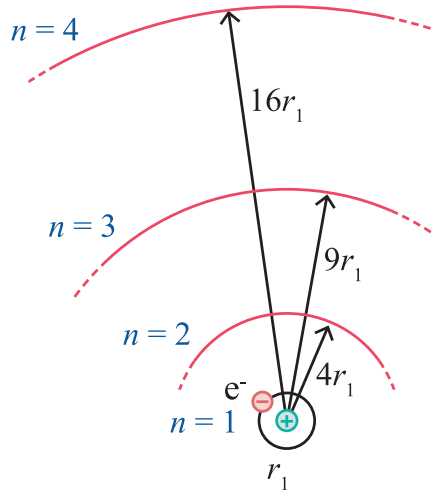
Bohr Model

วงโคจรและระดับชั้นพลังงาน

e.g. Hydrogen Atom

$^{1}_{1}H$: p + n = 1, p^{+} = 1, e^{-} = 1

Energy - Level Diagram



$n = \infty$ —— 0 eV อิสระ

$n = 4$ —— -0.8 eV

$n = 3$ —— -1.5 eV สถานะกระตุ้นที่ 2

$n = 2$ —— -3.4 eV สถานะกระตุ้นที่ 1 (1^{st} excited state)

$n = 1$ —— -13.6 eV สถานะพื้น (ground state)

Summary

สำหรับวงโคจรชั้น n ใดๆ (ของอะตอม Hydrogen)

$r_n = n^2 r_1 ; r_1 = 0.53\text{Å}$ $(1\text{Å} = 10^{-10}\text{m})$

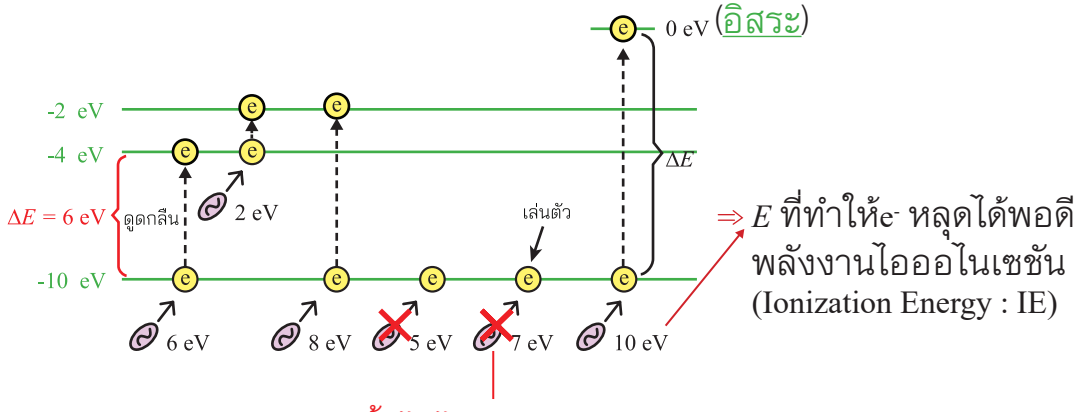
$v_n = \frac{1}{n} v_1 ; v_1 = 2.19 \times 10^{6}\text{m/s}$

$E_n = \frac{1}{n^2} E_1 ; E_1 = -13.6\text{eV}$

สเปกตรัมดูดกลืนและปลดปล่อย

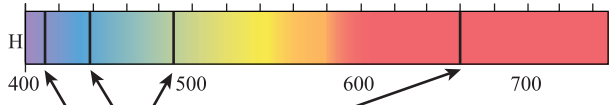
อิเล็กตรอนสามารถดูดกลืนพลังงานจากโฟตอนได้แค่บางค่าเท่านั้น

(ตัวเลขค่าพลังงานของระดับชั้นต่างๆ ในรูปเป็นตัวเลขสมมติเพื่อความง่ายในการคำนวณ)



