ฟิสิกส์อะตอม

ฟิสิกส์อะตอม

A. สมมติฐานของพลังค์และทฤษฎีอะตอมของโบร์

- วัตถุร้อน → นอกจากจะมีการแผ่รังสีแล้วยังมีการดูดกลืนรังสีจากสิ่งแวดล้อมด้วย โดยอัตราการรังสีที่แผ่ออกมาจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและชนิดของพื้นผิววัตถุต่างชนิดกันจะมีความสามารถในการแผ่และดูดกลืนรังสีต่างกัน วัตถุที่เป็นตัวแผ่และดูดกลืนรังสีได้อย่างสมบูรณ์และดีที่สุดเรียกว่า วัตถุดำ (Black Body) วัตถุดำจะดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกความถี่ที่ตกกระทบโดยไม่สะท้อนออกมา

ฟิสิกส์อะตอม

A. สมมติฐานของพลังค์และทฤษฎีอะตอมของโบร์

- วัตถุดำ → คือ วัตถุในอุดมคติที่มีการดูดกลืนและแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์

- การแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุดำ → สเปกตรัมของการแผ่รังสีที่ออกมาจากวัตถุดำเป็นสเปกตรัมแบบต่อเนื่อง

ฟิสิกส์อะตอม

A. สมมติฐานของพลังค์และทฤษฎีอะตอมของโบร์

- **สมมติฐานของพลังค์**

พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมา
มีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น
ค่านี้จะเป็นจำนวนเต็มเท่าของควอนตัมของพลังงาน
ตามสมการ $E = nhf$

ฟิสิกส์อะตอม

A. สมมติฐานของพลังค์และทฤษฎีอะตอมของโบร์

- **ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์**

อิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียสของไฮโดรเจนจะอยู่ในวงโคจรเฉพาะที่มีรัศมีบางค่า โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อมีโมเมนตัมเชิงมุมตามสมการ $mvr = n\frac{h}{2\pi}$

และมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อเปลี่ยนวงโคจรจากชั้นนอกสู่ชั้นใน ตามสมการ $hf = E_i - E_f$

ฟิสิกส์อะตอม

A. สมมติฐานของพลังค์และทฤษฎีอะตอมของโบร์

- ระดับพลังงานของอะตอมไฮโดรเจนเป็นไปตามสมการ

$$E_n = -\frac{1}{2}\frac{mk^2e^4}{\hbar^2}\left[\frac{1}{n^2}\right]$$

- ความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมแบบเส้นตามทฤษฎีอะตอมของโบร์คำนวณได้จากสมการ

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

ฟิสิกส์อะตอม

B. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

- **ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก**

  เป็นปรากฏการณ์ที่มีอิเล็กตรอนหลุดออกมาจากผิวโลหะ เมื่อฉายแสงที่มีความถี่มากกว่าหรือเท่ากับความถี่ขีดเริ่ม f_0 ของโลหะชนิดนั้น

- **พลังงานโฟตอน ฟังก์ชันงานของโลหะ และพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน** มีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$hf = W + E_{k_{max}}$$

โดย $W = hf_0$

ฟิสิกส์อะตอม

B. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

- ความต่างศักย์ที่น้อยที่สุดที่ทำให้ไม่มีกระแสโฟโตอิเล็กตรอนเกิดขึ้น

เรียกว่า ศักย์หยุดยั้ง และพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่มีค่าเท่ากับ

พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน ตามสมการ

$$E_{k_{max}} = eV_s$$

ฟิสิกส์อะตอม

C. ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

- อนุภาคสามารถประพฤติตัวเป็นคลื่นได้
  และคลื่นสามารถประพฤติตัวเป็นอนุภาคได้

โดย อนุภาคที่มีโมเมนตัม p จะมีความยาวคลื่นเดอบรอยล์ตาม

สมการ $\lambda = \frac{h}{p}$

ส่วนคลื่นที่มีความถี่ (หรือความยาวคลื่น λ) จะมีพลังงานควอนตัม

$E = hf$ สมบัติดังกล่าวนี้ เรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

