

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПЫТА ФРАНКА И ГЕРЦА С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ MATHCAD

Минязева А.С., Беляев П.Л.

г.Бирск, ФГБОУ ВПО Бирский филиал БашГУ

Невозможно представить себе современную науку без широкого применения математического моделирования. Сущность этой методологии состоит в замене исходного объекта его «образом» - математической моделью - и дальнейшем изучении модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов. Элементы математического моделирования использовались с самого начала появления точных наук, и не случайно, что некоторые методы вычислений носят имена таких корифеев науки, как Ньютон и Эйлер, а слово «алгоритм» происходит от имени средневекового арабского ученого Аль-Хорезми. Сегодня компьютеры применяются для решения многочисленных и разнообразных других задач, таких, как обработка текста, графика и переработка больших массивов информации. [1] Они помогли по-новому взглянуть на многие физические и математические теории, привели к появлению новых идей и методов, изменили облик современного естествознания. Достаточно пролистать первое попавшееся научное издание или пройтись по любой физической лаборатории, чтобы всюду встретить компьютеры.

Говоря об использовании компьютеров в физике, можно выделить четыре направления:

1. Численный анализ.
2. Символьные преобразования.
3. Моделирование.
4. Управление в реальном времени. [2]

Численные методы описаны и реализованы в книгах и учебниках по численному анализу:

1. в книгах и учебниках по численному анализу;
2. в банках алгоритмов –NAG, IMSL,...(языки программирования Fortran, C в виде подпрограмм);
3. в математических пакетах MatLab, Maple, Mathematica, Origin, MathCad,...) в виде функций

В своей работе мы хотели показать роль компьютерного моделирования в физике, а именно в построении модели, позволяющей имитировать результаты опыта Франка и Герца.

Актуальность заключается в том, что компьютер создает немалые удобства для проведения опыта, значительно ускоряет и упрощает проведение эксперимента.

Как известно, опыт Франка и Герца подтвердил постулаты Бора, точнее, второй постулат, который говорит о том, что переход атомного электрона с одной стационарной орбиты на другую происходит с излучением определенной порции энергии ΔE_{nm} , равной разности электрона E_n и E_m этих стационарных состояний.

В опыте Франка и Герца использовался стеклянный сосуд, который после удаления воздуха наполнялся парами ртути. давление паров ртути составляло около 1 мм рт.ст. в сосуде имелся анод и сетка располагавшиеся непосредственно перед анодом. Потенциал сетки был выше потенциала анода приблизительно на 0,5 В. Поэтому электроны с энергией $E < 0,5$ эВ не могли достичь анода - они перехватывались сеткой.

Построить модель позволяющий имитировать результаты опыта Франка и Герца, а именно воспроизвести приближенно вольтамперную характеристику описанного выше устройства в интервале напряжения от 0 до $M_{max} = 15$ В, .

Если напряжение на аноде изменяется с шагом $\Delta v = V_{max}/n$, то есть равно $v_i = i\Delta v$, где $i = 1, 2, \dots, n$, то начальную энергию электронов E_i принимаем за

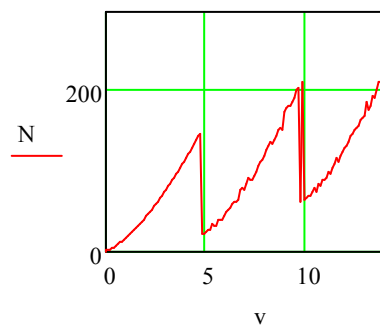
нормально распределенную случайную величину со средним значением v_i и дисперсией σ^2 : в среде MathCAD это $rnorm(1, v_i, \sigma)_0$.

$$V_{max} := 15 \quad n := 150 \quad \Delta v := \frac{V_{max}}{n} \quad \sigma := 0.1 \quad i := 1..n$$

$$v_i := i \cdot \Delta v \quad k := 1..4 \quad V_k := k \cdot 4.9$$

$$E_i := rnorm(1, v_i, \sigma)_0$$

$$N_k := A \cdot (v_i)^{\frac{3}{2}} \cdot (E_i < V_1) + \sum_{k=1}^3 \left[\left[p \cdot A \cdot (v_i)^{\frac{3}{2}} + A \cdot (E_i - V_k)^{\frac{3}{2}} \right] \cdot (V_k < E_i \wedge E_i < V_{k+1}) \right]$$



В данном случае компьютер служит инструментом компьютерного моделирования, при этом в программу для компьютера закладываются все существенные физические принципы.

По мере того как компьютер будет играть все большую роль в нашем понимании физических явлений, визуальное представление сложных численных результатов будет приобретать даже еще большую важность.

Литература

1. URL:http://encyclopaedia.big.ru/enc/science_and_technology/KOMPYUTER.html (дата обращения 18.04.16)
2. Воеводин, Тартышников, ред. Численные методы, параллельные вычисления и информационные технологии. 2008 год. 323 стр.

3. Шампайн Л. Ф., Гладвел И., Томпсон С. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием MATLAB: Учебное пособие. 2009 год

4. Сети ЭВМ и телекоммуникации [Электронный ресурс] : организационно-методические указания по освоению дисциплины / Сиб. федерал. ун-т ; сост.: Н. Г. Кузьменко, И. Н. Кузьменко. - Красноярск : ИПК СФУ, 2007.