

Билет 4

1. Прохождение частицы через потенциальный барьер.

Туннельный эффект.

Рассмотрим простейший потенциальный барьер прямоугольной формы. Для одномерного (по оси x) движения частицы.

$$U(x) = \begin{cases} \infty, & x < 0 & \text{(для области 1)} \\ 0, & 0 \leq x \leq 1 & \text{(для области 2)} \\ 0, & x > 1 & \text{(для области 3)} \end{cases}$$

где l —ширина ямы, а энергия отсчитывается от ее дна, U —высота. Частица, обладая энергией E , либо беспрепятственно пройдет над барьером (при $E > U$), либо отразится от него (при $E < U$) и будет двигаться в обратную сторону. Для микрочастица, даже при $E > U$, имеется вероятность отражения от барьера, и при $E < U$

имеется вероятность отражения от барьера, и при $E < U$ есть вероятность проникновения через барьер. Это следует из решения уравнения Шредингера, описывающего движение микрочастицы

$$\frac{\partial^2 \psi_{1,3}}{\partial x^2} + k^2 \psi_{1,3} = 0 \qquad \frac{\partial^2 \psi_2}{\partial x^2} + q^2 \psi_2 = 0$$

для областей 1 и 3 $k^2 = 2mE/\hbar^2$; для области 2 $q^2 = 2m(E-U)/\hbar^2$

Общие решения этих диф. уравнений:

$$\Psi_1(x) = A_1 e^{ikx} + B_1 e^{-ikx} \quad (\text{для области 1}) ; \Psi_2(x) = A_2 e^{iqx} + B_2 e^{-iqx} \quad (\text{для области 2})$$

$$\Psi_3(x) = A_3 e^{ikx} + B_3 e^{-ikx} \quad (\text{для области 3}).$$

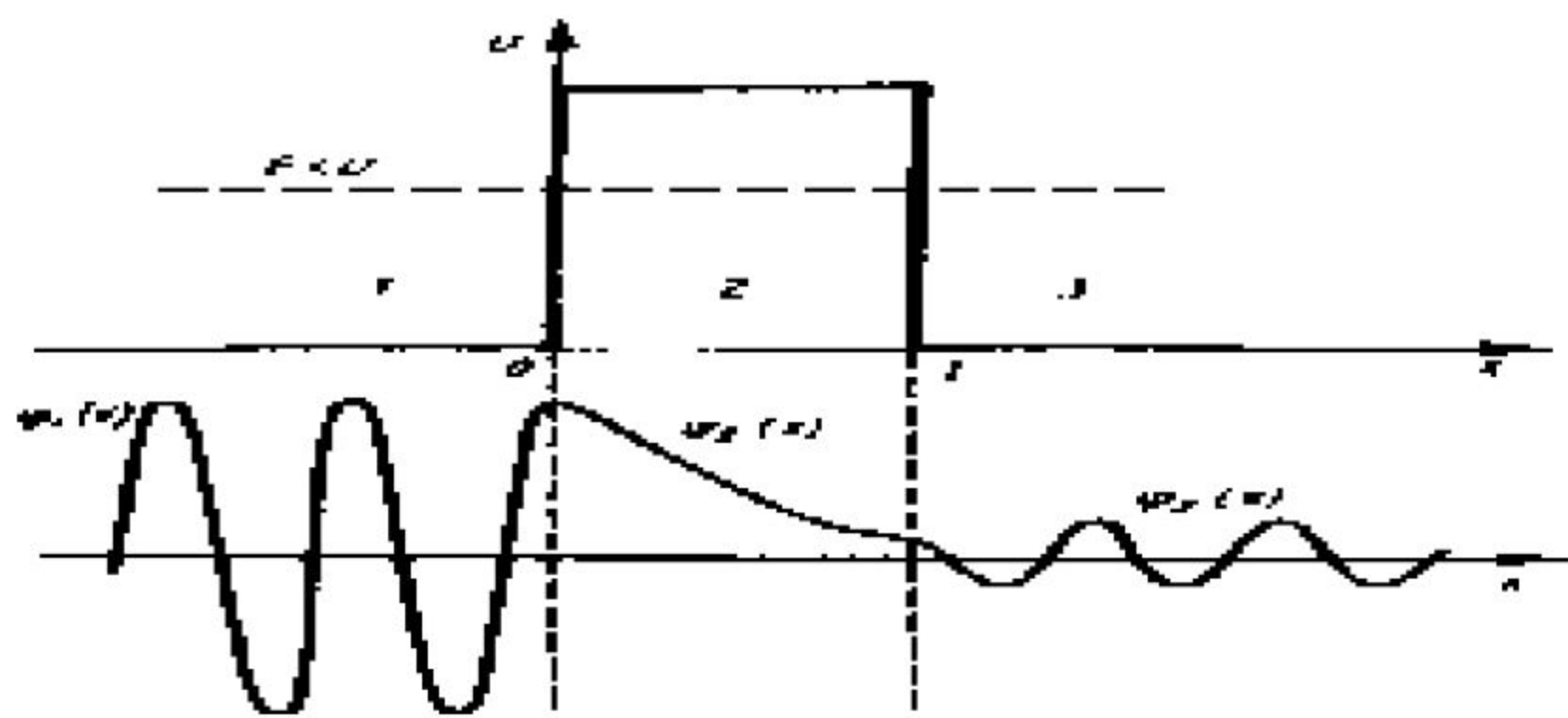
В частности, для области 1 полная волновая, будет иметь вид $\psi_1(x, t) = \psi_1(x) e^{-(i/\hbar)Et} = A_1 e^{-(i/\hbar)(Et - px)} + B_1 e^{-(i/\hbar)(Et + px)}$ (в этом выражении первый член

