

36. Найти уровни энергии частицы массы  $m$  в бесконечно глубокой потенциальной яме <sup>3-х мерной</sup> радиуса  $a$ .

37. Протон и нейтрон поляризованы под углом  $\alpha$  друг к другу. Какова вероятность обнаружить их в триплетном состоянии с проекцией  $M_S = 0$ ?

1. Частица массы  $m$  находится в потенциале  $V(x) = m\omega^2 x^2/2$  в состоянии с энергией  $E = 3\hbar\omega/2$ . Какова плотность вероятности обнаружить частицу в точке  $x = 0$ ?

48. Частица массы  $m$  находится в потенциале  $V(x) = m\omega^2 x^2/2$  в наименьшем энергетическом состоянии. Как связаны при этом дисперсии ее координаты и импульса?

32. Частица с энергией  $E < V_0$  налетает на прямоугольную потенциальную стенку высоты  $V_0$ . Какова плотность вероятности обнаружить частицу на расстоянии  $a$  перед стенкой?

45. Найти энергетические уровни, следующий за наименьшим, в одномерном потенциале  $V(x) = -\hbar^2/2m \Omega (\delta(x-a) + \delta(x+a))$ .

3. Частица массы  $m$  находится в одномерной симметричной прямоугольной потенциальной яме глубины  $V_0$  и шириной  $a$  в связанном состоянии с наименьшей энергией  $E_0$ . Какова плотность вероятности обнаружить ее в середине ямы?

16. Частица массы  $m$  находится в кулоновом поле притяжения  $V(r) = -\alpha/r$  в связанном состоянии с наименьшей энергией. Найти плотность вероятности обнаружить частицу в начале координат.

15. Электрон находится в центральном поле в состоянии  $|n, j, m\rangle$ . Какова вероятность обнаружить у него проекцию спина на ось  $z$  равную  $-1/2$ ?

4. Частица массы  $m$  находится в одномерной симметричной прямоугольной потенциальной яме глубины  $V_0$  и шириной  $a$  в связанном состоянии с наименьшей энергией  $E_0$ . Какова плотность вероятности обнаружить ее в середине ямы?

15. Электрон находится в центральном поле в состоянии  $|n, j, m\rangle$ . Какова вероятность обнаружить у него проекцию спина на ось  $z$  равную  $-1/2$ ?

13. В квазиклассическом приближении определить вероятность туннелирования частицы массы  $m$  сквозь одномерный потенциальный барьер высоты  $V_0$  и ширины  $a$  при энергии частицы  $0 < E < V_0$ .

46. Частица массы  $m$  находится в кулоновом поле притяжения  $V(r) = -\alpha/r$  в  $p$ -состоянии. Найти плотность вероятности обнаружить частицу в начале координат.

24. Протон и нейтрон поляризованы под углом  $\alpha$  друг к другу. Какова вероятность обнаружить их в синглетном состоянии?

20. Сколько уровней может быть в 3-мерной сферически-симметричной потенциальной яме глубины  $V_0$  и радиуса  $a$ , если  $(2mV_0)^{1/2} a/\hbar = \pi$ ?

12. Какова относительная интенсивность пятен в опыте Штерна-Герлаха, если угол между отклоняющим магнитным полем и поляризацией пучка электронов равен  $\pi/2$ ?

16. Магнитный момент частицы равен  $\vec{\mu} = \mu_S \vec{s} + \mu_L \vec{l}$ . Найти среднее значение  $\mu_z$  в состоянии  $|j, m_j\rangle$ .

22. Частица с энергией  $E = 2V_0$  налетает на прямоугольный полубесконечный потенциальный барьер высоты  $V_0$ . Какова вероятность отражения частицы от барьера?

22. Как изменится число уровней в одномерной симметричной прямоугольной потенциальной яме, если она станет в 4 раза уже?

12. В квазиклассическом приближении определить энергию основного состояния одномерного гармонического осциллятора.

41. Частица массы  $m$  находится в сферически-симметричной потенциальной яме глубины  $V_0$  и радиуса  $a$  в связанном состоянии с наименьшей энергией  $E_0$ . Какова вероятность обнаружить ее внутри ямы?

31. Найти вероятность прохождения частицы массы  $m$  с энергией  $E$  сквозь полупрозрачный барьер  $V(x) = \hbar^2/2m \Omega \delta(x)$ .

11. Как изменится число <sup>S-</sup>уровней в сферически симметричной потенциальной яме, если она станет в 2 раза глубже?

56. Найти среднее значение  $1/r^3$  в кулоновом состоянии  $|n, l, m\rangle$ .

15. В квазиклассическом приближении определить вероятность туннелирования частицы массы  $m$  сквозь одномерный потенциальный барьер вида  $V(x) = V_0 - ax^2$  при энергии частицы  $0 < E < V_0$ .