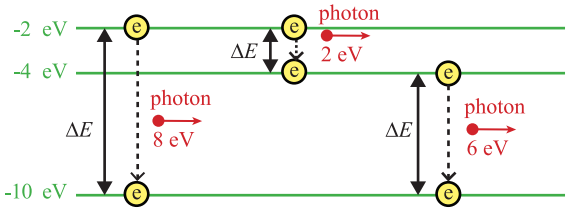
⇒ E ที่ทำให้ e^- หลุดได้พอดี พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy : IE)

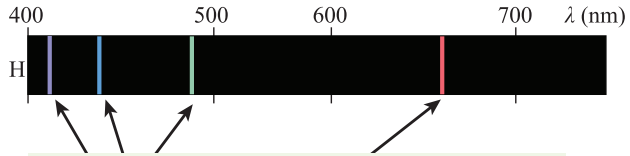
ถ้า e^- รับแล้วขึ้นไปไม่พอดีระดับพลังงาน e^- จะปฏิเสธ photon แต่แรก



photon $E = \frac{hc}{\lambda}$ เหล่านี้ถูกดูดกลืนโดย e^- ก็ต่อเมื่อ $E = \Delta E$ ระดับชั้นพลังงานพอดีเท่านั้น

อิเล็กตรอนสามารถปลดปล่อยพลังงานในรูปโฟตอนได้แค่บางค่าเท่านั้น





photon $E = \frac{hc}{\lambda}$ เหล่านี้ถูกปลดปล่อย

โดย $\frac{hc}{\lambda} = \Delta E$ ระดับชั้นพลังงานพอดี

3 Steps ทำโจทย์

1. เขียนระดับชั้น E — $n = 3$, $n = 2$, $n = 1$
2. $E_n = \frac{-13.6\ \text{eV}}{n^2}$ (สำหรับอะตอมไฮโดรเจน)
3. $E_{\text{photon}}^{\text{ดูด/คาย}} = \Delta E$ ที่โจทย์สนใจ $\left(\text{ระลึก } E_{\text{photon}} = \frac{1{,}240\ \text{eV} \cdot \text{nm}}{\lambda_{\text{nm}}}\right)$

9. (PAT2 มี.ค. 63) ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกโดยฉายแสงที่มีความถี่มากกว่าความถี่ขีดเริ่ม ต่อมาเพิ่มความถี่ของแสงเป็น 2 เท่า ของความถี่ที่ใช้ตอนแรก แต่ใช้แสงที่มีความเข้มเท่าเดิม ข้อใดถูกเกี่ยวกับจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากผิวโลหะต่อหน่วยเวลา

1. เพิ่มเป็น 2 เท่า
2. ลดเหลือครึ่งหนึ่ง
3. เท่าเดิม
4. เพิ่มเป็น 4 เท่า
5. ลดเหลือ $\frac{1}{4}$ เท่า

10. (A–Level 67) จากแบบจำลองอะตอมของโบร์ เมื่ออิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจน อยู่ในสถานะกระตุ้นแรกมีรัศมีโคจรเป็น a อิเล็กตรอนในสถานะกระตุ้นที่สองจะมีรัศมีโคจรเป็นกี่เท่าของ a

1. 2.0
2. 2.20
3. 2.25
4. 4.0
5. 4.5

11. ถ้ารัศมีของไฮโดรเจนอะตอมเมื่อสภาวะปกติ คือ R อะตอมไฮโดรเจนนี้สามารถมีรัศมีเป็นค่าต่อไปนี้ได้ ยกเว้นข้อใด

1. $4R$
2. $8R$
3. $9R$
4. $16R$

12. อะตอมของไฮโดรเจนตามแบบจำลองของโบร์ อิเล็กตรอนจะโคจรรอบนิวเคลียสที่มีประจุบวกด้วยรัศมี 5×10^{-11} เมตร จงคำนวณหาความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางว่ามีค่าเท่ากับเท่าใด (แนวคิด ; ใช้สมการแรงเข้าสู่ศูนย์กลางวงกลมช่วยคิด)

