ศัพท์ฟิสิกส์ยุคใหม่และกลศาสตร์ควอนตัม

โดย ผศ. สุพัฒน์ ราชณรงค์
ผศ. ธีรพันธุ์ ม่วงไทย

ศัพท์ฟิสิกส์ภาคฟิสิกส์ยุคใหม่
และ
กลศาสตร์ควอนตัม

A.

Absorption band (แถบการดูดกลืน)

– แถบที่สังเกตเห็นในสเปคตรัมของแสงที่เกิดจากการตื่นตัวของโมเลกุล (ของตัวกลางที่ดูดกลืนแสง) ไปยังสถานะตื่นตัว ทำให้พลังงานบางส่วนของแสงที่ออกมาหายไป

Amplitude (อำพน)

– ความกว้างหรือความสูงของปริมาณที่แกว่งกลับไปกลับมา

Amplitude modulation (โมดูเลชั่นของอำพน)

– การเปลี่ยนแปลงของอำพนที่เกิดจากการแทรกสอดของคลื่น

°Ang ström unit (หน่วยอังสตรอม)

– หน่วยของความยาวที่ใช้ในวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสเปคตรัม, การแทรกสอดของรังสีเอ็กซ์ เป็นต้น มีค่าเท่ากับ 10^{-10} เมตร

Angular momentum in atoms and nuclei (โมเมนตัมเชิงมุมในอะตอมและนิวเคลียส)

– การนำเอาโมเมนตัมเชิงมุมมาใช้อธิบาย 1. อนุภาคหรือระบบของอนุภาคที่หมุนรอบแกน (หรือที่ประพฤติตัวในลักษณะเช่นนี้) 2. อนุภาคหรือระบบของอนุภาคที่หมุนในวงโคจร ปริมาณทั้งสองมีลักษณะเป็นควอนไตซ์ เช่น โมเมนตัมเชิงมุมอินทรินสิก และโมเมนตัมเชิงมุมกรณีอนุภาคเคลื่อนที่เป็นวงรอบ ซึ่งมีหน่วย $\frac{h}{2\pi}$, h เป็นค่าคงตัวของแพลงค์

Angular momentum operator (ตัวดำเนินการโมเมนตัมเชิงมุม)

– เป็นตัวดำเนินการเวกเตอร์เชิงเส้น ซึ่งกระทำต่อฟังก์ชั่นที่ขึ้นกับตำแหน่งและที่ขึ้นกับพิกัดของสปิน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากแกนของพิกัดหมุนไปเล็กน้อย

Annihilation (แอนนิฮิเลชั่น)

– การหายไปของอนุภาคและปฏิอนุภาคของมัน เนื่องจากการชนกันของอนุภาคทั้งสอง พลังงานของอนุภาคทั้งสองเปลี่ยนรูปเป็นการแผ่รังสีหรืออนุภาคอื่น ๆ

Anti-particle (ปฏิอนุภาค)

– เป็นอนุภาคที่มีมวลเท่ากับอนุภาคพื้นฐานของมัน มีคุณสมบัติอื่น ๆ ปริมาณเท่ากันแต่บางอย่างมีเครื่องหมายตรงข้าม เช่น ประจุไฟฟ้าในกรณีของอิเลกตรอนและ

โปซิตรอน โมเมนต์แม่เหล็กในกรณีของนิวตรอนและปฏินิวตรอน

Atom (อะตอม)

– ส่วนย่อยของสสาร ประกอบด้วยหนึ่งนิวเคลียสและอิเลกตรอนหนึ่งตัวหรือมากกว่า เมื่ออยู่ในสถานะเป็นกลาง จำนวนอิเลกตรอนจะเท่ากับจำนวนโปรตอน

Atomic absorption spectroscopy

– การศึกษาสเปคตรัมการดูดกลืนของอะตอมที่ตื่นตัว

Atomic energy levels (ระดับพลังงานอะตอม)

– เซทของสถานะพลังงานที่เป็นช่วง ๆ ของอะตอมเดี่ยว

Atomic physics (ฟิสิกส์อะตอม)

– การศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอะตอมโดยส่วนรวม เช่น ระบบที่ประกอบด้วยนิวเคลียสและอิเลกตรอน แตกต่างจากนิวเคลียร์ฟิสิกส์ที่ศึกษาเฉพาะนิวเคลียสอย่างเดียว

Avogadro number (เลขอาโวกาโดร)

– จำนวนของโมเลกุล (หรืออิออน, อะตอม, อิเลกตรอน, ฯลฯ) ในหนึ่งโมลของสาร มีค่า 6.0225×10^{23} โมเลกุลต่อโมล

B.

Back-Goudsmit effect (ปรากฏการณ์แบค-กูดสมิท)

– ความล้มเหลวของการรวมกันระหว่างโมเมนตัมเชิงมุมอินทรินสิกของนิวเคลียสและโมเมนตัมเชิงมุมรวมของอิเลกตรอนในอะตอมภายใต้อิทธิพลของสนามแม่เหล็กน้อย ๆ ผลนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบโครงสร้างไฮเปอร์ไฟน์ ทั้งในการกระจายและองค์ประกอบของเส้น

Balmer series (อนุกรมบาลเมอร์)

– อนุกรมในสเปคตรัมแบบเส้นของอะตอมไฮโดรเจน ความยาวคลื่นอยู่ใกล้รังสีอุลตร้าไวโอเลทและมองเห็นได้

Binding energy (พลังงานยึดเหนี่ยว)

– สำหรับอนุภาคในระบบ เช่น อนุภาคในนิวเคลียสหรืออิเลกตรอนในอะตอม หมายถึงพลังงานที่ใช้แยกอนุภาคออกจากนิวเคลียสหรืออิเลกตรอนออกจากอะตอม

Black body (วัตถุดำ)

– เป็นวัตถุที่มีคุณสมบัติดูดกลืนและแผ่รังสีได้ทุกย่านความถี่ โดยความเป็นจริงไม่มีวัตถุใดมีคุณสมบัตินี้นอกจากใกล้เคียง

Black body radiation (การแผ่รังสีของวัตถุดำ)

– การแผ่รังสีที่ขึ้นกับอุณหภูมิ อธิบายได้ด้วยสมการการแผ่รังสีของแพลงค์

Bohr frequency condition (เงื่อนไขความถี่ของบอห์ร)

