

KỲ THI TUYỂN SINH SAU ĐẠI HỌC NĂM 2008

Môn thi: VẬT LÝ LÝ THUYẾT

(dành cho Cao học)

Thời gian làm bài: 180 phút

Câu I. Trạng thái của một hạt được mô tả bằng hàm sóng

$$\psi(x) = Ae^{-\frac{x^2}{2a^2} + ikx},$$

trong đó A, a và k là những hằng số.

- Xác định thừa số chuẩn hóa A . Tìm tọa độ x để cho mật độ xác suất tìm thấy hạt $\rho(x)$ có giá trị lớn nhất.
- Hãy tính các giá trị trung bình $\overline{\Delta x^2}, \overline{\Delta p_x^2}$. Nghiệm lại hệ thức bất định giữa tọa độ và xung lượng.

Cho các công thức tích phân sau:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}, \quad \int_{-\infty}^{+\infty} x e^{-\alpha x^2} dx = 0, \quad \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha^3}}.$$

Câu II. Dựa trên toán tử tọa độ và toán tử động lượng, các hệ thức giao hoán giữa các toán tử tọa độ và toán tử động lượng, hãy nêu định nghĩa và viết biểu thức của toán tử mômen động lượng quỹ đạo và các hình chiếu của nó trong hệ tọa độ Descartes.

Có thể đo được chính xác đồng thời hai hình chiếu của mômen động lượng quỹ đạo trên các phương khác nhau hay không? Chứng minh.

Câu III. Dùng phân bố chính tắc Gibbs, chứng minh định lý phân bố đều động năng theo các bậc tự do có dạng

$$\frac{p_i}{2} \frac{\partial H}{\partial p_i} = \frac{1}{2} kT,$$

trong đó k là hằng số Boltzmann, T là nhiệt độ tuyệt đối của hệ, hàm năng lượng H của hệ có tính chất $H \rightarrow +\infty$ khi xung lượng suy rộng $p_i \rightarrow \pm\infty$.

Sử dụng định lý phân bố đều động năng theo các bậc tự do nói trên và định lý virian, tìm năng lượng trung bình của dao động tử điều hòa tuyến tính cổ điển.

Câu IV.

- Lập luận để dẫn ra phân bố chính tắc lượng tử. Điều kiện chuẩn hóa, tổng trạng thái và năng lượng tự do trong phân bố chính tắc lượng tử.
- Từ phân bố chính tắc lượng tử, hãy thiết lập biểu thức thống kê Maxwell-Boltzmann lượng tử.

Câu V. Trong cơ học lượng tử, phổ năng lượng của một dao động tử điều hòa một chiều không bị suy biến và có dạng

$$\epsilon_n = \hbar\omega \left(n + \frac{1}{2} \right),$$

trong đó $n = 0, 1, 2, 3, \dots$, ω là tần số dao động. Hãy tính năng lượng tự do và entropy của hệ N dao động tử điều hòa một chiều độc lập, dao động với cùng một tần số.