*А.И. СЕРЫЙ*
БрГУ имени А.С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

# О МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ «ДЕЙТРОН»

Один из подходов к решению задач по физике – нумерация промежуточных формул со ссылками на них. Например: «Подставляя (2) в (1), получаем…». Существуют также подходы, связанные с построением графов и составлением системы уравнений [1, с. 69]. При всех достоинствах данных подходов, они нравятся не всем студентам. Рассмотрим альтернативный подход на примере изложения темы «дейтрон», где в качестве потенциала взаимодействия между протоном и нейтроном выбрана прямоугольная потенциальная яма [2, с. 9–12]. Выделим следующие этапы:
I. Записываем стационарное уравнение Шредингера для дейтрона в общем виде. II. Последовательно делаем все конкретизирующие подстановки, создавая схему (см. рисунок 1).

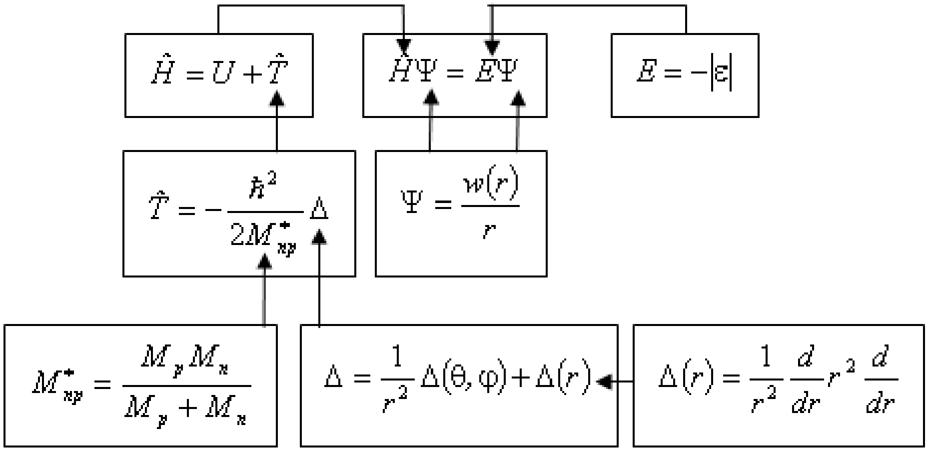


Рисунок 1 – Схема решения уравнения Шрёдингера для дейтрона

III. Записываем обыкновенное дифференциальное уравнение 2-го порядка для функции $w(r)$ в виде, который должен получиться после всех подстановок и преобразований на рисунке 1. Т.е. мы осуществляем «сборку» конечного уравнения. Переход к этому этапу можно предложить студентам в качестве самостоятельной работы. В результате получаем:

$$\frac{d^2 w(r)}{dr^2} - \frac{2M^*_{np}}{\hbar^2}\left(U + |\varepsilon|\right)w(r) = 0. \qquad (1)$$

IV. Решаем (1) во внутренней и внешней области. В методическом плане здесь хорошо использовать сравнительную таблицу 1.

Таблица 1 – Волновые функции дейтрона в модели прямоугольной потенциальной ямы во внутренней и внешней областях

| Область | Внутренняя: $r \le r_0$ | Внешняя: $r > r_0$ |
|---|---|---|
| Потенциальная энергия $U$ | $-\lvert V_0\rvert$ | 0 |
| Вид уравнения (1) | $\frac{d^2 w_1(r)}{dr^2} + \frac{2M^*_{np}}{\hbar^2}\left(\lvert V_0\rvert - \lvert\varepsilon\rvert\right)w_1(r) = 0$ | $\frac{d^2 w_2(r)}{dr^2} - \frac{2M^*_{np}}{\hbar^2}\lvert\varepsilon\rvert w_2(r) = 0$ |
| Переобозначения | $k_0^2 = \frac{2M^*_{np}}{\hbar^2}\left(\lvert V_0\rvert - \lvert\varepsilon\rvert\right)$ | $\alpha^2 = \frac{2M^*_{np}}{\hbar^2}\lvert\varepsilon\rvert$ |
| Вид уравнения с переобозначениями | $\frac{d^2 w_1(r)}{dr^2} + k_0^2 w_1(r) = 0$ | $\frac{d^2 w_2(r)}{dr^2} - \alpha^2 w_2(r) = 0$ |
| Решение в общем виде | $w_1(r) = C_1 \sin k_0 r + \tilde{C}_1 \cos k_0 r$ | $w_2(r) = C_2 e^{-\alpha r} + \tilde{C}_2 e^{\alpha r}$ |

| | | |
|---|---|---|
| Ограничения на волновую функцию | $\Psi_1(r) \xrightarrow[r \to 0]{} const$ | $\Psi_2(r) \xrightarrow[r \to +\infty]{} 0$ |
| К чему это приводит, согласно рис. 1 | $\frac{w_1(r)}{r} \xrightarrow[r \to 0]{} const$ | $\frac{w_2(r)}{r} \xrightarrow[r \to +\infty]{} 0$ |
| Как удовлетворить этим условиям | $\tilde{C}_1 = 0$ | $\tilde{C}_2 = 0$ |
| Окончательный вид функции $w(r)$ | $w_1(r) = C_1 \sin k_0 r$ | $w_2(r) = C_2 e^{-\alpha r}$ |
| Окончательный вид волновой функции | $\Psi_1(r) = \frac{C_1 \sin k_0 r}{r}$ | $\Psi_2(r) = \frac{C_2 e^{-\alpha r}}{r}$ |

Последние 2 этапа можно выполнять в произвольном порядке.
V. Находим глубину потенциальной ямы, приравнивая отношения волновой функции к её 1-й производной на границе потенциальной ямы с внутренней и внешней стороны. При этом константы $C_1, C_2$ сокращаются, а полученное трансцендентное уравнение решается численно и может быть предложено студентам в качестве задачи по программированию.
VI. Из условий нормировки и приравнивания внутренней и внешней волновых функций либо их первых производных на границе потенциальной ямы находим выражения для $C_1, C_2$. Получающаяся система алгебраических уравнений решается аналитически, что может быть выполнено студентами самостоятельно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физика: теория и технология решения задач : учеб. пособие / В.А. Бондарь [и др.]; под общ. ред. В.А. Яковенко. – Минск : ТетраСистемс, 2003. – 560 с.

2. Ситенко, А.Г. Лекции по теории ядра / А.Г. Ситенко, В.К. Тартаковский // М. : Атомиздат, 1972. – 351 с.