– เป็นเงื่อนไขแสดงความถี่ ν ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากอะตอมเมื่ออิเลกตรอนเปลี่ยนสถานะจากระดับพลังงานสูง E_i มาสู่ระดับพลังงานที่ต่ำกว่า E_o กล่าวคือ $h\nu = E_i - E_o$ เมื่อ h คือค่าคงตัวของแพลงค์

Bohr magneton (บอห์ร แมกเนตอน)

– หน่วยโมเมนต์แม่เหล็กของอะตอม แทนด้วยสัญลักษณ์ μ_B มีค่าเท่ากับ $eh/4\pi m_o$ เมื่อ e คือประจุของอิเลกตรอน, m_o คือมวลนิ่งของอิเลกตรอน

Bohr orbit (วงโคจรของบอห์ร)

– วงโคจรที่อิเลกตรอนอยู่ได้ตามทฤษฎีของบอห์ร ในวงโคจรนี้อิเลกตรอนจะมีโมเมนตัมเชิงมุมที่เกิดจากการเคลื่อนที่ตามวงโคจรรอบนิวเคลียสเท่ากับ $nh/2\pi$ เมื่อ n = 1, 2, 3, ...

Bohr radius (รัศมีของบอห์ร)

– รัศมีของวงโคจรที่เล็กที่สุดของอิเลกตรอนในอะตอมไฮโดรเจนตามรูปแบบของบอห์ร มีค่าเท่ากับ $h^2/4\pi^2 m_o e^2 = 0.53 \times 10^{-10}$ เมตร

Bohr theory (ทฤษฎีของบอห์ร)

– เป็นการรวมรูปแบบอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ดที่ว่าประจุบวกจะรวมเป็นศูนย์กลางซึ่งเรียกนิวเคลียส และมีอิเลกตรอนโคจรอยู่รอบ ๆ เข้ากับแนวความคิดทางควอนตัมที่พิจารณาวงโคจรที่อิเลกตรอนอยู่ได้มีโมเมนตัมเชิงมุมที่เกิดจากการเคลื่อนที่ตามวงโคจรรอบนิวเคลียสเท่ากับ $nh/2$ เมื่อ n = 1, 2, 3, การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเลกตรอนจากระดับพลังงานสูง E_i มายังระดับพลังงานต่ำกว่า E_o จะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ ν ออกมาตามสมการ $h\nu = E_i - E_o$

Boltzmann distribution law (กฎการกระจายของโบลทซ์แมน)

– ใช้สำหรับระบบทางฟิสิกส์ ที่ประกอบด้วยอนุภาคอิสระจำนวนมากในสภาวะสมดุลย์ทางสถิติ กฎนี้ให้ว่าจำนวนเฉลี่ยของอนุภาคภายในระบบดังกล่าวมีตำแหน่งและอัตราเร็วอยู่ในขอบเขตจำกัดและเหมาะสม ฟังก์ชั่นการกระจาย f หรือจำนวนของอนุภาคที่เวลา t ใด ๆ มีตำแหน่งและอัตราเร็วเฉพาะดังกล่าวแล้ว กำหนดโดย $f = A \exp(-E/kT)$ เมื่อ A คือค่านิจ (normalization constant), E คือพลังงานของอนุภาคที่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและอัตราเร็ว, k คือค่านิจของโบลทซ์แมนและ T คือองศาสัมบูรณ์

Bose-Einstein statistics (สถิติของโบส-ไอน์สไตน์)

– เป็นสถิติที่ประยุกต์ใช้กับระบบทางฟิสิกส์ ที่ประกอบด้วยอนุภาคที่มีลักษณะ

เหมือนกัน มีสปินเป็นศูนย์ หรือจำนวนเต็ม อนุภาคเหล่านี้เรียกว่าโบซอน กฎการกระจายของโบส-ไอน์สไตน์ กำหนดโดย

$$N(E) = 1 / (e^{E/kT} - 1)$$

เมื่อ N(E) คือ จำนวนอนุภาคในสถานะพลังงาน E, T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์, k คือค่าคงตัวโบล์ทซมานน์เท่ากับ 1.38054×10^{-23} จูล ต่อองศาสัมบูรณ์

Boson (โบซอน)

– อนุภาคที่สอดคล้องกับสถิติของโบส-ไอน์สไตน์ อนุภาคเหล่านี้จะไม่เป็นไปตามหลักการกีดกันของเพาลี เช่น โฟตอน, π-เมซอน, อนุภาคแอลฟ่า, สปินของอนุภาคเหล่านี้จะมีค่าเป็นศูนย์หรือเลขจำนวนเต็ม

Brackett series (อนุกรมแบรคเคท)

– เป็นอนุกรมหนึ่งในเส้นสเปคตรัมของอะตอมไฮโดรเจน

Bragg equation : Bragg law (สมการของแบรก)

– สมการที่เป็นเงื่อนไขสำหรับการเลี้ยวเบนของลำแสงสีเดียวที่ขนานกัน (รังสีเอ็กซ์) เมื่อตกกระทบผลึก หรือ $n\lambda = 2d \sin\theta$ เมื่อ n (เลขจำนวนเต็ม) เป็นลำดับที่ของการเลี้ยวเบน, λ เป็นความยาวคลื่นของรังสีเอ็กซ์ และ d เป็นระยะระหว่างระนาบอะตอมที่ขนานกันในผลึก จะให้ความเข้มรวมของการเลี้ยวเบนสูงสุดเมื่อมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนในระนาบเหล่านั้น สมการของแบรกใช้ได้กับการเลี้ยวเบนของอิเลกตรอน, นิวตรอน ฯลฯ

Bremsstrahlung (บรีมสตราลัง)

– การแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากประจุที่มีความเร็วสูงจากภายนอกอะตอมผ่านเข้าสู่สนามนิวเคลียสแล้วถูกหน่วงหรือเร่ง

C.

