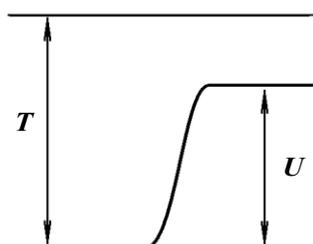
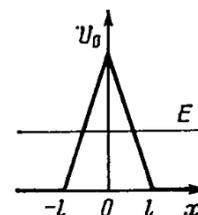


Вариант № 1

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]

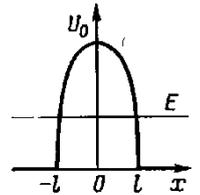


4. Частица движется слева в однородном потенциальном поле (см. рис.). Левее барьера, высота которого  $U = 15$  эВ, кинетическая энергия частицы  $T = 20$  эВ. Как и во сколько раз изменится дебройлевская длина волны частицы при переходе через барьер?

[Увел. в  $\sqrt{T/(T-U)} = 2$ ]

## Вариант № 2

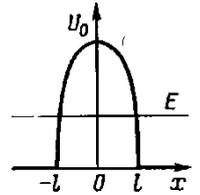
1. Электрон в одномерной потенциальной яме шириной  $L$  с бесконечно высокими потенциальными стенками находится в возбужденном состоянии ( $n = 4$ ). Определите вероятность обнаружения электрона в первой четверти «ямы». [0,25]
2. Частица в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике шириной  $L$  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

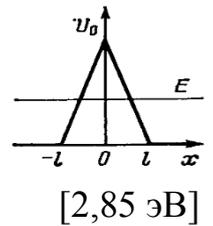
1. Частица находится в основном состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $L$  с абсолютно непроницаемыми стенками ( $0 < x < L$ ). Найдите вероятность пребывания частицы в области  $L/3 < x < 2L/3$ . [0,61]
2. Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном потенциальном ящике 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.



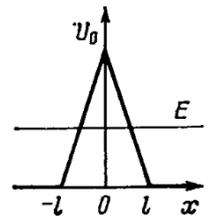
### Вариант № 5

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  $\rho$  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.

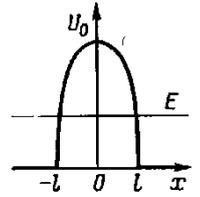
$$[D = \exp \left( -\frac{8}{3} l \frac{\sqrt{2m}}{\hbar U_0} (U_0 - E)^{\frac{3}{2}} \right) \approx 0,505]$$



### 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,  $l = 1$  Å.

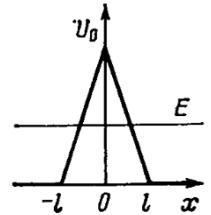
$$[D = \exp\left(-\frac{\pi l}{\hbar} \sqrt{\frac{2m}{U_0}} (U_0 - E)\right) \approx 0,67]$$



### 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]