63. Найти расщепление  $2p$ -уровня водородоподобного атома при эффекте Штарка, если тонкая структура  $\gg e\mathcal{E}$ .

31. Найти вероятность прохождения частицы массы  $m$  с энергией  $E$  сквозь полупрозрачный барьер  $V(x) = \hbar^2/2m \Omega \delta(x)$ .

19. Поток частиц с энергией  $E < V_0$  падает на прямоугольную потенциальную стенку высоты  $V_0$ . Сколько частиц будет находиться на расстоянии  $a$  за стенкой, если падающая волна нормирована на 1 частицу в единице объема?  
 $0 \leq x \leq a$

59. Найти расщепление уровней тонкой структуры при нормальном эффекте Зеемана.

1. Частица массы  $m$  находится в потенциале  $V(x) = m\omega^2 x^2/2$  в состоянии с энергией  $E = 3\hbar\omega/2$ . Какова плотность вероятности обнаружить частицу в точке  $x = 0$ ?

58. Найти первую поправку к уровням энергии водородоподобного атома, обусловленную релятивистской поправкой к кинетической энергии  $-p^4/8m^3c^2$ .

35. Частица массы  $m$  находится в потенциале  $V(x) = m\omega^2 x^2/2$  в наименьшем энергетическом состоянии. Как связаны при этом дисперсии ее координаты и импульса?

22. Частица с энергией  $E = 2V_0$  налетает на прямоугольный полубесконечный потенциальный барьер высоты  $V_0$ . Какова вероятность отражения частицы от барьера?

7. Найти наименьший энергетический уровень в одномерном потенциале  $V(x) = -\hbar^2/2m \Omega (\delta(x-a) + \delta(x+a))$ .

70. При каких условиях на параметры  $\alpha, \beta, \gamma$  матрица

$$\rho = \begin{pmatrix} 1/2 + \alpha & \beta - i\gamma \\ \beta + i\gamma & 1/2 - \alpha \end{pmatrix}$$

будет спиновой матрицей плотности?

42. Частица массы  $m$  находится в сферически-симметричной потенциальной яме глубины  $V_0$  и радиуса  $a$  в связанном состоянии с энергией  $E < 0$  и орбитальным моментом  $l > 0$ . Какова плотность вероятности обнаружить ее в центре ямы?

11. Найти качественную зависимость между энергией и квазиимпульсом  $E(K)$  для периодического потенциала

$$V(x) = \frac{\hbar^2}{2m} \Omega \sum_n \delta(x + na)$$

17. Магнитный момент частицы равен  $\vec{\mu} = \mu_S \vec{s} + \mu_L \vec{l}$ . Найти среднее значение  $\mu_x$  в состоянии  $|jm_j\rangle$ .

11. Сколько <sup>s</sup>уровней может быть в 3-мерной сферически-симметричной потенциальной яме глубины  $V_0$  и радиуса  $a$ , если  $(2mV_0)^{1/2} a/\hbar = 2\pi$  ?

29. Частица массы  $m$  находится в сферически-симметричной потенциальной яме глубины  $V_0$  и радиуса  $a$  в связанном состоянии с энергией  $E < 0$  и орбитальным моментом  $l > 0$ . Какова плотность вероятности обнаружить ее в центре ямы ?

29. Магнитный момент частицы равен  $\vec{\mu} = \mu_S \vec{s} + \mu_L \vec{l}$ . Найти среднее значение <sup>и значения</sup>  $\mu_x$  в состоянии  $|jm_j\rangle$ .

18. Магнитный момент частицы равен  $\vec{\mu} = \mu_S \vec{s} + \mu_L \vec{l}$ . Найти среднее значение  $\mu_y$  в состоянии  $|jm_j\rangle$ .

57. Найти первую поправку к уровням энергии водородоподобного атома, обусловленную спин-орбитальным взаимодействием

$$V_{ls} = \frac{\hbar^2 e^2}{2m^2 c^2} \frac{Z}{r^3} \vec{l} \vec{s}.$$

60. Найти расщепление уровней водородоподобного атома при эффекте Пашена-Бака (тонкая структура сравнима с  $\mu_B H$ ).

10. Сколько уровней может быть в 3-мерной сферически-симметричной потенциальной яме глубины  $V_0$  и радиуса  $a$ , если  $(2mV_0)^{1/2} a/\hbar = \pi/4$  ?

49. Найти уровни энергии частицы массы  $m$  в <sup>(сферически-симметричной)</sup> бесконечно глубокой потенциальной яме <sup>глубины</sup> шириной  $a$ .