Commutator (ตัวสับเปลี่ยน)

– ใช้สำหรับการดำเนินการที่การสับเปลี่ยนไม่เกิดขึ้น เช่นกรณีตัวดำเนินการสองตัวที่ไม่สับเปลี่ยนกัน กล่าวคือ $AB \neq BA$ เขียนได้ว่า $AB - BA$

Complementarity principle (หลักแห่งการประกอบกัน)

– บอห์รเป็นผู้เสนอว่าการอธิบายปรากฏการณ์ทางควอนตัมจะมีลักษณะไม่เหมือนการอธิบายปรากฏการณ์แบบฟิสิกส์ยุคเก่า กล่าวคือในทางทฤษฎีควอนตัมต้องใช้หลายอย่างประกอบกันเพราะต่างก็มีผลซึ่งกันและกัน เช่น $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar$ ให้ดูหลักแห่งความไม่แน่นอน, ตัวแปรเชิงสังยุค (conjugate variables) ประกอบ

Compton effect (ปรากฏการณ์คอมพ์ตัน)

– เป็นปรากฏการณ์การกระเจิงแบบยืดหยุ่นระหว่างโฟตอนและอิเลกตรอนโดย

พิจารณาว่าอิเลกตรอนเป็นอิสระและอยู่นิ่ง โฟตอนดังกล่าวคือรังสีเอ็กซ์หรือรังสีแกมม่า พลังงานและโมเมนตัมของโฟตอนตกกระทบบางส่วนจะถ่ายเทให้แก่อิเลกตรอน (คอมพ์ตันหรือรีคอยล์อิเลกตรอน) ส่วนที่เหลือเป็นของโฟตอนที่กระเจิงออกไป ความยาวคลื่นของโฟตอนเปลี่ยนไป $\Delta\lambda = (h/m_oc)(1-\cos\phi)$ เมื่อ ϕ เป็นมุมกระเจิงของโฟตอน m_o คือมวลนิ่งของอิเลกตรอน

Compton wavelength (ความยาวคลื่นของคอมพ์ตัน)

– คือค่าคงที่ h/m_oc มีค่า 0.02426 Å

Conjugate variables (ตัวแปรเชิงสังยุค)

– เป็นคู่ของตัวแปรทางฟิสิกส์ ที่ใช้อธิบายพฤติกรรมของระบบทางควอนตัม ปริมาณทั้งสองจะให้ค่าที่แน่นอนพร้อม ๆ กันไม่ได้ เช่นตำแหน่งและโมเมนตัม ให้ดูหลักแห่งความไม่แน่นอน และหลักแห่งการประกอบกัน

Coupling (การควบคู่)

1. โดยปกติเป็นอันตรกิริยาระหว่างคุณสมบัติที่แตกต่างของระบบอันหนึ่ง หรือระหว่างระบบตั้งแต่สองระบบขึ้นไป

2. สำหรับอนุภาคในอะตอมหรือนิวเคลียส, the Russell-Saunders coupling (L – S coupling) เป็นผลจากอันตรกิริยาระหว่างโมเมนตัมเชิงมุมเนื่องจากการเคลื่อนที่ของอนุภาคทั้งหมดที่โคจรรอบนิวเคลียส (L) กับโมเมนตัมเชิงมุมเนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของอนุภาคเหล่านี้ทั้งหมด (S)

3. j-j coupling คือ อันตรกิริยาระหว่างโมเมนตัมเชิงมุมรวม (จากการหมุนรอบวงโคจรและรอบตัวเอง) ของแต่ละอนุภาคทั้งหมด

Creation operator (ตัวดำเนินการสร้างเสริม)

– เป็นตัวดำเนินการซึ่งกระทำต่อเวกเตอร์สถานะ ϕ_n (ซึ่งอธิบายระบบหนึ่งที่ประกอบด้วยอนุภาค n ตัว) แล้วจะให้เวคเตอร์สถานะ ϕ_{n+1} (ซึ่งอธิบายระบบที่ประกอบด้วยอนุภาค n + 1 ตัว)

D.

De Broglie waves (คลื่นเดอร์ บรอล์ย)

– คลื่นที่คล้องจองกับอนุภาคที่เคลื่อนที่ เสนอโดย เดอร์ บรอล์ย ความยาวคลื่นของเดอร์ บรอล์ย $\lambda = h/p$ เมื่อ p คือโมเมนตัมของอนุภาค

Degeneracy (ดีเจนเนอเรซี)

– ในระดับพลังงานของอะตอมหรือของนิวเคลียสที่เลขควอนตัมใด ๆ อาจมีสถานะที่เป็นไปได้มากกว่าหนึ่งสถานะที่คล้องจองกับระดับพลังงานค่านี้ สถานะเหล่านี้

เรียกว่า สถานะดีเจนเนอเรท (degenerate states)

Destruction operator (ตัวดำเนินการทำลาย)

– เป็นตัวดำเนินการซึ่งกระทำต่อเวคเตอร์สถานะ ϕ_n (ซึ่งอธิบายระบบหนึ่งที่ประกอบด้วยอนุภาค n ตัว) แล้วจะให้เวคเตอร์สถานะ ϕ_{n-1} (ซึ่งอธิบายระบบที่ประกอบด้วยอนุภาค $n-1$ ตัว)

Differential Vector operator (ตัวดำเนินการเวคเตอร์เชิงอนุพันธ์)

– เป็นตัวดำเนินการตัวหนึ่ง ใช้สัญลักษณ์ ∇ เรียกตัวนี้ว่า เดล (del) หรือ นาบลา (nabla) ในพิกัดฉาก คือ $\left(i\frac{\partial}{\partial X} + j\frac{\partial}{\partial Y} + k\frac{\partial}{\partial Z}\right)$ เมื่อ i, j, k เป็นเวคเตอร์หนึ่งหน่วย เมื่อกระทำกับฟังก์ชันเชิงสเกลาร์ $\phi(x, y, z), \nabla\phi = \left(i\frac{\partial\phi}{\partial X} + j\frac{\partial\phi}{\partial Y} + k\frac{\partial\phi}{\partial Z}\right)$ เรียกว่าเกรเดียนท์ของสเกลาร์ และยังเขียนได้เป็น grad ϕ ผลคูณเชิงเวคเตอร์ของ ∇ และเวคเตอร์ V, $\nabla \times V$ เรียกว่า curl V ผลคูณเชิงสเกลาร์ของ ∇ และเวคเตอร์ V, $\nabla . V$ เรียกว่า div V ตัวดำเนินการ div grad ใช้สัญลักษณ์ ∇^2 เรียกว่าตัวดำเนินการลาปลาซ (Laplace operator)

Dirac equation (สมการไดแรก)

– เป็นสมการใช้ในการอธิบายพฤติกรรมของอนุภาค โดยใช้การรวมกันของทฤษฎีควอนตัมและทฤษฎีสัมพัทธภาพ

E.

