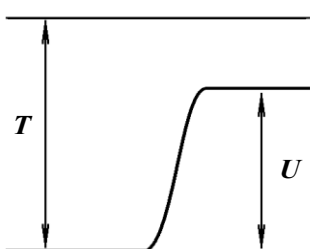
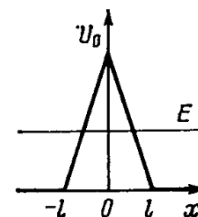


Атомная физика

Индивидуальное задание №6

Вариант № 1

1. Частица в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике шириной L находится в низшем возбужденном состоянии. Определите вероятность нахождения частицы в крайней правой четверти ящика. [0,091]
2. Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике. Найдите отношение разности соседних энергетических уровней $\Delta E_{n+1, n}$ к энергии E_n для $n = 3$. [0,78]
3. Электрон с энергией 4,9 эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути треугольный барьер (см. рис) высотой 5 эВ. При какой полуширине основания барьера l вероятность прохождения электрона через него будет равна 0,2? [18,6 нм]

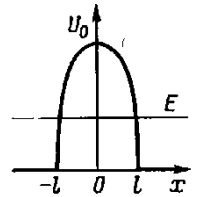


4. Частица движется слева в однородном потенциальном поле (см. рис.). Левее барьера, высота которого $U = 15$ эВ, кинетическая энергия частицы $T = 20$ эВ. Как и во сколько раз изменится дебройлевская длина волны частицы при переходе через барьер?

[Увел. в $\sqrt{T/(T-U)} = 2$]

Вариант № 2

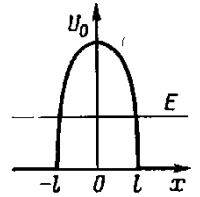
1. Электрон в одномерной потенциальной яме шириной L с бесконечно высокими потенциальными стенками находится в возбужденном состоянии ($n = 4$). Определите вероятность обнаружения электрона в первой четверти «ямы». [0,25]
2. Частица в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике шириной L находится в возбужденном состоянии ($n = 2$). Определите, в каких точках интервала ($0 < x < L$) плотность вероятности $|\psi(x)|^2$ нахождения частицы максимальна и минимальна. Постройте график. [Максимум – при x_1 и $x_3 = 3L/4$; минимум – при $x_2 = L/2$]
3. При каком отношении высоты ступенчатого потенциального барьера к энергии электрона, падающего на барьер, коэффициент отражения равен 0,5? [0,971]
4. Электрон с энергией 4,0 эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути потенциальный барьер вида $U(x) = U_0(1 - x^2/l^2)$ (см. рис), причем $U_0 = 10$ эВ, а $l = 0,1$ нм. Определите коэффициент отражения от потенциального барьера.



[0,953]

Вариант № 3

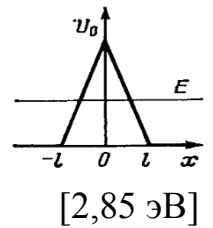
1. Частица находится в основном состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной L с абсолютно непроницаемыми стенками ($0 < x < L$). Найдите вероятность пребывания частицы в области $L/3 < x < 2L/3$. [0,61]
2. Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике шириной L . Определите среднее значение координаты $\langle x \rangle$ электрона ($0 < x < L$). [$\langle x \rangle = L/2$]
3. Кинетическая энергия электрона в два раза превышает высоту потенциального барьера в виде ступеньки. Определите коэффициент отражения и коэффициент прохождения электронов на границе барьера. [0,0295; 0,97]
4. Найти высоту U_0 потенциального барьера в форме параболы $U(x) = U_0(1 - x^2/l^2)$ (см. рис), если вероятность прохождения через барьер электрона с энергией $E = 1$ эВ равна 0,3; а ширина барьера $l = 1 \text{ \AA}$.



[2,08 эВ]

Вариант № 4

1. В одномерном бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике шириной L находится электрон. Вычислите вероятность нахождения электрона на первом энергетическом уровне во второй левой четверти ящика. [0,409]
2. Частица в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике шириной L находится в возбужденном состоянии ($n = 2$). Определите, в каких точках интервала ($0 < x < L$) плотность вероятности $|\psi(x)|^2$ нахождения частицы максимальна и минимальна. [$3L/4$; $L/2$]
3. Коэффициент прохождения электронов через низкий потенциальный барьер в виде ступеньки равен коэффициенту отражения. Определите, во сколько раз кинетическая энергия электронов больше высоты потенциального барьера. [1,03]
4. Найти высоту U_0 треугольного потенциального барьера (см. рис), если вероятность прохождения через барьер электрона с энергией $E = 1$ эВ равна 0,3; а ширина барьера $l = 1$ Å.



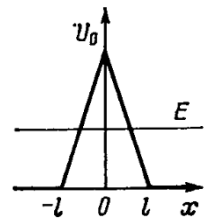
Вариант № 5

1. Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной L . Найдите вероятность того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии ($n = 2$), будет обнаружен в средней трети ящика. [0,195]
2. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Найдите ширину ямы, если разность энергии между уровнями с $n_1 = 2$ и $n_2 = 3$ равна 0,3 эВ. [2,5 нм]
3. Электрон с энергией $E = 100$ эВ попадает на потенциальный барьер высотой $U = 64$ эВ. Определите вероятность ρ отражения электрона от барьера.

$$[\rho = \left(\frac{\sqrt{E} - \sqrt{E - U_0}}{\sqrt{E} + \sqrt{E - U_0}} \right)^2 = 0,0625]$$

4. Найти вероятность прохождения электрона с энергией $E = 1$ эВ через треугольный потенциальный барьер (см. рис), если $U_0 = 2$ эВ, $l = 1$ Å.

