

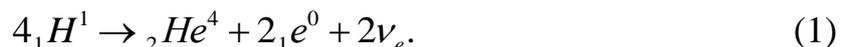
Изучено поведение параметров модели в зависимости от типа R-катиона. На основании моделирования импеданс-спектров построены эквивалентные схемы, описывающие электрические свойства образцов. Полученные результаты могут быть использованы как при исследованиях диэлектрических свойств ортоферритов редкоземельных элементов, так и при синтезе новых материалов с заданными физическими свойствами.

УДК 539.17, 37.012.7

**А. Н. ОНИЩУК**

### **НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА**

Известно, что энергия внутри Солнца выделяется за счет превращения четырех протонов в ядро гелия:



При изучении курса физики ядра полезно вычислить энергию, выделяющуюся в таком превращении. При расчете надо учесть, что масса ядра гелия в сумме с массой двух позитронов совпадает с массой нейтрального атома (пренебрегаем энергией связи электронов). Справа же надо ставить массу протона, а не нейтрального атома. Причем, чтобы получить результат с точностью до четырех значащих цифр, надо учитывать относительную массу протона с точностью минимум шесть знаков после запятой.

$$Q = 931,494(4 \cdot 1,007276 - 4,002603) = 24,69 \text{ (МэВ)} \quad (2)$$

В результате аннигиляции позитронов с электронами выделяется дополнительная энергия 2,044 МэВ. Суммарная энергия равна 26,73 МэВ.

Также при изучении курса физики ядра студенты знакомятся с проблемой солнечных нейтрино. Интересно рассмотреть задачу на вычисление плотности потока солнечных нейтрино на уровне земной орбиты. Для составления задачи мы посчитали плотность потока солнечных нейтрино из данных эксперимента [1, table 2]:  $j_\nu = 6,661 \cdot 10^{14} \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$ . Солнечная постоянная  $\Pi$  может быть принята равной 1361,5 Дж/м<sup>2</sup>. Число циклов (1), происходящих внутри Солнца за 1 секунду, равно

$$\frac{j_\nu 4\pi a^2}{2} = N_c. \quad (3)$$

Энергия, выделяющаяся в виде электромагнитного излучения за один цикл:

$$\check{I} \cdot 4\pi\check{\alpha}^2 / N_c = 2\check{I} / j_\nu = 4,088 \cdot 10^{-12} \text{ Дж} = 25,51 \text{ МэВ}. \quad (4)$$

Отсюда получается, что средняя энергия, уносимая нейтрино в одном цикле слияния протонов в ядро гелия, составляет 1,22 МэВ.

Студентам предлагается задача: *Оцените плотность потока солнечных нейтрино на уровне Земли. Солнечная постоянная равна 1361,5 Вт/м<sup>2</sup>. Средняя энергия, уносимая нейтрино в одном цикле слияния протонов в ядро гелия, составляет 1,22 МэВ.*

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Comprehensive measurement of *pp*-chain solar neutrinos / М. Agostini [et al.] // Nature. – 2018. – Vol. 562. – P. 505–518.

УДК 530.145.61, 37.012.7

### А. И. ПЫЗИК

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ПРОХОЖДЕНИЕ ЧАСТИЦ ЧЕРЕЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ БАРЬЕР

В курсе квантовой физики рассматриваются задачи на прохождение частицы через потенциальный барьер. Рассмотрим задачу 2.103 из задачника по квантовой физике И. Е. Иродова (М., 1991).

Частица массы  $m$  падает на прямоугольный потенциальный барьер, причем ее энергия  $E < U_0$ . Найти: а) коэффициент прозрачности  $D$  барьера; б) упростить полученное выражение для  $D$  в случае  $D \ll 1$ ; в) вероятность прохождения электрона и протона  $E = 5,0$  эВ сквозь этот барьер, если  $U_0 = 10,0$  эВ и  $l = 0,10$  нм.

В решении выводится формула для коэффициента прозрачности:

$$D = \left( 1 + \frac{U_0^2 \sinh\left[\frac{\sqrt{2m(U_0 - E)}l}{\hbar}\right]}{4E(U_0 - E)} \right)^{-1}. \quad (1)$$