Eigenfunction (ฟังก์ชันไอเกน)

– เมื่อตัวดำเนินการ Q กระทำต่อฟังก์ชันคลื่น Ψ ได้ฟังก์ชันคลื่นเดิมคูณกับค่าคงที่ C หรือ $Q\Psi = \pm C\Psi$ เราเรียก Ψ ว่าเป็นฟังก์ชันไอเกน

Eigenvalue (ค่าไอเกน)

– จากฟังก์ชันไอเกน ตัว C คือ ค่าไอเกน

Einstein equation for photoelectric emission

(สมการไอน์สไตน์ สำหรับการหลุดของอิเลกตรอน)

– เป็นสมการอธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเลกตริก

$K = h\nu - W$ เมื่อ K คือพลังงานจลน์ของโฟโตอิเลกตรอน, $h\nu$ คือพลังงานของโฟตอนที่ตกกระทบอิเลกตรอน, W คือพลังงานที่อิเลกตรอนต้องใช้เพื่อให้หลุดออกจากผิวโลหะ

Electron cloud (เมฆอิเลกตรอน)

– เกี่ยวข้องกับการอธิบายอิเลกตรอนในอะตอมโดยใช้ฟังก์ชันคลื่นของโซรดิงเจอร์,

Ψ โดยสมมุติว่าอิเลกตรอนกระจายอยู่มีลักษณะเหมือนเมฆ ความหนาแน่นที่ตำแหน่งและเวลาหนึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ Ψ^2 ที่จุดนั้น ฟังก์ชัน Ψ^2 เรียกว่าฟังก์ชันแสดงความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของเมฆอิเลกตรอน

Electron configuration (สัญลักษณ์แสดงสถานะของอิเลกตรอน)

– แสดงการเรียงตัวของอิเลกตรอนในอะตอมหรือโมเลกุล ซึ่งการเรียงตัวในสถานะต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับพลังงานของมันด้วย

Electron diffraction (การเลี้ยวเบนของอิเลกตรอน)

– การแทรกสอดที่เกิดขึ้นเมื่ออิเลกตรอนกระเจิงจากอะตอมของธาตุต่าง ๆ

Electron energy level (ระดับพลังงานของอิเลกตรอน)

(1) หนึ่งในสถานะพลังงานของอิเลกตรอนในอะตอมโดดเดี่ยว

(2) หนึ่งในระดับพลังงานของแถบพลังงานงานของอิเลกตรอน ซึ่งแถบพลังงานนี้เกิดขึ้นจากระดับพลังงานตามข้อ (1) ของแต่ละอะตอมเมื่ออะตอมมาอยู่ใกล้ชิดกัน

Electron rest mass (มวลนิ่งของอิเลกตรอน)

– มวลเมื่ออยู่นิ่งของอิเลกตรอน ซึ่งจะมีค่าต่างจากมวลเมื่ออิเลกตรอนเคลื่อนที่

Elementary particles (อนุภาคพื้นฐาน)

– อนุภาคเหล่านี้ที่รู้จักกันส่วนใหญ่ เช่น นิวตรอน, โปรตอน, อิเลกตรอน, เมซอน, ไฮเปอรอนและโฟตอน แต่ละตัวจะมีลักษณะเฉพาะของมวล, ประจุไฟฟ้า, สปิน, โมเมนต์แม่เหล็ก ฯลฯ แตกต่างกันไป บางตัวเสถียร เช่น นิวตริโน, อิเลกตรอน และโปรตอน บางตัวไม่เสถียรเช่น นิวตรอน เมซอน และไฮเปอรอน

Excitation energy (พลังงานที่ให้เกิดการตื่นตัว)

– เป็นพลังงานที่เพิ่มให้แก่ระบบเพื่อให้ระบบนั้นอยู่ในสภาวะตื่นตัว ค่าพลังงานนี้จะมีค่าเท่ากับผลต่างของพลังงานระหว่างชั้นสูงและต่ำ

Excited state (สถานะตื่นตัว)

– สถานะที่เป็นไปได้ของอะตอมหรือนิวเคลียสที่มีพลังงานสูงกว่าสถานะพื้น

Exclusion principle (หลักการกีดกัน)

– หลักเกณฑ์นี้เสนอโดย เพาลี (Pauli) กล่าวว่า อนุภาคเฟอร์มิออน (fermions, อนุภาคที่มีสปิน $\frac{1}{2}$) ที่เหมือนกันสองตัว ในระบบใด ๆ ไม่สามารถจะอยู่ในสถานะที่มีเซทของเลขควอนตัมเดียวกันได้ หลักเกณฑ์นี้ใช้สำหรับอิเลกตรอน, โปรตอน, และนิวตรอน แต่ใช้ไม่ได้กับโฟตอนและ π –เมซอน

Exponential function (ฟังก์ชันเอกโปเนเทียล)

– สำหรับตัวแปรที่เป็นจริง สัญลักษณ์ exp x หรือ e^x นิยามว่าเป็นอนุกรมที่มี

ลักษณะดังนี้

$$\exp X = 1 + X + \frac{X^2}{2!} + \frac{X^3}{3!} + \frac{X^4}{4!} + \ldots + \frac{X^n}{n!} +$$

F.