Exercise

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

1. แสงความยาวคลื่น 550 nm ตกกระทบพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร ในแนวตั้งฉาก ถ้าแสงมีความเข้มแสง 12 วัตต์ต่อตารางเมตร จงหาจำนวนโฟตอนที่ตกกระทบพื้นที่นี้ในเวลา 1 วินาที

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

2. จากทฤษฎีอะตอมของโบว์ มีสมมติฐานว่าค่าโมเมนตัมเชิงมุมของอิเล็กตรอนมีได้บางค่าเท่านั้น ข้อใดต่อไปนี้ที่ไม่สามารถเป็นค่าโมเมนตัมเชิงมุมของอิเล็กตรอนในสถานะใด ๆ ของอะตอมไฮโดรเจนได้

1. 3.15×10^{-34} J.s
2. 4.20×10^{-34} J.s
3. 6.80×10^{-34} J.s
4. 7.35×10^{-34} J.s

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

2. จากทฤษฎีอะตอมของโบว์ มีสมมติฐานว่าค่าโมเมนตัมเชิงมุมของอิเล็กตรอนมีได้บางค่าเท่านั้น ข้อใดต่อไปนี้ที่ไม่สามารถเป็นค่าโมเมนตัมเชิงมุมของอิเล็กตรอนในสถานะใด ๆ ของอะตอมไฮโดรเจนได้

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

2. จากทฤษฎีอะตอมของโบว์ มีสมมติฐานว่าค่าโมเมนตัมเชิงมุมของอิเล็กตรอนมีได้บางค่าเท่านั้น ข้อใดต่อไปนี้ที่ไม่สามารถเป็นค่าโมเมนตัมเชิงมุมของอิเล็กตรอนในสถานะใด ๆ ของอะตอมไฮโดรเจนได้

1. 3.15×10^{-34} J.s
2. 4.20×10^{-34} J.s
3. 6.80×10^{-34} J.s
4. 7.35×10^{-34} J.s

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

3. อะตอมไฮโดรเจนตามแบบจำลองอะตอมของโบร์ มีการเปลี่ยนระดับพลังงานจากชั้น n = 3 ไปยังชั้น n = 1 พลังงานศักย์ไฟฟ้า (ไม่ใช่พลังงานทั้งหมด) ของอะตอมนี้เปลี่ยนไปเท่าใด

1. เพิ่มขึ้น 12.1 eV
2. เพิ่มขึ้น 24.2 eV
3. ลดลง 1.5 eV
4. ลดลง 12.1 eV
5. ลดลง 24.2 eV

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

3. อะตอมไฮโดรเจนตามแบบจำลองอะตอมของโบร์ มีการเปลี่ยนระดับพลังงานจากชั้น n = 3 ไปยังชั้น n = 1 พลังงานศักย์ไฟฟ้า (ไม่ใช่พลังงานทั้งหมด) ของอะตอมนี้เปลี่ยนไปเท่าใด

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

3. อะตอมไฮโดรเจนตามแบบจำลองอะตอมของโบร์ มีการเปลี่ยนระดับพลังงานจากชั้น n = 3 ไปยังชั้น n = 1 พลังงานศักย์ไฟฟ้า (ไม่ใช่พลังงานทั้งหมด) ของอะตอมนี้เปลี่ยนไปเท่าใด

1. เพิ่มขึ้น 12.1 eV
2. เพิ่มขึ้น 24.2 eV
3. ลดลง 1.5 eV
4. ลดลง 12.1 eV
5. ลดลง 24.2 eV

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

4. ระดับพลังงานของอะตอมไฮโดรเจนตามแบบจำลองของโบร์นั้นมีค่าเป็น $E_n = -\frac{C}{n^2}$ ซึ่ง n สามารถมีค่าเป็น 1, 2, 3, ... และ C เป็นค่าคงที่บวก ถ้าต้องการไอออนไนซ์อะตอมของไฮโดรเจนสถานะพื้น จะต้องเติมพลังงานให้เท่าใด

1. $\frac{15}{16}C$
2. $\frac{8}{9}C$
3. C
4. $\frac{5}{36}C$

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

4. ระดับพลังงานของอะตอมไฮโดรเจนตามแบบจำลองของโบร์นั้นมีค่าเป็น $E_n = -\frac{C}{n^2}$ ซึ่ง n สามารถมีค่าเป็น 1, 2, 3, ... และ C เป็นค่าคงที่บวก ถ้าต้องการไอออนไนซ์อะตอมของไฮโดรเจนสถานะพื้น จะต้องเติมพลังงานให้เท่าใด

