

А.И. СЕРЫЙ, З.Н. СЕРАЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ОБ УРАВНЕНИЯХ ЧЕТВЕРТОЙ СТЕПЕНИ В ФИЗИКЕ И АСТРОФИЗИКЕ

В курсе математического моделирования и в некоторых разделах физики и астрофизики встречаются уравнения четвертой степени. Можно выделить следующие основные методы исследования таких уравнений: а) решение методом Феррари; б) исследование количества вещественных корней путем решения соответствующих кубических уравнений; в) численное решение уравнений. Аргументом в пользу третьего варианта обычно считается громоздкость точных формул метода Феррари для уравнений

четвертой степени и точных формул метода Кардано для кубических уравнений.

Представляет интерес сравнительная характеристика некоторых примеров уравнений четвертой степени. Были отобраны следующие примеры.

- I. Уравнение для радиуса r сферической заряженной капли [1, с. 137].
- II. Уравнение для химического потенциала (ХП) μ релятивистского электронного газа при низких отличных от нуля температурах [2, с. 11–13].
- III. Уравнение для степени спиновой поляризации (ССП) p_{0n} идеального нерелятивистского нейтронного газа при температуре абсолютного нуля (такое уравнение можно получить на основе сведений из [3, с. 16]).

Общую структуру уравнения четвертой степени представим в виде

$$x^4 + A_3x^3 + A_2x^2 + A_1x + A_0 = 0. \quad (1)$$

Для сравнительного анализа отобраны следующие вопросы. А. Физический смысл искомой величины x . Б. Выражения для коэффициентов, присутствующих в уравнении, и физический смысл входящих в них величин. В. Наличие параметра, значение которого может меняться, вследствие чего можно строить график зависимости решения от значения параметра.

Результаты сравнительного анализа оформлены ниже в виде таблицы, которая составлена на основе сведений из [1, с. 137; 2, с. 11–13; 3, с. 16] и может быть использована в образовательном процессе как при обобщении и закреплении теоретического материала по физике, астрофизике и основам математического моделирования, так и при составлении заданий к практическим и лабораторным занятиям по дисциплине «Основы математического моделирования».

Таблица – Сравнительная характеристика некоторых уравнений четвертой степени

Уравнение	А	Б	В
I	$\lambda = 1/r$, где r – радиус капли	$A_3 = 0, A_2 = 0, A_1 = -16\pi\sigma/q^2$, $A_0 = \frac{8\pi}{q^2} \left(\frac{RT}{\mu\nu_{жс}} \ln \frac{P}{P_0} + P_0 - P \right)$, где q – заряд капли, T – температура, P – давление насыщенного пара, P_0 – то же давление при температуре $T_0 = 273$ К, R – молярная газовая постоянная, μ – молярная масса водяного пара, $\nu_{жс}$ – удельный объем воды, σ – поверхностное натяжение воды	Да, поскольку можно менять P и T

Продолжение таблицы

II	ХП μ	$A_3 = 0$, $A_2 = (\pi k T)^2$, $A_1 = -3n_e \pi^2 (\hbar c)^3$, $A_0 = \pi^2 (k T)^2 m_e^2 c^4 / 2$, где \hbar – постоянная Планка, k – постоянная Больцмана, n_e – концентрация электронов, m_e – масса электрона c – скорость света в вакууме, T – температура	Да, поскольку можно менять n_e и T
III	ССП p_{0n}	$A_3 = -\frac{64}{27\Omega^3(B)}$, $A_2 = -\frac{2}{9}$, $A_1 = -\frac{4}{9}\Omega^3(B)$, $A_0 = 1 + \frac{1}{27}\Omega^6(B)$, $\Omega(B) = 4m_n \sigma_n \mu_n B (3\pi^2 \hbar^3 n_n)^{2/3}$, где μ_n – ядерный магнетон, $\sigma_n = -1,9126$ – отношение собственного магнитного момента нейтрона к ядерному магнетону, m_n – масса нейтрона, \hbar – постоянная Планка, n_n – концентрация нейтронов, B – индукция магнитного поля	Да, поскольку можно менять n_n и B

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1977. – Т. 3 : Электричество. – 688 с.
2. Серый, А.И. Аналитическое решение уравнения для химического потенциала релятивистского электронного газа при низких отличных от нуля температурах / А.И. Серый // МОЛОДЁЖЬ, НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ: сборник статей IV Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2021. – 286 с. – С. 11–13.
3. Секержицкий, В. С. Равновесные системы фермионов и бозонов в магнитных полях : монография / В. С. Секержицкий ; Брест. гос. ун-т имени А. С. Пушкина. – Брест : Изд-во БрГУ, 2008. – 198 с.