Fermi-Dirac statistics (สถิติของเฟอร์มิ-ไดแรก)

– เป็นสถิติที่ประยุกต์ใช้กับระบบทางฟิสิกส์ที่ประกอบด้วยอนุภาคที่มีลักษณะเหมือนกัน มีสปินเป็น $\frac{1}{2}$ (หรือ half integer) อนุภาคเหล่านี้เรียกว่า เฟอร์มิออน กฎการกระจายของเฟอร์มิ-ไดแรก กำหนดโดย

$$N(E) = 1 / (e^{(E-E_F)/kT} + 1)$$

เมื่อ N(E) คือ จำนวนอนุภาคในสถานะพลังงาน E และ E_F คือพลังงานเฟอร์มิ, T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์, k คือค่าคงตัวโบล์ทซมานน์ เท่ากับ 1.38054×10^{-23} จูลต่อองศาสัมบูรณ์

Fermion (เฟอร์มิออน)

– อนุภาคที่สอดคล้องกับสถิติของเฟอร์มิ-ไดแรก อนุภาคเหล่านี้จะเป็นไปตามหลักการกีดกันของเพาลี เช่น อิเลกตรอน, โปรตอน, นิวตรอน และอนุภาคทั้งหมดที่มีสปิน $\frac{1}{2}$

Feynman diagram (ไดอะแกรมไฟน์แมน)

– เป็นกราฟที่ใช้แสดงอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคพื้นฐานและสนาม รวมทั้งแสดงภาพของสถานะระหว่างกลาง (intermediate states)

Field theory, Quantum (ทฤษฎีสนามควอนตัม)

– เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงตัวแปรทุกตัวที่สังเกตได้ทางฟิสิกส์ของระบบซึ่งแทนด้วยตัวดำเนินการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความสัมพันธ์การสับเปลี่ยนค่าหนึ่ง สนามที่มีลักษณะควอนไตท์พิจารณาเป็นเหมือนกลุ่มของอนุภาคซึ่งแต่ละกลุ่มมีลักษณะค่าเฉพาะของพลังงาน, โมเมนตัม, ประจุ, ฯลฯ พลังงานและโมเมนตัมทั้งหมด ฯลฯ ของสนามถูกสร้างขึ้นจากอนุภาคแต่ละตัวในกลุ่มประกอบกันขึ้นมา อนุภาคใด ๆ อาจพิจารณาได้เป็นควอนตัมที่สอดคล้องกับสนาม

Fourier series (อนุกรมฟูเรียร์)

– อนุกรมที่มีค่า

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin nx + \frac{1}{2} b_o + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos nx$$

สามารถใช้แทนฟังก์ชันที่มีค่าเดียว (single-valued function), มีค่าต่อเนื่องยกเว้นค่าไม่ต่อเนื่องที่มีจำนวนจำกัดในช่วง $-\pi$ ถึง π และมีจำนวนค่าสูงสุดและต่ำสุดจำกัดในช่วงนั้น

สัมประสิทธิ์ a_n และ b_n กำหนดเป็น

$$a_n = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f(x)\sin nx\,dx$$

และ $$b_n = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f(x)\cos nx\,dx$$

ถ้าฟังก์ชันนี้เป็นคาบด้วยค่า 2π อนุกรมนี้จะแทนทุกค่าของ x

Fourier transform (การแปลงแบบฟูเรียร์)

– เป็นการแปลงอนุกรมฟูเรียร์

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-ixy} f(y)\,dy$$

เป็น

$$f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-ixy} f(x)\,dx$$

ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่กำหนดให้

G.

Ground state (สถานะพื้น)

– สถานะของพลังงานต่ำสุดของอะตอม นิวเคลียส หรือระบบโมเลกุล

Group velocity (ความเร็วกลุ่ม)

– ความเร็วของกลุ่มคลื่นที่เกิดจากการรวมกันของคลื่นหลายคลื่น

H.

Harmonic oscillator (ฮาร์โมนิค ออสซิลเลเตอร์)

– ออสซิลเลเตอร์ที่มีแรงดึงกลับแปรผันเชิงเส้นกับการขจัดจากตำแหน่งสมดุลย์

Hydrogen atom, line spectrum of (สเปคตรัมแบบเส้นของอะตอมไฮโดรเจน)

– ประกอบด้วยอนุกรมสเปคตรัมหลายอนุกรม ที่ตั้งชื่อตามผู้ค้นพบ เช่นอนุกรมไลน์แมน, $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$, $n = 2, 3, 4, \ldots$ λ คือความยาวคลื่น, R คือค่าคงที่ของริดเบอร์ก (Rydberg constant)

I.

Impact parameter (พารามิเตอร์ของการชน)

– ใช้กับการชนกันระหว่างอนุภาค 2 ตัว เป็นระยะที่น้อยที่สุดที่จุดศูนย์กลางของอนุภาคทั้งสองจะเคลื่อนที่ผ่านกันไปหรือเป็นระยะตั้งฉากระหว่างแนวการเคลื่อนที่ของอนุภาคทั้งสอง

Indeterminacy principle

– ความหมายเหมือนกับหลักแห่งความไม่แน่นอน (Uncertainty principle)

Infrared catastrophe (ความล้มเหลวในช่วงอินฟราเรด)

– ตามทฤษฎีพลศาสตร์ไฟฟ้า (electrodynamics) ยุคเก่า การแผ่รังสีของออสซิลเลเตอร์ (oscillators) ในช่วงความถี่ต่ำ (ช่วงอินฟราเรด) จะให้ค่าความหนาแน่นของพลังงานเข้าใกล้ค่าอนันต์ ซึ่งขัดกับผลการทดลอง

Interaction between elementary particles (อันตรกิริยาระหว่างอนุภาคพื้นฐาน)

– มี 4 ประเภทซึ่งแบ่งตามความรุนแรงของอันตรกิริยา ได้แก่ อันตรกิริยานิวเคลียร์ (ให้ความรุนแรงเป็น 1), อันตรกิริยาแม่เหล็กไฟฟ้า (ความรุนแรงประมาณ $\frac{1}{137}$), อันตรกิริยาแบบอ่อน (weak interaction, ความรุนแรงประมาณ 10^{-14}) และอันตรกิริยาความโน้มถ่วง (ความรุนแรงประมาณ 10^{-39})

Intrinsic angular momentum (โมเมนตัมเชิงมุมอินทรินสิก)

– เป็นโมเมนตัมเชิงมุมที่เราคิดว่าเกิดจากการหมุนรอบตัวเองของอนุภาค โดยมีสปินของอนุภาคเป็นตัวกำหนดค่า

Ionization

– เป็นกระบวนการใด ๆ ที่ทำให้สสารกลายเป็นอิออน

L.