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

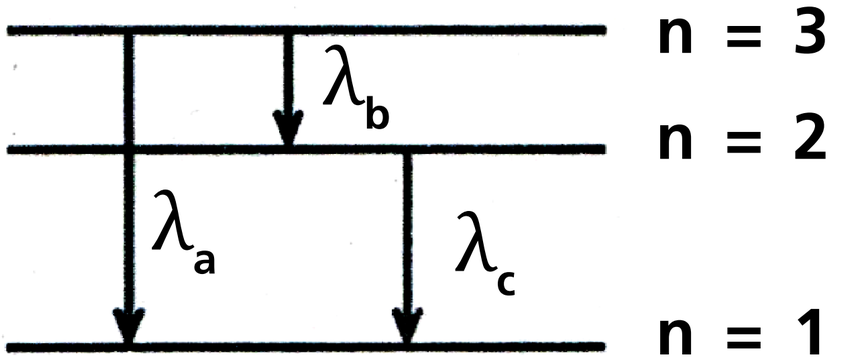
4. ระดับพลังงานของอะตอมไฮโดรเจนตามแบบจำลองของโบร์นั้นมีค่าเป็น $E_n = -\frac{C}{n^2}$ ซึ่ง n สามารถมีค่าเป็น 1, 2, 3, ... และ C เป็นค่าคงที่บวก ถ้าต้องการไอออนไนซ์อะตอมของไฮโดรเจนสถานะพื้น จะต้องเติมพลังงานให้เท่าใด

1. $\frac{15}{16}C$
2. $\frac{8}{9}C$
3. C
4. $\frac{5}{36}C$

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

5. ถ้าการเปลี่ยนระดับพลังงานของอะตอมชนิดหนึ่ง มีการแผ่โฟตอนที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ ดังรูป ข้อใดถูกต้อง



1. $\lambda_a = \lambda_b + \lambda_c$

2. $\lambda_a = \dfrac{\lambda_b \lambda_c}{\lambda_b + \lambda_c}$

3. $\lambda_a = \lambda_b \lambda_c$

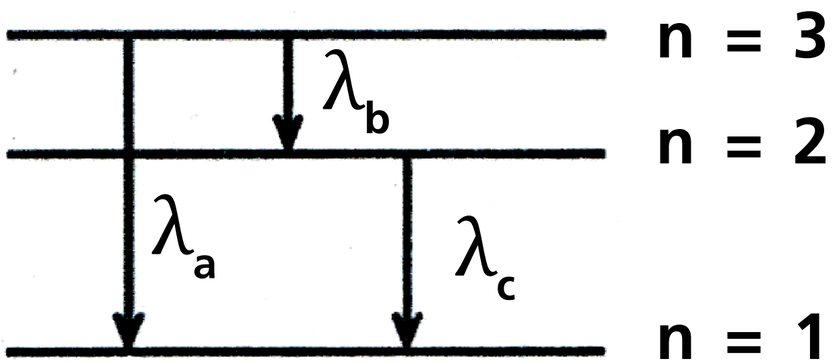
4. $\lambda_a^2 = \lambda_b^2 + \lambda_c^2$

5. $\lambda_a^2 = \lambda_b^2 - \lambda_b \lambda_c + \lambda_c^2$

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

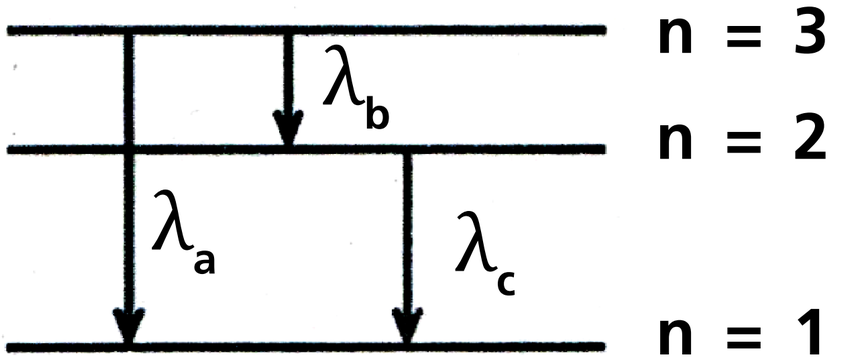
5. (ต่อ)



ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

5. ถ้าการเปลี่ยนระดับพลังงานของอะตอมชนิดหนึ่ง มีการแผ่โฟตอนที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ ดังรูป ข้อใดถูกต้อง



1. $\lambda_a = \lambda_b + \lambda_c$

2. $\lambda_a = \dfrac{\lambda_b \lambda_c}{\lambda_b + \lambda_c}$

3. $\lambda_a = \lambda_b \lambda_c$

4. $\lambda_a^2 = \lambda_b^2 + \lambda_c^2$

5. $\lambda_a^2 = \lambda_b^2 - \lambda_b \lambda_c + \lambda_c^2$

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

6. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น (ในหน่วยนาโนเมตร) ข้อใดต่อไปนี้ที่ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์ต่ำที่สุด เมื่อฉายไปยังโลหะชนิดหนึ่งที่มีค่าฟังก์ชันงาน 4.8 อิเล็กตรอนโวลต์

1. 210
2. 240
3. 270
4. 300

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

6. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น (ในหน่วยนาโนเมตร) ข้อใดต่อไปนี้ที่ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์ต่ำที่สุด เมื่อฉายไปยังโลหะชนิดหนึ่งที่มีค่าฟังก์ชันงาน 4.8 อิเล็กตรอนโวลต์

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

6. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น (ในหน่วยนาโนเมตร) ข้อใดต่อไปนี้ที่ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์ต่ำที่สุด เมื่อฉายไปยังโลหะชนิดหนึ่งที่มีค่าฟังก์ชันงาน 4.8 อิเล็กตรอนโวลต์

1. 210
2. 240
3. 270
4. 300

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

7. กำหนดให้ฟังก์ชันงานของแทนทาลัมและทองคำมีค่า 4.2 eV และ 4.8 eV ตามลำดับ อยากทราบว่าต้องทำการฉายแสงที่มีความยาวคลื่น 270 nm ลงบนวัตถุใด จึงจะเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก
   1. ไม่เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก
   2. แทนทาลัม
   3. ทองคำ
   4. แทนทาลัมและทองคำ

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

7. กำหนดให้ฟังก์ชันงานของแทนทาลัมและทองคำมีค่า 4.2 eV และ 4.8 eV ตามลำดับ อยากทราบว่าต้องทำการฉายแสงที่มีความยาวคลื่น 270 nm ลงบนวัตถุใด จึงจะเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

7. กำหนดให้ฟังก์ชันงานของแทนทาลัมและทองคำมีค่า 4.2 eV และ 4.8 eV ตามลำดับ อยากทราบว่าต้องทำการฉายแสงที่มีความยาวคลื่น 270 nm ลงบนวัตถุใด จึงจะเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก
   1. ไม่เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก
   2. แทนทาลัม
   3. ทองคำ
   4. แทนทาลัมและทองคำ

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

8. สำหรับพิวโลหะหนึ่งพบว่า ความยาวคลื่นขีดเริ่มของแสงสำหรับพิวโลหะนี้มีค่าเท่ากับ 3.1×10^{-7} m ถ้าแสงมีความยาวคลื่น 2.0×10^{-7} m มาตกกระทบ ความต่างศักย์ไฟฟ้าหยุดยั้งมีค่าเท่าใด

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

9. เมื่อให้แสงที่มีความยาวคลื่น 450 nm ตกกระทบผิวโลหะชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าต้องใช้ความต่างศักย์หยุดยั้ง 1.5 v ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะได้พอดีต้องใช้ความยาวคลื่นเท่าใด

   1. 330 nm
   2. 660 nm
   3. 990 nm
   4. 1220 nm

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

9. เมื่อให้แสงที่มีความยาวคลื่น 450 nm ตกกระทบผิวโลหะชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าต้องใช้ความต่างศักย์หยุดยั้ง 1.5 v ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะได้พอดีต้องใช้ความยาวคลื่นเท่าใด