27. Электрон находится в центральном поле в состоянии  $|n j m_j\rangle$ . Какова вероятность обнаружить у него проекцию спина на ось  $z$  равную  $-1/2$ ?
25. Чему равно сверхтонкое расщепление уровней в атоме водорода, обусловленное спин-спиновым взаимодействием электрона и протона  $V = \alpha \vec{s}_e \vec{s}_p$ ?
2. Частица массы  $m$  находится в потенциале  $V(x) = m\omega^2 x^2/2$  в состоянии с энергией  $E = 3\hbar\omega/2$ . Какова плотность вероятности обнаружить частицу в точке  $x = 0$ ?
12. Какова относительная интенсивность пятен в опыте Штерна-Герлаха, если угол между отклоняющим магнитным полем и поляризацией пучка электронов равен  $\pi/2$ ?
43. Найти вероятность отражения частицы массы  $m$  с энергией  $E$  от полупрозрачного барьера  $V(x) = (\hbar^2/2m)\Omega \delta(x)$ .
19. Сколько уровней может быть в 3-мерной сферически-симметричной потенциальной яме глубины  $V_0$  и радиуса  $a$ , если  $(2mV_0)^{1/2} a/\hbar = \pi/4$ ?
39. Протон и нейтрон находятся в синглетном состоянии по полному спину. Какова вероятность обнаружить у них противоположные значения проекции спинов на ось  $\vec{n}$ ?
50. Вывести соотношение неопределенностей между дисперсиями проекций орбитального момента  $l_z$  и аксиального угла  $\varphi$ .
34. Частица с энергией  $E = 2V_0$  налетает на прямоугольный полубесконечный потенциальный барьер высоты  $V_0$ . Какова вероятность отражения частицы от барьера?

40. Найти средние значения проекции орбитального момента  $l_x, l_y$  в состоянии  $|lm\rangle$ .

19. Поток частиц с энергией  $E < V_0$  падает на прямоугольную потенциальную стенку высоты  $V_0$ . Сколько частиц будет находиться на расстоянии  $a$  за стенкой, если падающая волна нормирована на 1 частицу в единице объема?

30. Найти вероятность отражения частицы массы  $m$  с энергией  $E$  от полупрозрачного барьера  $V(x) = \hbar^2/2m \Omega \delta(x)$ .

28. Частица массы  $m$  находится в сферически-симметричной потенциальной яме глубины  $V_0$  и радиуса  $a$  в связанном состоянии с наименьшей энергией  $E_0$ . Какова плотность вероятности обнаружить ее в центре ямы?

2. Частица массы  $m$  находится в потенциале  $V(x) = m\omega^2 x^2/2$  в состоянии с энергией  $E = 3\hbar\omega/2$ . Какова плотность вероятности обнаружить частицу в точке  $x = 0$ ?

9. Частица массы  $m$  находится в поле притяжения  $V(r) = -\alpha/r^2$ . Найти значения орбитального момента частицы, при которых возможно ее падение на центр.

2. Частица массы  $m$  находится в потенциале  $V(x) = m\omega^2 x^2/2$  в состоянии с энергией  $E = 3\hbar\omega/2$ . Какова плотность вероятности обнаружить частицу в точке  $x = 0$ ?

23. Частица с энергией  $E = 2V_0$  налетает на прямоугольный полубесконечный потенциальный барьер высоты  $V_0$ . Какова вероятность прохождения частицы за барьер?

26. Протон и нейтрон находятся в синглетном состоянии по полному спину. Какова вероятность обнаружить у них одинаковые значения проекции спинов на ось  $\vec{n}$ ?

21. Частица с энергией  $E < V_0$  налетает на прямоугольную потенциальную стенку высоты  $V_0$ . Какова плотность вероятности обнаружить частицу на расстоянии  $a$  за стенкой?

36. Найти уровни энергии частицы массы  $m$  в бесконечно глубокой потенциальной яме ~~ширины~~ <sup>3-х мерной</sup> ~~глубины~~ <sup>глубины</sup>  $a$ .

37. Протон и нейтрон поляризованы под углом  $\alpha$  друг к другу. Какова вероятность обнаружить их в триплетном состоянии с проекцией  $M_S = 0$ ?

1. Частица массы  $m$  находится в потенциале  $V(x) = m\omega^2 x^2/2$  в состоянии с энергией  $E = 3\hbar\omega/2$ . Какова плотность вероятности обнаружить частицу в точке  $x = 0$ ?

48. Частица массы  $m$  находится в потенциале  $V(x) = m\omega^2 x^2/2$  в наименьшем энергетическом состоянии. Как связаны при этом дисперсии ее координаты и импульса?

32. Частица с энергией  $E < V_0$  налетает на прямоугольную потенциальную стенку высоты  $V_0$ . Какова плотность вероятности обнаружить частицу на расстоянии  $a$  перед стенкой?