Landé G. Factor : Landé splitting factor (ตัวประกอบ G ของลองเด)

– เป็นตัวประกอบ g ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ซีแมนแบบไม่ปกติ (the anomalous Zeeman effect) กล่าวคือมีการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเลกตรอนเนื่องจากสนามแม่เหล็ก (เกิดการแยกของระดับพลังงาน, splitting) มีค่าพลังงานเปลี่ยนไปเท่ากับ $g\mu_B Hm_l$ โดยที่ μ_B บอห์รแมกเนตอน (Bohr magneton), H คือความเข้มแม่เหล็ก, m_l คือเลขควอนตัมแมคเนติค (magnetic quantum number) ค่าของ g ขึ้นอยู่กับเลขควอนตัมออร์บิตอลและเลขควอนตัมสปิน

Laplace operator (ตัวดำเนินการลาปลาซ)

– เป็นตัวดำเนินการเวกเตอร์ สัญลักษณ์ ∇^2 ในพิกัดฉากมีค่า

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

Larmor precession (การส่ายของลามอร์)

– การส่ายของวงโคจรของอิเลกตรอนเนื่องจากสนามแม่เหล็กภายนอก การส่ายเกิดขึ้นรอบ ๆ ทิศทางของสนามนี้ กรณีที่อิเลกตรอนโคจรรอบนิวเคลียส ความเร็วเชิงมุมของการส่ายจะมีค่ากำหนดเป็น eH/2m

Lyman series (อนุกรมไลแมน)

– เป็นอนุกรมในสเปคตรัมแบบเส้นของอะตอมไฮโดรเจน ความยาวคลื่นอยู่ในย่านของรังสีอุลตร้าไวโอเลท)

M.

Mass-energy equivalence (ความเท่ากันของมวลและพลังงาน)

– เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน ซึ่งไอน์สไตน์ให้ว่า $E = mc^2$

Mass, relativistic (มวลตามทฤษฎีสัมพัทธภาพ)

– มวลทั้งหมดของอนุภาคที่เคลื่อนที่ มีค่า $m_o (1 - \frac{v^2}{c^2})^{-\frac{1}{2}}$ โดยที่ m_o คือ มวลนิ่ง, v คืออัตราเร็วของอนุภาค และ c คือความเร็วแสง

Matrix mechanics (กลศาสตร์แมทริกซ์)

– เป็นรูปแบบหนึ่งของกลศาสตร์ควอนตัม ซึ่งเสนอโดยไฮเซนเบอร์ก วิธีการแตกต่างจากกลศาสตร์คลื่นแต่ให้ผลเหมือนกัน

Modulus (โมดูลัส)

– เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับเลขเชิงซ้อนหมายถึงค่าสัมบูรณ์ เช่นเลขเชิงซ้อน $A = a + ib$ โมดูลัสคือ $|A| = (a^2 + b^2)^{\frac{1}{2}}$

Multiplicity (มัลติพลิซิตี้)

– ในการศึกษาสเปคตรัมของอะตอม หมายถึงค่า $2s + 1$ เมื่อ s คือเลขควอนตัมของสปินรวม เป็นตัวเลขแสดงจำนวนทิศทางของการคู่ควบ (coupling) ระหว่างเวคเตอร์โมเมนตัมเชิงมุมออร์บิตอล (L) กับเวคเตอร์โมเมนตัมเชิงมุมสปิน (S) ของอะตอม

O.

Oil-drop experiment (การทดลองหยดน้ำมัน)

– การทดลองโดยมิลลิแกน (Millikan) เป็นการวัดประจุของอิเลกตรอนเป็นครั้งแรก โดยใช้การวัดอัตราการตกของหยดน้ำมันที่มีประจุในสนามไฟฟ้า

Operator (ตัวดำเนินการ)

– สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการกระทำ เช่น การบวก, การลบ, รากที่สองอนุพันธ์ ฯลฯ ตัวอย่าง $\frac{d}{dx}$ เป็นตัวดำเนินการอนุพันธ์

Orbital angular momentum (โมเมนตัมเชิงมุมเนื่องจากการหมุนเป็นวงรอบ)

– เป็นโมเมนตัมเชิงมุมของอนุภาคหรือระบบของอนุภาคที่โคจรในวงโคจร มีหน่วยเป็น $\hbar$ ($\frac{h}{2\pi}$, เมื่อ h คือค่าคงที่ของแพลงค์)

P.

Pair production : Pair creation (การเกิดอนุภาคคู่)

– การเกิดอนุภาคและปฏิอนุภาคของมันจากอันตรกิริยาของโฟตอนหรืออนุภาคความเร็วสูงกับสนามของนิวเคลียสหรือสนามของอนุภาคอื่น ตัวอย่างที่รู้กันทั่วไปคือการเกิดคู่อิเลกตรอนโปซิตรอนจากโฟตอน

Parity (พาริตี)

– คุณสมบัติสมมาตรของฟังก์ชันคลื่น เรียกพาริตีคู่ (+) ถ้าฟังก์ชันคลื่นไม่เปลี่ยนเมื่อมีการกลับเครื่องหมายของพิกัดทั้งหมด และเรียกพาริตีคี่ (–) ถ้าเครื่องหมายของฟังก์ชันคลื่นเปลี่ยนเมื่อมีการกลับเครื่องหมายของพิกัดทั้งหมด

Paschen series (อนุกรมพาสเชน)

– อนุกรมหนึ่งในสเปคตรัมแบบเส้นของอะตอมไฮโดรเจน

Perturbation theory (ทฤษฎีการรบกวน)

– เป็นทฤษฎีที่ใช้หาคำตอบอย่างประมาณของสมการสำหรับระบบที่ซับซ้อนโดยตอนแรกแก้สมการของระบบที่เลือกขึ้นมาว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกันและอยู่ในรูปที่ง่าย หลังจากนั้นจึงพิจารณาผลของการเปลี่ยนไปเล็กน้อย (นั่นคือการรบกวน) ต่อคำตอบนี้ ทฤษฎีนี้อาจประยุกต์ใช้ได้ทั้งปัญหาของฟิสิกส์ยุคเก่าและกลศาสตร์ควอนตัม เช่น การเคลื่อนที่ของดาวพระเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ (ที่ได้รับอิทธิพลจากดาวพระเคราะห์ดวงอื่น โดยพิจารณาว่าตอนแรกไม่ได้รับอิทธิพล) หรือกับคำตอบของสมการโซรดิงเจอร์ (ซึ่งมีการรบกวนเนื่องจากอันตรกิริยาระหว่างอิเลกตรอนในอะตอม โดยพิจารณาในตอนแรกว่ามีอันตรกิริยาระหว่างอิเลกตรอนและนิวเคลียสเท่านั้น)

