Задачи на модуль

Теория возмущений, квазиклассика, теория рассеяния

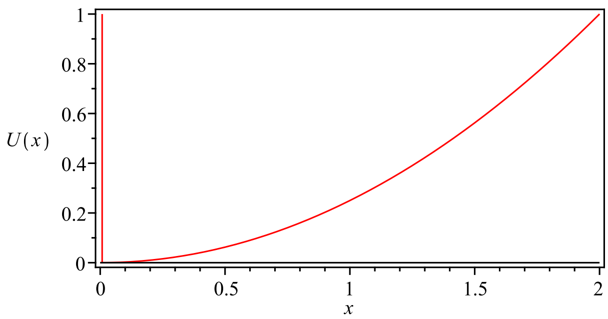
1. Найти поправку к энергии основного состояния атома водорода за счет конечного размера протона. Считать протон шариком размера R_p с однородным и изотропным распределением заряда.

2. Определить вероятность перехода в атоме водорода из основного состояния в ближайшее возбужденное при внезапном включении слабого электрического поля.

3. Найти в первом порядке теории возмущений вероятность ионизации в единицу времени из основного состояния частицы в одномерной δ-образной яме под действием однородного периодического по времени электрического поля.

4. В модели атома водорода Томсона положительный заряд (протон) не точечный, а равномерно размазан по шару радиуса R_0. Считая R_0 много больше боровского радиуса, найти низко возбужденные состояния такого атома и сравнить их с истинными.

5. Показать, что для потенциала, изображенного на рис., условие



квазиклассического квантования имеет вид

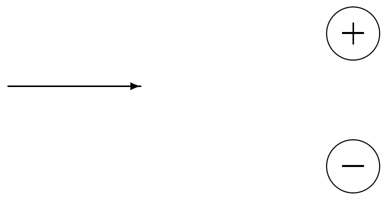
$$\int_0^{x_0} \mathrm{d}x \sqrt{2m(E_n - U(x))} = \pi(n + 3/4), \quad U(x_0) = E_n.$$

6. Частица движется в плоскости, ограниченная непроницаемым эллипсом ($x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$) с полуосями $a \gg b$ и находится в основном состоянии. В некоторый

момент времени часть эллипса с $x > a/2$ удаляют (см. рис). Найти время вылета частицы из эллипса в квазиклассическом приближении.

6. Найти коэффициент отражения частицы с энергией $E = U_0/2$ от одномерного потенциала
$$U(x) = \frac{a^2 U_0}{x^2 + a^2}, \quad U_0 \ll \frac{\hbar^2}{ma^2}.$$

7. Сферические потенциальные яма и горб радиуса a, глубины и высоты U_0, соответственно, расположены на расстоянии d друг от друга (их центры), причем прямая, соединяющая их центры, перпендикулярна направлению движения падающих частиц.



Найти дифференциальное сечение рассеяния на таком потенциале в борновском приближении. Подробно обсудить условия применимости полученных выражений.

8. Найти сечение рассеяния медленных частиц (энергия частиц $E \ll \hbar^2/ma^2$) на сферически симметричном потенциале $U(r) = \lambda\delta(r - a)$.