45. Найти энергетический ~~уровень~~ <sup>абсолютно</sup> ~~следующий за наименьшим~~ <sup>следующий за наименьшим</sup> в одномерном потенциале  $V(x) = -\hbar^2/2m \Omega (\delta(x-a) + \delta(x+a))$ .

3. Частица массы  $m$  находится в одномерной симметричной прямоугольной потенциальной яме глубины  $V_0$  и шириной  $a$  в связанном состоянии с наименьшей энергией  $E_0$ . Какова плотность вероятности обнаружить ее в середине ямы?

16. Частица массы  $m$  находится в кулоновом поле притяжения  $V(r) = -\alpha/r$  в связанном состоянии с наименьшей энергией. Найти плотность вероятности обнаружить частицу в начале координат.

15. Электрон находится в центральном поле в состоянии  $|n j m_j\rangle$ . Какова вероятность обнаружить у него проекцию спина на ось  $z$  равную  $-1/2$ ?

4. Частица массы  $m$  находится в одномерной симметричной прямоугольной потенциальной яме глубины  $V_0$  и шириной  $a$  в связанном состоянии с наименьшей энергией  $E_0$ . Какова плотность вероятности обнаружить ее в середине ямы?

15. Электрон находится в центральном поле в состоянии  $|n j m_j\rangle$ . Какова вероятность обнаружить у него проекцию спина на ось  $z$  равную  $-1/2$ ?

13. В квазиклассическом приближении определить вероятность туннелирования частицы массы  $m$  сквозь одномерный потенциальный барьер высоты  $V_0$  и ширины  $a$  при энергии частицы  $0 < E < V_0$ .

46. Частица массы  $m$  находится в кулоновом поле притяжения  $V(r) = -\alpha/r$  в  $p$ -состоянии. Найти плотность вероятности обнаружить частицу в начале координат.

24. Протон и нейтрон поляризованы под углом  $\alpha$  друг к другу. Какова вероятность обнаружить их в синглетном состоянии?

44. Найти вероятность прохождения частицы массы  $m$  с энергией  $E$  сквозь полупрозрачный барьер  $V(x) = \hbar^2/2m \Omega \delta(x)$ .

20. Сколько уровней может быть в 3-мерной сферически-симметричной потенциальной яме глубины  $V_0$  и радиуса  $a$ , если  $(2mV_0)^{1/2} a/\hbar = \pi$ ?

12. Какова относительная интенсивность пятен в опыте Штерна-Герлаха, если угол между отклоняющим магнитным полем и поляризацией пучка электронов равен  $\pi/2$ ?

16. Магнитный момент частицы равен  $\vec{\mu} = \mu_S \vec{s} + \mu_L \vec{l}$ . Найти среднее значение  $\mu_z$  в состоянии  $|j m_j\rangle$ .

22. Частица с энергией  $E = 2V_0$  налетает на прямоугольный полубесконечный потенциальный барьер высоты  $V_0$ . Какова вероятность отражения частицы от барьера?

22. Как изменится число уровней в одномерной симметричной прямоугольной потенциальной яме, если она станет в 4 раза уже?

12. В квазиклассическом приближении определить энергию основного состояния одномерного гармонического осциллятора.

41. Частица массы  $m$  находится в сферически-симметричной потенциальной яме глубины  $V_0$  и радиуса  $a$  в связанном состоянии с наименьшей энергией  $E_0$ . Какова вероятность обнаружить ее внутри ямы?

31. Найти вероятность прохождения частицы массы  $m$  с энергией  $E$  сквозь полупрозрачный барьер  $V(x) = \hbar^2/2m \Omega \delta(x)$ .

11. Как изменится число <sup>S-</sup>уровней в сферически симметричной потенциальной яме, если она станет в 2 раза глубже?

56. Найти среднее значение  $1/r^3$  в кулоновском состоянии  $|nlm\rangle$ .

15. В квазиклассическом приближении определить вероятность туннелирования частицы массы  $m$  сквозь одномерный потенциальный барьер вида  $V(x) = V_0 - \alpha x^2$  при энергии частицы  $0 < E < V_0$ .

63. Найти расщепление  $2p$ -уровня водородоподобного атома при эффекте Штарка, если тонкая структура  $\gg \epsilon \ell$ .

31. Найти вероятность прохождения частицы массы  $m$  с энергией  $E$  сквозь полупрозрачный барьер  $V(x) = \hbar^2/2m \Omega \delta(x)$ .

19. Поток частиц с энергией  $E < V_0$  падает на прямоугольную потенциальную стенку высоты  $V_0$ . Сколько частиц будет находиться на расстоянии  $a$  за стенкой, если падающая волна нормирована на 1 частицу в единице объема?  
 $0 \leq x \leq a$

59. Найти расщепление уровней тонкой структуры при нормальном эффекте Зеемана.