

Квантова механика упражнения

Андон Рангелов, кабинет В 39, email: rangelov@phys.uni-sofia.bg, интернет страница за задачите от семинарите <http://course.quantum-bg.org>

I. СТАЦИОНАРНО УРАВНЕНИЕ НА ШРЪДИНГЕР

Вълновата функция $\Psi(\xi, t)$ е квадратично интегрируема, непрекъсната и нормирана. Състоянията в които енергията има определени стойности се наричат стационарни. Уравнението за собствените стойности на оператора на Хамилтън се нарича стационарно уравнение на Шрьодингер ($H(\xi)\Psi(\xi) = E\Psi(\xi)$).

A. Използвайки стационарното уравнение на Шрьодингер определете:

1.1.1 Вълновата функция на свободна частица с енергия E и маса m (за едномерният случай).

1.1.2 Енергията на частица с маса m и вълнова функция $\Psi(r) = (A \exp(-ikr) + B \exp(ikr))/r$ където $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ е разстоянието на частицата до началото на координатната система. Частицата свободна ли е, или е в свързано състояние?

1.1.3 Енергетичните нива и вълновата функция на частица с маса m намираща се в безкрайно дълбока едномерна яма с потенциал $U(x) = 0$ за $0 < x < a$ и $U(x) = \infty$ за $x < 0$ или $x > a$.

1.1.4 Енергетичните нива и вълновата функция на частица с маса m намираща се в потенциална кутия. Потенциала на кутията се дава с $U(x, y, z) = U(x) + U(y) + U(z)$ където: $U(x) = 0$ за $0 < x < a$ и $U(x) = \infty$ за $x < 0$ или $x > a$, $U(y) = 0$ за $0 < y < b$ и $U(y) = \infty$ за $y < 0$ или $y > b$, $U(z) = 0$ за $0 < z < c$ и $U(z) = \infty$ за $z < 0$ или $z > c$.

1.1.5 Енергетичните нива и вълновата функция на частица с маса m намираща се в потенциал от видът $U(x) = -a\delta(x)$.

1.1.6 Енергетичните нива и вълновата функция на частица с маса m намираща се в потенциал от видът $U(x) = -a\delta(x) + b\theta(x)$.

1.1.7 Най-малката стойност U_0 при която има свързано състояние с нулева енергия и нулев момент, на частица с маса m движеща се в потенциал от видът $U(r) = -U_0$ за $r < R$ и $U(x) = 0$ за $r > R$, където $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ е разстоянието от частицата до началото на координатната система.

1.1.8 Енергетичните нива и вълновата функция на частица с маса m намираща се в потенциал от видът $U(x) = 0$ за $0 < x < a$ и $U(x) = U_0$ за $x < 0$ или $x > a$.