

แบบฝึกหัด

1. จงคำนวณพลังงานของโฟตอนที่มีความยาวคลื่น 400 nm (สีม่วง) และ 700 nm (สีแดง)
2. ความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์ที่พื้นผิวของโลกมีค่าประมาณ 1400 W/m^2 สมมุติว่า พลังงานเฉลี่ยของโฟตอนเท่ากับ 2 eV จงหาจำนวนโฟตอนที่ตกกระทบพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร ในหนึ่งวินาที
3. ความยาวคลื่นขีดเริ่มเปลี่ยนของโปแตสเซียมมีค่าเท่ากับ 564 นาโนเมตร จงหา
 - ก) เวิร์กฟังก์ชันของโปแตสเซียม
 - ข) ศักย์หยุดเมื่อแสงความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร ตกกระทบพื้นผิวโปแตสเซียม
4. ฉายแสงอัลตราไวโอเล็ตความยาวคลื่น 2500 อังสตรอม ลงบนพื้นผิวโปแตสเซียม ถ้าเวิร์กฟังก์ชันของโปแตสเซียมเท่ากับ 2.21 อิเล็กตรอนโวลต์ จงหาพลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอนที่หลุดออกมา
5. จากข้อ 4) ถ้ารังสีอัลตราไวโอเล็ตมีความเข้ม 2 วัตต์/เมตร² จงคำนวณอัตราที่อิเล็กตรอนหลุดจากพื้นผิว ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่
6. ถ้าความยาวคลื่นของแสงที่ใช้ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเอฟเฟ็ค เปลี่ยนจาก 3000 อังสตรอม เป็น 3010 อังสตรอม จงหาการเปลี่ยนแปลงของศักย์หยุด
7. เมื่อฉายแสงอัลตราไวโอเล็ตความถี่ 1.3×10^{15} วินาที⁻¹ ลงบนผิวโลหะ ทำให้โฟโตอิเล็กตรอนถูกขับออกมาจากพื้นผิวโลหะ ถ้าโฟโตอิเล็กตรอนมีพลังงานมากที่สุด 1.8 โวลต์โฟโตอิเล็กตรอนโวลต์ จงคำนวณหาเวิร์กฟังก์ชันเป็นเอิร์ก และอิเล็กตรอนโวลต์ และจงหาความถี่ขีดเริ่มเปลี่ยนของโลหะชนิดนี้
8. จากการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเอฟเฟ็ค เมื่อใช้แสงสีน้ำเงินความยาวคลื่น 4.1×10^{-7} เมตร ส่องลงบนพื้นผิวของผิวโลหะ อิเล็กตรอนที่หลุดออกมามีพลังงานจลน์ 3.2×10^{-19} จูล

- ก) จงหาเวริ์กฟังก์ชันของอิเล็กตรอนในโลหะนี้
- ข) จงหาความยาวคลื่นที่มากที่สุดของแสงที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาจากพื้นผิวได้
9. ค่าเวริ์กฟังก์ชันของโลหะชนิดต่าง ๆ แสดงในตารางข้างล่างนี้ จงคำนวณความยาวคลื่นขีดเริ่มเปลี่ยนของโลหะแต่ละชนิด และจงหาว่าโลหะชนิดใดจะไม่ให้โฟโตอิเล็กตรอน เมื่อฉายด้วย แสงที่มองเห็นได้
10. เมื่อฉายแสงอัลตราไวโอเล็ตความยาวคลื่น 1000 \AA ลงบนพื้นผิวเงิน จะต้องใช้ความต่างศักย์ 7.7 โวลต์ จึงจะสามารถยับยั้งโฟโตอิเล็กตรอนได้จงหาเวริ์กฟังก์ชันของเงิน
11. จงคำนวณการเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่น ของโฟตรอนพลังงาน 20 KeV ซึ่งสะท้อนไปเป็นมุม 60° เมื่อเกิดปรากฏการณ์คอมป์ตัน
12. ฉายรังสีเอ็กซ์ความยาวคลื่น 0.2 nm ลงบนแท่งคาร์บอน จงหาความยาวคลื่นของรังสีเอ็กซ์ที่สะท้อนไปเป็นมุม 45°
13. ก) ทำไมในการทดลองปรากฏการณ์คอมป์ตันจึงใช้รังสีเอ็กซ์ แทนที่จะใช้แสงที่ตามองเห็นได้ ในการตอบคำถามข้อนี้ นักศึกษาจะต้องคำนวณความยาวคลื่นที่เปลี่ยนไป เมื่อโฟตอนสะท้อน เป็น 90° จากกราฟที่ ในกรณีต่างๆต่อไปนี้
- (1) รังสีเอ็กซ์พลังงานสูงจากโคบอลต์ $\lambda = 0.0106 \text{ \AA}$
 - (2) รังสีเกิดจากโมลิบดีนัม $\lambda = 0.712 \text{ \AA}$ และ
 - (3) แสงสีเขียวจากหลอดเมอคิวรี $\lambda = 5461 \text{ \AA}$ (λ/λ_0 สำหรับโคบอลต์ $2 = 29$, โมลิบดีนัม $= 0.0341$, แสงสีเขียว $= 4.45 \times 10^{-6} \text{ \AA}$)
- ข) อิเล็กตรอนของคาร์บอนถูกดึงด้วยพลังงาน 4 eV พลังงานค่านี้จะสามารถไม่นำมาคิดได้หรือไม่ถ้ารังสีเอ็กซ์ที่ใช้มีความยาวคลื่น 0.712 \AA
- 14) จงหาว่า จะต้องแก้ค่าความยาวคลื่นของโฟตอนที่ถูกส่งออกมาเท่าไร ถ้าคิดพลังงานจลน์ นิวเคลียสได้รับด้วย