Photoelectric effect (ปรากฏการณ์โฟโตอิเลกตริก)

– การหลุดของอิเลกตรอนจากผิวของโลหะเมื่อมีแสงช่วงตามองเห็นหรือช่วงอุลตร้าไวโอเลตตกกระทบของแข็งดังกล่าว ให้ดูเรื่องสมการไอน์สไตน์สำหรับการหลุดของอิเลกตรอนประกอบ

Photoelectron (โฟโตอิเลกตรอน)

– อิเลกตรอนที่หลุดออกมาจากผิวของแข็งเนื่องจากปรากฏการณ์โฟโตอิเลกตริก

Photon (โฟตอน)

– ควอนตัมของการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีพลังงาน $h\nu$ เมื่อ h คือค่าคงที่ของแพลงค์, ν คือความถี่ โฟตอนมีสปิน 1

Planck radiation formula (สมการการแผ่รังสีของแพลงค์)

– ความเข้มของการแผ่รังสีจากวัตถุดำ ในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง λ ถึง $\lambda + d\lambda$ มีรูป

$$E_\lambda d\lambda = \frac{8\pi kT}{\lambda^4} d\lambda$$

เมื่อ k คือค่าคงที่ของโบล์ทซมาน, T คือองศาสัมบูรณ์

Potential barrier (กำแพงศักย์)

– ย่านของพลังงานศักย์ที่มีความสูงและมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาค

Potential well (หลุมศักย์)

– ย่านของกำแพงศักย์ที่ขังอนุภาคไว้ ถึงแม้ว่าอนุภาคจะสามารถกระโดดข้ามหรือทะลุออกมาได้หรือไม่ก็ตาม

Q.

Quantization (ควอนไตเซชั่น)

– เป็นปริมาณของระบบทางฟิสิกส์ที่มีค่าเป็นช่วง ๆ ตามทฤษฎีควอนตัม ซึ่งต่างจากปริมาณทางฟิสิกส์ดั้งเดิมที่บอกว่ามีค่าต่อเนื่อง

Quantum (ควอนตัม)

– ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีค่าน้อยที่สุด (เช่น โมเมนตัมเชิงมุม, พลังงาน) ที่จะมีได้ตามทฤษฎีควอนตัม

Quantum mechanics (กลศาสตร์ควอนตัม)

– เป็นทฤษฎีที่รวมกลศาสตร์คลื่นและกลศาสตร์มาตริกซ์เข้าไว้ด้วยกันเพื่อใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ทางฟิสิกส์

Quantum number (เลขควอนตัม)

– เป็นจำนวนเต็ม หรือครึ่งหนึ่งของเลขจำนวนเต็ม เลขควอนตัมเหล่านี้จะเป็นตัวบ่งถึงสถานะต่าง ๆ ของระบบอะตอม หรือระบบคล้ายคลึงตามทฤษฎีควอนตัม เลขควอนตัมเหล่านี้สัมพันธ์โดยตรงกับฟังก์ชันไอเกนที่สอดคล้องกับฟังก์ชันคลื่นของโซร์ดิงเจอร์

Quantum number, azimuthal or orbital angular momentum (เลขควอนตัมออร์บิตอล)

– เป็นตัวเลขควอนตัมที่กำหนดค่าโมเมนตัมเชิงมุมเนื่องจากการเคลื่อนเป็นวงโคจรของอนุภาค ใช้สัญลักษณ์ l

Quantum number, magnetic (เลขควอนตัมแม่เหล็ก)

– เป็นตัวเลขควอนตัมที่กำหนดส่วนประกอบของโมเมนตัมเชิงมุมชนิดใด ๆ ในทิศทางที่กำหนดให้ในสนามแม่เหล็ก ใช้สัญลักษณ์ m

Quantum number, principal or total (เลขควอนตัมหลัก)

– เป็นตัวเลขควอนตัมที่กำหนดระดับพลังงานของระบบอะตอม เป็นเลขจำนวนเต็มบวกใช้สัญลักษณ์ n

Quantum number, spin (เลขควอนตัมสปิน)

– เป็นตัวเลขควอนตัมที่กำหนดโมเมนตัมเชิงมุมเนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของ

อนุภาคพื้นฐานใด ๆ ใช้สัญลักษณ์ s

Quantum theory (ทฤษฎีควอนตัม)

– เป็นส่วนหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นมาจากสมมุติฐานของแพลงค์ซึ่งใช้อธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ และได้พัฒนาขึ้นมาทำให้เกิดมีทฤษฎีควอนตัมแขนงต่าง ๆ ตามมา เช่น กลศาสตร์ควอนตัม ทฤษฎีสนามควอนตัมเป็นต้น

R.

Rayleigh - Jeans law (กฎของเรย์เลห์และจีนส์)

– ใช้อธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ โดยพิจารณาว่าพลังงานในสเปคตรัมของการแผ่รังสีของวัตถุดำขึ้นกับอุณหภูมิและความยาวคลื่น กฎนี้พอประมาณได้ว่าถูกต้องเฉพาะช่วงความยาวคลื่นยาว กฎที่อธิบายได้ถูกต้องคือกฎของแพลงค์

Relativistic mass (มวลสัมพัทธ์)

– มวลของอนุภาคที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูงตามทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ มีค่าเท่ากับ $m_o (1 - v^2/c^2)^{-\frac{1}{2}}$ เมื่อ m_o คือ มวลนิ่งของอนุภาค, v คืออัตราเร็วของอนุภาค, c คือความเร็วแสง

Relativistic theory (ทฤษฎีสัมพัทธภาพ)

– แยกเป็นสองกรณี 1. ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ ซึ่งมีสมมุติฐานว่ากฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์ทั้งหมดจะมีรูปแบบที่เหมือนกันในทุกกรอบอ้างอิงที่เคลื่อนที่สัมพัทธ์กันด้วยความเร็วคงที่ และความเร็วแสงมีค่าคงที่ในกรอบอ้างอิงเหล่านี้ 2. ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างกรอบอ้างอิงที่เคลื่อนที่สัมพัทธ์กันด้วยความเร่ง

Rutherford scattering (การกระเจิงของรัทเธอร์ฟอร์ด)

– การกระเจิงของอนุภาคประจุเนื่องจากสนามคูลอมป์ของนิวเคลียส

S.