представляет собой плоскую волну вдоль x , другой –

представляет собой плоскую волну вдоль x , другой – волну, распространяющаяся в обратную сторону). В области 3 есть только прошедшая сквозь барьер волна и поэтому $V_3=0$. Для области 2 $q=i\beta$; $\beta=\sqrt{2m(E-U)}/\hbar$.

Получили $\Psi_1(x)=A_1e^{ikx}+B_1e^{-ikx}$, $\Psi_2(x)=A_2e^{-\beta x}+B_2e^{\beta x}$, $\Psi_3(x)=A_3e^{ikx}$

Качественный характер функций $\psi_1(x)$, $\psi_2(x)$, $\psi_3(x)$ (см. рис 2), откуда следует, что волновая функция не равна нулю и внутри барьера, а в области 3, если барьер не очень широк, будет опять иметь вид волн де Бройля с тем же импульсом, т.е. с той же частотой, но с меньшей амплитудой. Т.о. приходим к явлению – туннельный эффект, когда микрочастица может пройти сквозь потенциальный барьер.



Билет 4

2. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.

Виды радиоактивных излучений.

Радиоактивность – способность некоторых атомов ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра с испусканием различных видов радиоактивных излучений и элементарных частиц. Различают естественную (наблюдается у неустойчивых изотопов, сущ. в природе) и искусственную (у изотопов, полученных в термоядерных реакциях) радиоактивность.

Радиоактивное излучение бывает 3 типов: α - , β - и γ -излучение.

α -Излучение отклоняется электрическим и магнитным полями, обладает высокой ионизирующей и малой проникающей способностью. α -Излучение представляет

проникающей способностью. α -Излучение представляет собой поток ядер гелия.

β -Излучение отклоняется электрическим и магнитными полями, его ионизирующая способность значительно меньше, а проникающая гораздо больше чем у α -частиц. β -Излучение представляет собой поток быстрых электронов.

γ -Излучение не отклоняется электрическим и магнитным полями, обладает относительно малой ионизирующей и очень большей проникающей способностью, при прохождении через кристаллы обнаруживается дифракция. γ -Излучение представляет собой коротковолновое электромагнитное излучение с чрезвычайно малой длиной волны $\lambda < 10^{-10}$ м и вследствие этого – ярко выраженные корпускулярные

вследствие этого – ярко выраженные корпускулярные свойства, т.е. является потоком частиц – γ -квантов (фотонов).

Радиоактивный распад – естественное радиоактивное превращение ядер, проходящее самопроизвольно.

Атомное ядро, испытывающее радиоактивный распад называется материнским, возникающее ядро – дочерним. $N=N_0e^{-\lambda t}$ – **закон радиоактивного распада**, согласно которому число нераспавшихся ядер убывает со временем по экспоненциальному закону.

λ – постоянная для данного радиоактивного вещества величина, наз. постоянной радиоактивного распада.

Бшмет 4

Фотон с энергией E_1 рассеивается на свободном e^- под углом θ . Считая, что e^- до соударения покоится, найдите E_2 рассеянного фотона

Дано:

E_1
 θ

 $E_2 - ?$

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \lambda_c (1 - \cos \theta)$$

$$\lambda_c = \frac{h}{mc}$$

$$E_1 = \frac{hc}{\lambda_1}$$

$$E_2 = \frac{hc}{\lambda_2}$$

$$E_2 = \frac{hc}{\frac{hc}{E_1} + \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta)} = \frac{c}{\frac{c}{E_1} + \frac{1 - \cos \theta}{mc}}$$