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

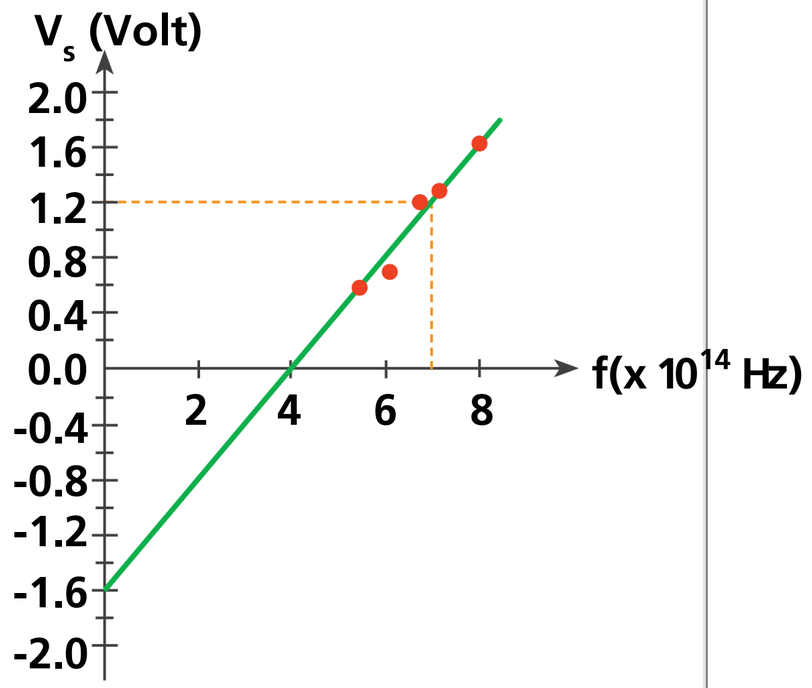
9. เมื่อให้แสงที่มีความยาวคลื่น 450 nm ตกกระทบผิวโลหะชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าต้องใช้ความต่างศักย์หยุดยั้ง 1.5 v ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะได้พอดีต้องใช้ความยาวคลื่นเท่าใด

   1. 330 nm
   2. 660 nm
   3. 990 nm
   4. 1220 nm

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

10. ในการศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้งของโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจากผิวโลหะชนิดหนึ่งและความถี่ (f) ของคลื่นแม่เหล็กที่ตกกระทบผิวโลหะ เป็นดังรูปกราฟ ฟังก์ชันงานของโลหะมีค่ากี่จูล (กำหนดให้ประจุอิเล็กตรอนเท่ากับ -1.6×10^{-19} C)