15. จงหาความยาวคลื่นของเส้นสเปกตรัมทั้งหมดจากอะตอมไฮโดรเจน ที่มองเห็นได้
16. จงหาความยาวคลื่นของโฟตอนที่ส่งออกมาเมื่ออะตอมไฮโดรเจนเกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากระดับ $n = 5$ ไปยังระดับ $n = 2$
17. ในการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนไปยังระดับที่มีพลังงาน 10.19 eV อะตอมไฮโดรเจนให้โฟตอนความยาวคลื่น 4890 \AA ออกมา จงหาระดับพลังงานเริ่มต้นของอิเล็กตรอน
18. คัมเบลล์ มีโมเมนต์ของความเฉื่อย I หมุนรอบศูนย์กลางวงบนระนาบ ดังรูป จงใช้หลักการควอนไทซ์ของวิลสันและชอมเมอร์เฟลด์ คำนวณหาระดับพลังงานของคัมเบลล์ นี้
19. อนุภาคมวล m เคลื่อนที่ภายใต้แรง $F = -kx$ เมื่อ k เป็นค่าคงที่ของแรง และ x เป็นการกระจัดจากจุดสมดุล จงหาระดับพลังงานที่เป็นไปได้ของฮาร์มอนิกออสซิลเลเตอร์ อย่างนี้
20. จงหาความยาวคลื่นเดอบรอย ของอนุภาคมวล 0.01 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตร / วินาที
21. จงหาศักย์ที่ทำให้อิเล็กตรอนมีความยาวคลื่น 1 \AA
22. จงคำนวณความยาวคลื่นของนิวตรอนพลังงาน 0.05 eV
23. จงแสดงว่า ความยาวคลื่นเดอบรอย ของอนุภาคมีค่าประมาณเท่ากับความยาวคลื่นของโฟตอนที่ มีพลังงานเท่ากัน ถ้าพลังงานของอนุภาคมีค่ามากกว่าพลังงานนิ่งมาก
24. ที่พลังงานเท่าไร ซึ่งทำให้การคำนวณความยาวคลื่นของอิเล็กตรอนผิดพลาด 5% เมื่อไม่นำกฎความเร็วใกล้ความเร็วแสงมาช่วยในการคำนวณ
25. จงหาความเร็วเฟส ของนิวตรอนพลังงาน 25 eV

26. พิจารณากลุ่มคลื่นต่อไปนี้

$$\begin{aligned}\phi(k) &= 0, & k < -K \\ &= N, & -K < k < K \\ &= 0, & K < k\end{aligned}$$

- ก) จงหา $\psi(x)$
 ข) จงนอร์มอลไลซ์ $\psi(x)$ และ $\phi(k)$
 ค) จงพิสูจน์หลักความไม่แน่นอน

27. กำหนดให้

$$\phi(k) = \frac{N}{k^2 + a^2}$$

จงหา $\psi(x)$ และพิสูจน์หลักความไม่แน่นอน

28. กำหนดให้

$$\psi(x) = \left(\frac{\pi}{\alpha}\right)^{-1/4} e^{-\alpha x^2/2}$$

จงหา

- ก) $\langle x^n \rangle$
 ข) $\sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2} \equiv \Delta x$
 ค) $\phi(k)$
 ง) $\langle p^n \rangle$ โดยอาศัย $\phi(k)$
 จ) $\sqrt{\langle p^2 \rangle - \langle p \rangle^2} \equiv \Delta p$ โดยอาศัย $\phi(k)$

