

УДК 372.85+53

А.И. СЕРЫЙ, З.Н. СЕРАЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

О КУБИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЯХ В ФИЗИКЕ

В курсе математического моделирования и в различных разделах физики встречаются кубические уравнения, основные методы исследования которых – следующие: а) решение по формулам Кардано; б) исследование

количества вещественных корней путем решения соответствующих квадратных уравнений; в) численное решение уравнений. Аргументом в пользу второго и третьего вариантов обычно считается громоздкость точных формул метода Кардано.

Для повышения качества образовательного процесса представляет интерес сравнительная характеристика некоторых известных примеров кубических уравнений. Для достижения указанной цели были отобраны следующие примеры.

I. Уравнение для положения равновесия x (отсчитываемого от положения равновесия в отсутствие растяжения) груза на пружине в однородном поле силы тяжести, если сила упругости нелинейна по x (отклонение от закона Гука) [1, с. 385]. II. Уравнение для фазовой скорости волн Рэлея [2, с. 404]. III. Уравнение для изотерм газа Ван-дер-Ваальса [3, с. 383].

Общую структуру кубического уравнения представим в виде

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

Для сравнительного анализа отобраны следующие вопросы. А. Физический смысл искомой переменной x . Б. Значения коэффициентов уравнения и физический смысл входящих в них величин. В. Наличие свободного параметра, значение которого можно менять, после чего строить график зависимости решения от значения этого параметра.

Результаты сравнительного анализа оформлены ниже в виде таблицы, которая составлена на основе сведений из [1, с. 385; 2, с. 404; 3, с. 383] и может быть использована в образовательном процессе как при обобщении и закреплении теоретического материала по дисциплинам «Физика» и «Основы математического моделирования», так и при составлении заданий к практическим и лабораторным занятиям по дисциплине «Основы математического моделирования».

Составление подобных таблиц можно предлагать учащимся как в виде самостоятельных творческих заданий при изучении отдельных дисциплин, так и в виде заданий при подготовке курсовых работ.

Таблица – Сравнительная характеристика некоторых уравнений

Уравнение	А	Б	В
I	Положение равновесия при растяжении пружины под действием силы тяжести, отсчитываемое от положения равновесия без растяжения (например, при горизонтальном расположении пружины)	$A_2 = k_2/k_3$, $A_1 = k_1/k_3$, $A_0 = -mg/k_3$, где m – масса груза, а k_1 , k_2 и k_3 – коэффициенты жесткости пружины при соответствующих степенях x	Да, поскольку можно менять, по крайней мере, m

II	c^2/c_l^2 , где c – фазовая скорость волн Рэлея, c_l – фазовая скорость поперечных волн	$A_2 = -8$, $A_1 = 8(3 - 2\xi^2)$, $A_0 = -16(1 - \xi^2)$, где $\xi = c_l/c_l$, c_l – фазовая скорость продольных волн	Для заданной среды – нет
III	V – объем газа	$A_2 = -(RT/P + b)$, $A_1 = a/P$, $A_0 = -ab/P$, где a , b – параметры газа Ван-дер-Ваальса, P – давление, T – температура, R – молярная газовая постоянная	Да (давление P)

Дальнейшее усложнение задачи может быть связано с поиском примеров по каждому разделу физики. При этом можно учесть, что некоторые уравнения, в общем случае являющиеся трансцендентными, при малых значениях отдельных параметров переходят в кубические. Таково, например, уравнение для угла, отсчитываемого от вертикального направления и соответствующего равновесному положению груза, закрепленного на жесткой пружине и находящегося на гладкой полусферической поверхности (при малых углах синус разлагается в ряд до кубического слагаемого).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1979. – Т. 1 : Механика. – 520 с.
2. Физическая энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол.: Д. М. Алексеев [и др.]. – М. : Большая рос. энцикл., 1994. – Т. 4 : Пойнтинга – Робертсона – Стримеры. – 704 с.
3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1975. – Т. 2 : Термодинамика и молекулярная физика. – 552 с.