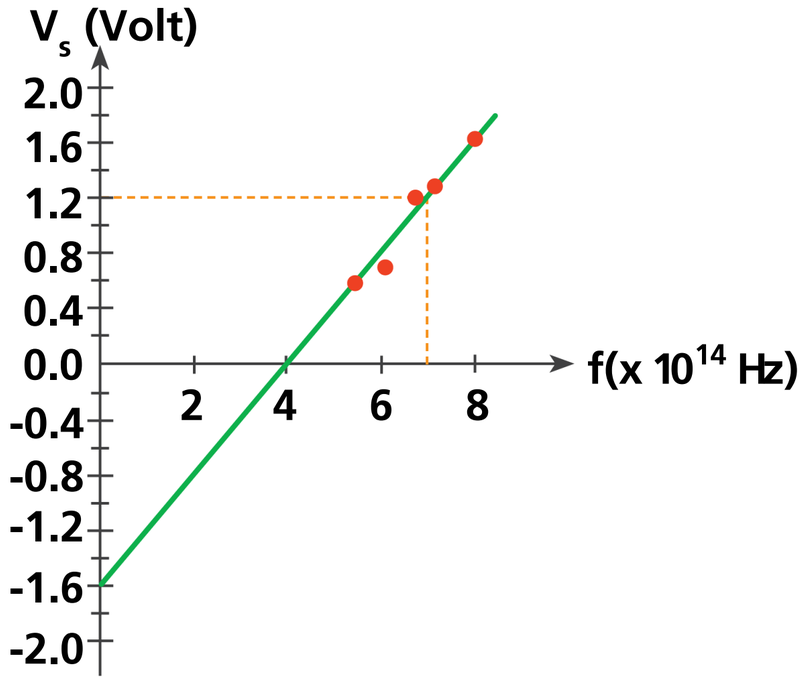


1. 1.00×10^{-19}
2. 1.60×10^{-19}
3. 1.92×10^{-19}
4. 2.56×10^{-19}

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

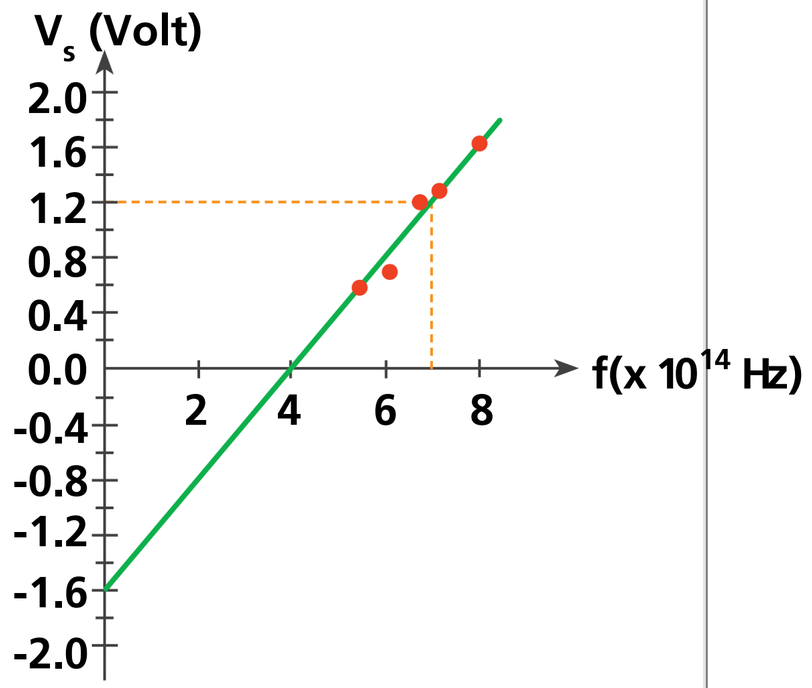
10. (ต่อ)



ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

10. ในการศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้งของโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจากผิวโลหะชนิดหนึ่งและความถี่ (f) ของคลื่นแม่เหล็กที่ตกกระทบผิวโลหะ เป็นดังรูปกราฟ ฟังก์ชันงานของโลหะมีค่ากี่จูล (กำหนดให้ประจุอิเล็กตรอนเท่ากับ -1.6×10^{-19} C)



1. 1.00×10^{-19}
2. 1.60×10^{-19}
3. 1.92×10^{-19}
4. 2.56×10^{-19}

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

11. ถ้าระดับพลังงานชั้นที่ n ของอะตอมไฮโดรเจนในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์เขียนได้เป็น $E_n = \frac{-13.6}{n^2}$ ถ้าอิเล็กตรอนของอะตอมไฮโดรเจนเปลี่ยนสถานะจากชั้นที่ 2 ลงมาชั้นที่ 1 จะปลดปล่อยโฟตอนที่มีโมเมนตัมเท่าใด

    1. 3.4×10^{-8} kg.m/s
    2. 4.89×10^{-10} kg.m/s
    3. 1.63×10^{-18} kg.m/s
    4. 5.44×10^{-27} kg.m/s

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

11. (ต่อ)

ฟิสิกส์อะตอม

Exercise

11. ถ้าระดับพลังงานชั้นที่ n ของอะตอมไฮโดรเจนในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์เขียนได้เป็น $E_n = \frac{-13.6}{n^2}$ ถ้าอิเล็กตรอนของอะตอมไฮโดรเจนเปลี่ยนสถานะจากชั้นที่ 2 ลงมาชั้นที่ 1 จะปลดปล่อยโฟตอนที่มีโมเมนตัมเท่าใด

    1. 3.4×10^{-8} kg.m/s
    2. 4.89×10^{-10} kg.m/s
    3. 1.63×10^{-18} kg.m/s
    4. 5.44×10^{-27} kg.m/s