Schroedinger equation (สมการโชร์ดิงเจอร์)

– เป็นสมการพื้นฐานของกลศาสตร์คลื่น ซึ่งอธิบายคลื่นที่คล้องจองกับอนุภาคที่เคลื่อนที่ในสนามของแรง โดยใช้ฟังก์ชันคลื่น Ψ มีสมการเป็น

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2\Psi + V\Psi = i\hbar \frac{\partial\Psi}{\partial t}$$

โดยที่ ∇^2 คือตัวดำเนินการลาปลาเชียล, V คือพลังงานศักย์, t คือเวลา, m คือมวลของอนุภาค สมการที่กล่าวมามีรูปขึ้นกับเวลา ในกรณีที่พลังศักย์ไม่ขึ้นกับเวลาจะได้สมการเป็น

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2\phi + V\phi = E\phi$$

โดยที่ $\Psi(r,t) = \phi(r)e^{-iEt/\hbar}$

Selection rules (กฎการคัดเลือก)

– กฎเกณฑ์ที่บังคับการเปลี่ยนสถานะของอิเลกตรอนในอะตอม

Sommerfeld orbits (วงโคจรของซอมเมอร์เฟลด์)

– เป็นวงโคจรที่ซอมเมอร์เฟลด์เพิ่มเข้าไปในทฤษฎีอะตอมของบอห์ร โดยวงโคจรนี้มีลักษณะเป็นวงรี

Spin (สปิน)

– เป็นตัวกำหนดค่าของโมเมนตัมเชิงมุมอินทรินสิก (intrinsic angular momentum) ของอนุภาคพื้นฐานใด ๆ

Spin - orbit coupling (การควบคู่ของสปินและออร์บิท)

– อันตรกิริยาระหว่างโมเมนตัมเชิงมุมอินทรินสิกและโมเมนตัมเชิงมุมเนื่องจากการโคจรของอิเลกตรอนเป็นวงรอบของอนุภาค

Stark effect (ปรากฏการณ์ของสตาร์ค)

– การแยกย่อยของเส้นสเปคตรัมของอะตอมเนื่องจากได้รับอิทธิพลของสนามไฟฟ้าภายนอกอะตอม

Stern - Gerlach experiment (การทดลองของสเติน-เจอลาช)

– เป็นการทดลองครั้งแรกที่แสดงให้เห็นว่าโมเมนตัมเชิงมุมของอิเลกตรอนมีลักษณะควอนไตซ์ กล่าวคือเมื่อยิงอะตอมผ่านสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มไม่สม่ำเสมอจะปรากฏเป็นสององค์ประกอบบนฉากรับภาพ

T.

Transformation, Galilean (การแปลงกรอบอ้างอิงแบบกาลิเลียน)

– เป็นการแปลงพิกัดจากกรอบอ้างอิงหนึ่งไปยังกรอบอ้างอิงอื่นซึ่งเคลื่อนที่สัมพัทธ์กันด้วยความเร็วคงที่

Transition (การเปลี่ยนสถานะ)

– ในนิวเคลียสหรือในอะตอมการเปลี่ยนสถานะเป็นไปตามกฎการคัดเลือก

U.

Ultraviolet catastrophe (ความล้มเหลวในช่วงอุลตร้าไวโอเลต)

– ในการอธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำตามกฎของเรย์เลห์และจีนส์นั้น ปริมาณการแผ่รังสีจะมีค่าเข้าใกล้อนันต์เมื่อความยาวคลื่นเข้าใกล้ศูนย์โดยที่อุณหภูมิจะมีค่าเท่าใดก็ตาม การอธิบายนี้ไม่สอดคล้องกับการทดลอง

Uncertainty principle (หลักแห่งความไม่แน่นอน)

– เป็นหลักที่ไฮเซนเบอร์กคิดขึ้น มีใจความว่า ไม่สามารถวัดค่าตำแหน่งและ

โมเมนตัม (หรือคู่ของตัวแปรที่สังยุคกันอื่น ๆ เช่น เวลาและพลังงาน) ได้ถูกต้องพร้อม ๆ กัน โดยจะมีผลคูณของความไม่แน่นอนในการวัดของค่าทั้งสองมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าคงตัวของแพลงค์

W.

Wave function (ฟังก์ชันคลื่น)

– เป็นฟังก์ชันที่ใช้อธิบายคลื่นที่คล้องจองกับอนุภาคที่เคลื่อนที่

Wave packet (กลุ่มคลื่น)

– เป็นกลุ่มคลื่นที่เกิดจากการรวมกันของคลื่นหลายคลื่นที่มีความยาวคลื่นต่างกัน ทำให้เกิดอำพนแปรเปลี่ยนอยู่ในบริเวณจำกัด อนุภาคที่คล้องจองกับกลุ่มคลื่นนี้จะมีความเร็วของอนุภาคเท่ากับความเร็วของกลุ่มคลื่นนี้

Work function (เวิร์คฟังก์ชัน)

– เป็นค่าพลังงานที่อิเลกตรอนต้องใช้เพื่อให้หลุดพ้นจากผิวโลหะ

X.

X-rays (รังสีเอ็กซ์)

– เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีอำนาจทะลุทะลวงสูง โดยมีความถี่อยู่ระหว่างรังสีอุลตร้าไวโอเลตและรังสีแกมม่า อาจเกิดจากปรากฏการณ์บรีมสตราลัง (Bremstrahlung) หรือเกิดจากการเปลี่ยนสถานะของอิเลกตรอนในอะตอม

Z.

Zeeman effect (ปรากฏการณ์ซีแมน)

– ปรากฏการณ์ที่ทำให้ระดับพลังงานของอะตอมเปลี่ยนไปเนื่องจากมีสนามแม่เหล็กภายนอกผ่านเข้ามาในอะตอม อาจเป็นกรณีปกติเมื่อไม่คิดสปินของอิเลกตรอน และเป็นกรณีแบบผิดปกติ (anomalous) เมื่อคิดสปินของอิเลกตรอน