13. (PAT2 มี.ค. 61) ตามแบบจำลองอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ แรงไฟฟ้าระหว่างโปรตอนกับอิเล็กตรอนทำให้อิเล็กตรอนมวล m_e ประจุ e โคจรรอบโปรตอนเป็นวงกลมที่มีรัศมี a_0 อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าใด (กำหนดให้ K คือค่าคงที่คูลอมบ์)

1. $\sqrt{\frac{Ke^2}{m_e}}$
2. $\sqrt{\frac{Ke^2}{m_e a_0}}$
3. $\sqrt{\frac{Ke^2}{m_e a_0^2}}$
4. $\sqrt{\frac{2Ke^2}{m_e a_0}}$
5. $\sqrt{\frac{2Ke^2}{m_e a_0^2}}$

14. (9 สามัญ ปี 61) อะตอมของไฮโดรเจนจะปล่อยโฟตอนพลังงานกี่อิเล็กตรอนโวลต์ออกมา ในการลงจากสภาวะกระตุ้นอันดับที่สองสู่สภาวะกระตุ้นอันดับที่หนึ่ง (สภาวะพื้นของอะตอมไฮโดรเจนมีพลังงาน -13.6 อิเล็กตรอนโวลต์)

1. 0.85
2. 1.51
3. 1.89
4. 2.36
5. 3.40

15. (สามัญ 59) ถ้าต้องการไอออไนซ์อะตอมไฮโดรเจน ที่อยู่ในสภาวะกระตุ้นอันดับที่ 1 จะต้องใช้พลังงานกี่อิเล็กตรอนโวลต์ (ระดับพลังงานอะตอมไฮโดรเจน = $\frac{-13.6}{n^2}$ eV)

1. 1.5
2. 3.4
3. 6.8
4. 10.2
5. 13.6

16. (สามัญ 64) ตามทฤษฎีอะตอมของโบร์ ถ้าอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนเปลี่ยนระดับพลังงาน
จากระดับพลังงานสูงไปยังระดับพลังงานต่ำกว่าที่มีพลังงานเท่ากับ -3.40 อิเล็กตรอนโวลต์
โดยอิเล็กตรอนปลดปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีควอนตัมของพลังงานเท่ากับ 1.89 อิเล็กตรอนโวลต์
อิเล็กตรอนดังกล่าวมีการเปลี่ยนระดับพลังงานจากระดับใดไปยังระดับใด

1. จาก $n = 4$ ไปยัง $n = 3$
2. จาก $n = 4$ ไปยัง $n = 2$
3. จาก $n = 3$ ไปยัง $n = 2$
4. จาก $n = 3$ ไปยัง $n = 1$
5. จาก $n = 2$ ไปยัง $n = 1$

17. ตามทฤษฎีอะตอมของโบร์ ระดับพลังงานของอะตอมไฮโดรเจนต่ำสุดเท่ากับ -13.6 อิเล็กตรอนโวลต์
ถ้าอะตอมไฮโดรเจนถูกกระตุ้นไปอยู่ที่ระดับพลังงานสูงขึ้นและกลับสู่สถานะพื้นที่มีพลังงานต่ำสุด
โดยการปล่อยโฟตอนออกมาด้วยพลังงาน 10.20 อิเล็กตรอนโวลต์
แสดงว่าอะตอมไฮโดรเจนถูกกระตุ้นไปที่ระดับพลังงานที่ n เท่ากับเท่าใด

1. 2
2. 4
3. 8
4. 16

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

1. $\frac{1}{4}$ เท่า
2. $\frac{1}{2}$ เท่า
3. 2 เท่า
4. 4 เท่า

19. (PAT2 มี.ค. 58) เส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน มีความยาวคลื่นสูงสุดที่ 1,875 nm จะมีพลังงานต่ำสุดที่ n เท่ากับเท่าใด (ระดับพลังงานของไฮโดรเจนเท่ากับ $\frac{-13.6}{n^2}$ eV)

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