด

(1.0×10^{19} Hz, 41.4 keV)

14. โฟตอนของรังสีชนิดหนึ่งมีพลังงาน 24.8 อิเล็กตรอนโวลต์ จะมีความถี่และความยาวคลื่นเป็นเท่าใด

(5.98×10^{18} Hz, 0.10 nm)

15. ฟังก์ชันงานของทองคำเท่ากับ 5.3 อิเล็กตรอนโวลต์ จงหาความถี่ขีดเริ่มของแสงที่ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนจากทองคำ แสงที่ตามองเห็นจะทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนจากทองคำได้หรือไม่ (ไม่ได้)

16. พิจารณาโปรตอน อิเล็กตรอน และนิวเคลียสของฮีเลียม ที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากัน ข้อใดเรียงลำดับความยาวคลื่นเดอบรอยด์ของอนุภาคทั้งสามจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

1. อิเล็กตรอน โปรตอน นิวเคลียสของฮีเลียม
2. โปรตอน อิเล็กตรอน นิวเคลียสของฮีเลียม
3. นิวเคลียสของฮีเลียม โปรตอน อิเล็กตรอน
4. นิวเคลียสของฮีเลียม อิเล็กตรอน โปรตอน

17. โฟตอนและอิเล็กตรอนที่ประพฤติตัวเป็นคลื่นที่มีความยาวคลื่น 0.20 นาโนเมตร จะมี

ก) โมเมนตัมเป็นเท่าใดตามลำดับ (3.31×10^{-24} kg·m/s)

ข) พลังงานเท่าใดตามลำดับ (6.2 eV, 37.6eV)

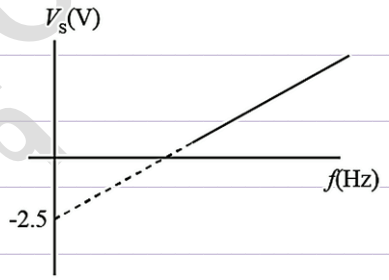
18. ร่างกายมนุษย์สามารถแผ่รังสีอิฟราเรดได้ ถ้าความยาวคลื่นสูงสุดของอินฟราเรดที่แผ่ออกมามีค่า 9,350 นาโนเมตร ควอนตัมพลังงานของอินฟราเรดที่มนุษย์แผ่ออกมามีค่ากี่อิเล็กตรอนโวลต์ (0.133 eV)

19. อิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนอยู่ในสถานะพื้น ตามทฤษฎีอะตอมของโบร์ ถสานะนี้จะมีพลังงาน -13.6 อิเล็กตรอนโวลต์ พลังงานจลน์และพลังงานศักย์ไฟฟ้าของอิเล็กตรอนที่ระดับพลังงานนี้มีค่าเท่าใด (13.6 eV, -27.2 eV)

20. รังสีอัลตราไวโอเลตความเข้ม 0.500 วัตต์ต่อตารางเมตร ตกกระทบตั้งฉากกับผิวโลหะชนิดหนึ่งมีฟังก์ชันงานเท่ากับ 5.30 อิเล็กตรอนโวลต์ และโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมีมีอัตราเร็วสูงสุด 4.20×10^5 เมตร/วินาที โฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมามีพื้นที่ 1 ตารางเซนเมตร ทุก 1 วินาที มีจำนวนเท่าใด (5.39×10^{12} อนุภาค)

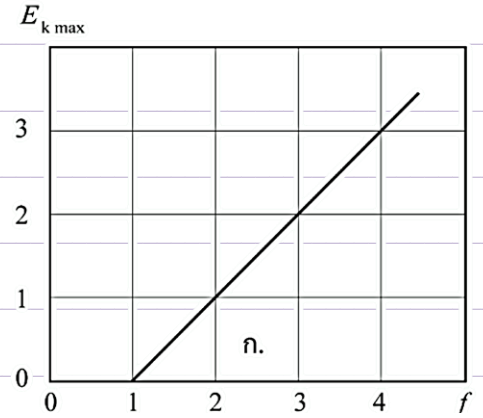
21. โฟตอนความยาวคลื่น 320 นาโนเมตร ตกกระทบผิวโพแทสเซียมที่มีฟังก์ชันงาน 2.30 อิเล็กตรอนโวลต์ จะมีอิเล็กตรอนหลุดออกมาหรือไม่ ถ้ามี พลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอนมีค่าเท่าใด และถ้าไม่มี พลังงานที่ต้องเพิ่มมีค่าเท่าใด (มีอิเล็กตรอนหลุดออก มีพลังงานจลน์สูงสุด 1.58 ev)