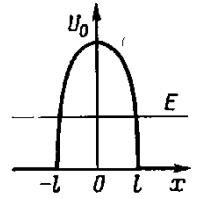
$$[D = \exp \left(-\frac{8}{3} l \frac{\sqrt{2m}}{\hbar U_0} (U_0 - E)^{\frac{3}{2}} \right) \approx 0,505]$$



Вариант № 6

1. Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике шириной L . Вычислите вероятность того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии ($n = 2$), обнаружен в средней трети ящика. [0,195]
2. Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике. Найдите отношение разности соседних энергетических уровней $\Delta E_{n+1,n}$ к энергии E_n для $n = 3$. [0,78]
3. Электрон с энергией 50 эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути бесконечно широкий прямоугольный потенциальный барьер высотой 20 эВ. Определите вероятность отражения электрона от этого барьера. [0,016]
4. Найти вероятность прохождения электрона с энергией $E = 0,75$ эВ через потенциальный барьер в форме параболы $U(x) = U_0(1 - x^2/l^2)$ (см. рис), если $U_0 = 1$ эВ, $l = 1 \text{ \AA}$.

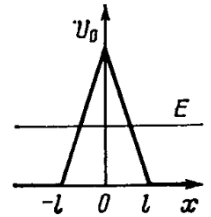
$$[D = \exp\left(-\frac{\pi l}{\hbar} \sqrt{\frac{2m}{U_0}} (U_0 - E)\right) \approx 0,67]$$



Вариант № 7

1. Частица находится в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике в основном состоянии. Какова вероятность нахождения частицы в средней трети ящика? [0,609]
2. Постройте график зависимости плотности вероятности от координаты для электрона, находящегося в бесконечно глубокой потенциальной яме шириной L при $n = 7$.
3. Моноэнергетический поток электронов с энергией 100 эВ падает на низкий потенциальный барьер бесконечной ширины. Определите высоту потенциального барьера, если известно, что 4 % падающих на барьер электронов отражается. [55,6 эВ]
4. Найти вероятность отражения электрона с энергией $E = 1$ эВ через треугольный потенциальный барьер (см. рис), если $U_0 = 2$ эВ, $l = 1$ Å.

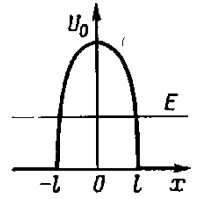
$$[R = 1 - \exp\left(-\frac{8}{3}l \frac{\sqrt{2m}}{\hbar U_0} (U_0 - E)^{\frac{3}{2}}\right) \approx 0,495]$$



Вариант № 8

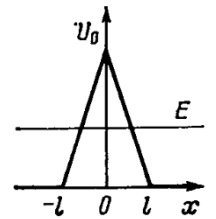
1. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной L с бесконечно высокими стенками находится в возбужденном состоянии ($n = 2$). Определите вероятность обнаружения частицы в области $3L/8 \leq x \leq 5L/8$. [0,091]
2. Вычислите отношение вероятностей P_1/P_2 нахождения электронов на первом и втором энергетических уровнях в интервале $L/4$, равноудаленном от стенок одномерной потенциальной ямы шириной L с бесконечно высокими стенками. [5,22]
3. Электрон с энергией 100 эВ падает на потенциальный барьер в виде ступеньки высотой 64 эВ. Определите вероятность того, что электрон отразится от барьера. [0,03]
4. Найти полуширину l основания потенциального барьера в форме параболы $U(x) = U_0(1 - x^2/l^2)$ (см. рис), если вероятность отражения от барьера электрона с энергией $E = 0,5$ эВ равна 0,95; а высота барьера $U_0 = 1$ эВ.

[0,373 нм]



Вариант № 9

1. Частица находится в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике в основном состоянии. Какова вероятность нахождения частицы во второй четверти ящика? [0,409]
2. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы такова, что энергетические уровни расположены весьма плотно. Найти плотность уровней dN/dE , т.е. их число на единичный интервал энергии, в зависимости от E . Вычислить dN/dE для $E = 1,0$ эВ, если $l = 1,0$ см.
3. Электрон с энергией 100 эВ падает на потенциальный барьер в виде ступеньки высотой 150 эВ. Во сколько раз надо увеличить энергию электронов, чтобы от барьера отражалось 75% частиц. [1,51]
4. Электрон с энергией 4,9 эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути треугольный барьер (см. рис) высотой 5 эВ. При какой полуширине основания барьера l вероятность отражения электрона от барьера будет равна 0,5? [8,0 нм]



Вариант № 10

1. Частица находится в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике в основном состоянии. Какова вероятность нахождения частицы интервале $2l/5 < x < 3l/5$? [0,387]
2. Вычислите отношение вероятностей P_1/P_2 нахождения электронов на первом и втором энергетических уровнях в интервале $L/2$, равноудаленном от стенок одномерной потенциальной ямы шириной L с бесконечно высокими стенками. [1,63]
3. Электрон с энергией 100 эВ падает на потенциальный барьер в виде ступеньки высотой 150 эВ. Во сколько раз надо увеличить энергию электронов, чтобы через барьер могло пройти 75% частиц. [1,69]
4. Найти полуширину l основания потенциального барьера в форме параболы $U(x) = U_0(1 - x^2/l^2)$ (см. рис), если коэффициент прохождения через барьер для электрона с энергией $E = 0,95$ эВ равен 0,9; а высота барьера $U_0 = 1$ эВ.

[0,131 нм]

