

Ôn CLT

1. Ứng dụng các kiến thức của chương 1, 2, và 3 [cho bài toán trong không gian 3D]:

- Hàm sóng, ý nghĩa vật lý của hàm sóng, chuẩn hóa, hệ thức bất định.
- Phương trình Schrödinger tổng quát [thế năng phụ thuộc thời gian], phương trình Schrödinger không phụ thuộc thời gian. Toán tử Hamilton [tương ứng năng lượng toàn phần]. Giao hoán tử...
- Giếng thế vuông vô hạn. [Hàm sóng, năng lượng, dạng thế năng]
- Dao động tử điều hòa. [Hàm sóng (sẽ cho biết nếu có ra thi), năng lượng, dạng thế năng]
- Hạt tự do [hàm sóng, năng lượng, bó sóng]
- Chương 3: Hình thức luận
 - bra, ket
 - Ý nghĩa thống kê của hàm sóng
 - ~~Hàm sóng trong không gian động lượng. Liên hệ giữa hàm sóng trong không gian thường và không gian động lượng [qua phép biến đổi Fourier].~~
 - ...

[Nội dung trên thuộc về thi giữa kỳ nhưng vẫn cần để vận dụng cho các phần sau (là trọng tâm của thi cuối kỳ)]

2. Hạt trong không gian 3D

- Tọa độ Descartes
 - Viết phương trình Schrödinger [tổng quát/độc lập thời gian] trong 3D
 - Ý nghĩa hàm sóng trong 3D; điều kiện chuẩn hoá.
 - Trường hợp thế năng có thể tách thành 3 thành phần độc lập nhau:
 $V(x, y, z) = V_x(x) + V_y(y) + V_z(z)$
Áp dụng cho bài toán “quantum dot” [dot hộp vuông]
- Tọa độ cầu
 - Phương trình Schrödinger trong tọa độ cầu [không cần học thuộc].
 - PT này được tách thành phần bán kính (có nghiệm R) và góc (nghiệm Y).
Nghiệm có dạng $\psi_{nlm}(r, \theta, \phi) = R_{nl}(r)Y_l^m(\theta, \phi)$.
 - Chú ý mối liên hệ giữa các số lượng tử n, l, m .
 - Tính được $Y_l^m(\theta, \phi)$ theo đa thức Legendre. Nếu cần thì đề sẽ cho công thức. Cần biết cách dùng công thức.
 - Áp dụng cho bài toán “quantum dot” cầu.
- Nguyên tử hydro
 - Tìm được nghiệm $\psi_{nlm}(r, \theta, \phi) = R_{nl}(r)Y_l^m(\theta, \phi)$ vì $R_{nl}(r)$ được tính theo đa thức Laguerre (liên kết). Không yêu cầu học thuộc nhưng cần biết sử dụng công thức. Nếu cần thì công thức được cho trong đề.
 - ĐK trực chuẩn:

$$\int \psi_{n'l'm'}^* \psi_{nlm}(r, \theta, \phi) r^2 \sin\theta dr d\theta d\phi = \delta_{nn'} \delta_{ll'} \delta_{mm'}$$

ĐK trực chuẩn cho hàm cầu $Y_l^m(\theta, \phi)$:

$$\int_0^{2\pi} \int_0^\pi [Y_l^m(\theta, \phi)]^* [Y_{l'}^{m'}(\theta, \phi)] \sin \theta d\theta d\phi = \delta_{ll'} \delta_{mm'}$$

- Các số lượng tử:
 - Số lượng tử chính $n = 1, 2, 3 \dots$
 - Số lượng tử quỹ đạo $l = 0, 1 \dots n - 1$
 - Số lượng tử từ: $m = -l, -l + 1, \dots, -1, 0, 1, \dots, l - 1, l$
- Với các công thức cho trước, xác định được năng lượng và hàm sóng của hệ ở các trạng thái kích thích khác nhau.
- Vận dụng để giải được bài tập liên quan [xem lại các bài tập đã cho các bạn].

3. Mômen động lượng

- Các toán tử thành phần của L : L_z, L_x, L_y ; giao hoán tử của chúng (không cần học thuộc).
- Toán tử L^2 và L_z
- Hàm riêng và trị riêng của L^2 và L_z
- Vận dụng cho các bài tập liên quan. Xem các bài tập đã cho.

4. Spin

- Hàm riêng và trị riêng của S^2 và S_z .
- Hạt spin 1/2.
- Với các công thức cho trước, xác định [dẫn ra] các toán tử S^2 và S_z, S_x, S_y
- Với các công thức cho trước, xác định [dẫn ra] hàm riêng và trị riêng của các toán tử S_z, S_x, S_y
- Vận dụng vào các bài tập liên quan, ví dụ:
 - Cho trước spinor tổng quát $\chi = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$, trong đó có chứa hằng số A . Hãy các định A (thực dương).
 - Cho $\chi = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$. Nếu đo spin của hạt spin 1/2 [electron...] theo trục x (hoặc y, z) thì có thể thu được những giá trị khả dĩ nào, với xác suất tương ứng là bao nhiêu? Tính giá trị trung bình...

5. Electron trong từ trường

- Từ trường đều: Cho trước toán tử Hamiltonian $\mathbf{H} = -\gamma B_0 \mathbf{S}_z$ (biết \mathbf{S}_z), cần xác định được hàm riêng và trị riêng của \mathbf{H}
 - \mathbf{H} giao hoán với \mathbf{S}_z nên có cùng hàm riêng với \mathbf{S}_z , tức là spinor χ_+ và χ_- ;
 - Xác định trị riêng E : chỉ cần thế trị riêng của \mathbf{S}_z vào công thức \mathbf{H} đã cho ở trên.
 - Từ đây xác định được trạng thái spinor ở thời gian t , $\chi(t)$
- Từ trường không đều

6. Hệ nhiều hạt

- Viết [không dẫn ra] phương trình Schrödinger cho hệ 2 hoặc 3 hạt
- Ý nghĩa hàm sóng 2 hạt [xác suất, điều kiện chuẩn hóa]
- Hệ 2, 3 ... N hạt có thể phân biệt và không tương tác với nhau
 - Phương trình Schrödinger
 - Xem kỹ lại ví dụ đã có trong sách/slides và đã làm qua trong giờ giảng.
- Hệ hạt đồng nhất
 - Hàm sóng hệ 2 hạt không đồng nhất
 - Hai loại hạt boson và fermion

- Nguyên lý loại trừ Pauli
- Hàm sóng hệ N hạt không đồng nhất
- Vận dụng cho một số bài toán.