29. กำหนดฟังก์ชันคลื่น

$$\psi(x) = \frac{N}{x^2 + a^2}$$

- ก) จงนอร์มอลไลซ์ $\psi(x)$
 ข) จงหา $\langle x^n \rangle$
 ค) จงหา $\langle p^2 \rangle$ โดยอาศัย $\phi(k)$
 ง) อาศัยนิยาม $\Delta x = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$
 $\Delta p = \sqrt{\langle p^2 \rangle - \langle p \rangle^2}$

จงหา $\Delta x \Delta p$

30. จงหาอนุกรมฟูเรียร์ของฟังก์ชันต่อไปนี้ ภายในช่วง $-L < x < L$

ก) $f(x) = x$

ข) $f(x) = |x|$

ค) $f(x) = 1$

ง) $f(x) = e^{-a|x|}$

31. จงหาการแปลงฟูเรียร์ของฟังก์ชันต่อไปนี้

ก) $f(x) = x$, $|x| < 1$

$= 0$, $|x| \geq 1$

ข) $f(x) = |x|$, $|x| < 1$

$= 0$, $|x| \geq 1$

ค) $f(x) = 1 - |x|$, $|x| < 1$

$= 0$, $|x| \geq 1$

32. อนุภาคอยู่ในสถานะพื้น ภายใต้ศักย์สี่เหลี่ยมความสูง ∞ จงหาโอกาสในการพบอนุภาค

ก) ในช่วง $0 < x < \frac{1}{4}L$ และ

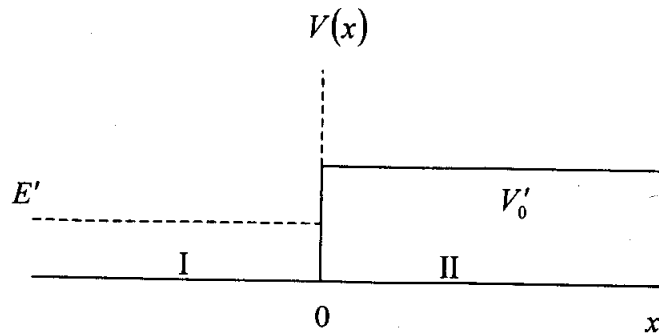
ข) ในช่วง $\Delta x = 0.01 L$ ที่ $x = \frac{1}{2}L$

33. จงหา ก) $\langle x \rangle$ และ $\langle x^2 \rangle$ ของอนุภาคในสถานะพื้น ภายใต้ศักย์สี่เหลี่ยมความสูง ∞

34. จงคำนวณค่าพลังงานพื้นฐานของอิเล็กตรอนภายใต้บ่อศักย์ ที่มีความกว้าง 0.200 nm และ
ความสูง 100 eV

35. จงคำนวณตำแหน่งเฉลี่ย $\langle x \rangle$ และ ความไม่แน่นอนของตำแหน่ง Δx ของอนุภาคภายในกล่อง ที่อยู่ในสถานะพื้น

36. พิจารณาอนุภาคมวล m และพลังงาน E เคลื่อนที่ผ่านศักย์ขั้น V_0



- ก) เมื่อ $E < V_0$ จงหา
- 1) โอกาสในการสะท้อนกลับ
 - 2) โอกาสในการพอบอนุภาคที่ $x > 0$
- ข) เมื่อ $E > V_0$ จงเขียนสมการ สำหรับ
- 1) โอกาสในการทะลุผ่าน T
 - 2) โอกาสในการสะท้อนกลับ R
 - 3) T + R

37. ถ้าฮาร์โมนิกออสซิลเลเตอร์ถูกรบกวน โดยสนามไฟฟ้า \mathcal{E}

$$H' = +e \mathcal{E} x$$

จงหาระดับพลังงาน โดยใช้ทฤษฎีการรบกวนลำดับที่สอง

38. จงแสดงว่า ครอสเซกชันรวมของการกระเจิงชนิดยืดหยุ่น มีค่าดังนี้

$$\sigma = \frac{4\pi}{k^2} \sum_{\ell=0}^{\infty} (2\ell + 1) \sin^2 \delta_{\ell}$$

39. พิจารณาการกระเจิงของอนุภาคพลังงานต่ำจากศักย์

$$V(r) = V_0 \quad , \quad r \leq a$$

$$= 0 \quad , \quad r > a$$

จงหาครอสเซกชันรวม และจงแสดงว่า $\sigma_0 = 4\pi a^2$ ในช่วงที่ $V_0 \rightarrow \infty$