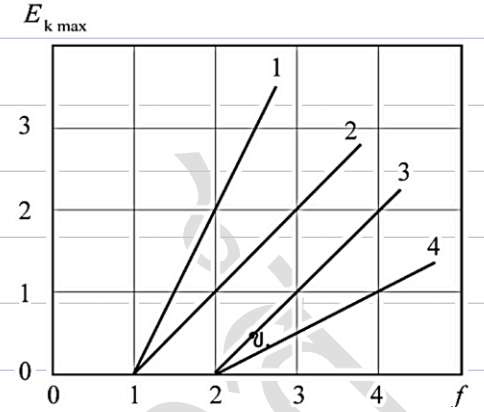
22. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก โดยการฉายแสงความถี่ f ไปตกกระทบยังผิวโลหะชนิดหนึ่ง กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้ง V_S กับความถี่แสง f เป็นดังรูป (ไม่มีอิเล็กตรอนหลุดออกมา)



เมื่อโฟตอนพลังงาน 3.6×10^{-19} จูล ตกกระทบแผ่นโลหะ จะมีอิเล็กตรอนหลุดออกมาหรือไม่อย่างไร

23. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกโดยให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความเข้มคงตัว I_0 และมีความถี่ต่าง ๆ ตกกระทบโลหะหนึ่ง พบว่าพลังงานจลน์สูงสุด $E_{K,max}$ ของโฟโตอิเล็กตรอนและความถี่ f ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบ มีความสัมพันธ์ดังรูป ก. จงใช้กราฟรูป ข. (สเกลเดียวกัน) จงตอบคำถามดังต่อไปนี้





ก) ถ้าความเข้มเพิ่มเป็น $2I_0$ ความสัมพันธ์ระหว่าง $E_{K,max}$ และ f จะเป็นไปตามเส้นใด (2)

ข) ถ้าความเข้มเป็น I_0 เท่าเดิม แต่เคลือบผิวโลหะเดิมด้วยโลหะใหม่ที่มีฟังก์ชันงานเป็น 2 เท่าของโลหะเดิม ความสัมพันธ์ $E_{k,max}$ และ f จะเป็นเส้นใด (3)

24. ในการศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ผู้ทดลองได้ทำการบันทึกความถี่ f และศักย์หยุดยั้ง V_S ได้ดังตารางด้านล่างนี้

f ($\times 10^{14}$ Hz)	12.0	9.5	8.2	5.5
V_S (V)	3.00	2.10	1.60	0.50

ก) จงเขียนกราฟระหว่าง f และ V_S โดยให้ f อยู่บนแกนนอนและ V_S อยู่บนแกนตั้ง

ข) จากกราฟในข้อ ก) ความถี่ขีดเริ่ม ค่าคงตัวพลังค์และฟังก์ชันงานจะมีค่าเป็นเท่าใด

(4.0×10^{14} Hz, 6.0×10^{-34} J·S, 2.4×10^{-19} J)

25. จงเปรียบเทียบอัตราส่วนความยาวคลื่นเดอบรอยด์ของอิเล็กตรอนและนิวเคลียสไฮโดรเจนที่ถูกเร่งด้วยความต่างศักย์ไฟฟ้า 300 โวลต์เท่ากัน กำหนดให้มวลของนิวเคลียสไฮโดรเจนมีค่าเท่ากับ 1.67×10^{-27} กิโลกรัม

(42.8)