

3. *Bandler John*. Design Optimization of Interdigital Filters Using Aggressive Space Mapping and Decomposition // IEEE Transactions On Microwave Theory And Techniques. — 1997. — Vol. 45. — No. 5, May.
4. *Батоврин В.К.* Развитие электронных образовательных ресурсов и технологий // Российская система открытого образования: Генеральная сетевая конференция. <http://conf.sssu.ru/phogums/read.php?f=32&i=126&t=8>.
5. *Лунаев В.В.* Стандарты, регламентирующие жизненный цикл сложных комплексов программ информационных систем. Институт системного программирования РАН // Инженерное образование: Электронный журн. — 2005. — № 8. <http://www.techno.edu.ru:16001/db/msg/26890.html>.

УДК 537.533.34

С.С.Касымов, М.Е.Шадский, К.Орныханкызы, А.С.Жанасбаева

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ MATHCAD ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ С ЦЕЛЬЮ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА

Физикалық мазмұны түсінікті, бірақ мектеп оқушыларымен шешуі мүмкін болмайтын қызықты есептердің мысалдары келтірілген. Себебі оқушылармен осындай есеп түрлерін шешу туынды, интегралдар мен дифференциалдық теңдеулер жөнінде білімді қажет етеді. Компьютер және компьютерлік математикалық жүйелердің көмегімен интегралдауды қосындымен және туындыларды ақырғы айырмалармен ауыстыру жолымен оқушыларға көптеген қызықты және күрделі есептерді шешу мүмкіндігі ұсынылған.

In the given work examples of interesting problems-researches, such as modeling of Rutherford's experiences, definition of influence of compressibility of water on depth of world ocean, the analysis of Maxwell's distribution which physical maintenance is clear, but the decision their schoolboys are resulted, as a rule, it is impossible, as it demands knowledge of a derivative, integral and the differential equations. It is offered to make these problems accessible to pupils, by means of replacement of integration with summation and derivatives final differences, by means of a computer and systems of computer mathematics, for example - MathCAD. In clause opportunities deeply and evidently reveal to take up many questions of educational program on the physicist, instead of to be limited to the descriptive party of business. System MathCAD possesses extremely convenient interface, excellent schedule and methods of the decision of problems which it is easy and it is quickly possible to study directly before application. Owing to it the knowledge received at lessons physicists, become the powerful tool of knowledge of world around, instead of a set of the data necessary for the decision of problems and puzzles on Olympiads and entrance examinations.

MathCAD — это одна из систем компьютерной математики, существенно облегчающая диалог человека с компьютером при решении математических задач. Система MathCAD обладает чрезвычайно удобным интерфейсом и превосходной графикой. Метод решения какой-либо задачи с помощью MathCAD легко и быстро можно изучить прямо перед применением. Для написания программ с использованием MathCAD требуется намного меньше времени, чем при использовании различных языков программирования, благодаря большому набору встроенных функций. Все это важно для учащихся с психологической точки зрения, поскольку многими предметами учащиеся приучены к тому, что истинные знания и умения появятся не сразу, а когда-то потом, может быть через годы упорного труда. Происходит девальвация понятия «сейчас» и все откладывается на «потом». А ведь жизнь не откладывается, она идет, она и есть то, что происходит сейчас [1]. В этом смысле система MathCAD увеличивает цену полученных знаний, позволяет их применять, не откладывая интересующие вопросы в долгий ящик. Благодаря этому знания, полученные на уроках физики и математики, становятся мощным инструментом познания окружающего мира, а не набором сведений, необходимых для решения задач и головоломок на олимпиадах и вступительных экзаменах.

Применение MathCAD в учебном процессе дает возможность глубоко и наглядно осветить многие вопросы образовательной программы по физике, а не ограничиваться описательной стороной дела. При традиционных методах преподавания учащиеся, хотя и получают полезные знания, но имеют смутное представление о содержании и методах науки. Для труда же научного работника характерно

применение систем компьютерной математики, поэтому использование MathCAD в учебном процессе способствует профессиональной ориентации учеников, подумывающих о карьере ученого [2].

Изучение и применение системы MathCAD в школе для одаренных детей «Мурагер»

В школе есть компьютерные классы, оснащенные современными компьютерами, и, кроме того, у подавляющего большинства учащихся физико-математических классов есть компьютеры дома. Это является материальной базой для внедрения системы MathCAD в учебный процесс. Программой обучения в физико-математическом классе предусмотрено изучение основ MathCAD в 10-м классе в первой четверти в течение 18 часов и постоянное использование MathCAD на всем протяжении обучения в 10-х и 11-х классах. Ознакомительный курс заканчивается зачетом, на котором учащиеся должны продемонстрировать следующие умения:

- производить вычисления выражений сложного вида;
- производить разложение математических выражений на множители;
- упрощать математические формулы;
- решать уравнения и неравенства, а также системы уравнений;
- разлагать выражения на простейшие дроби;
- строить графики функций и форматировать их;
- решать графически уравнения и неравенства;
- получать аналитические выражения, если такие существуют, для различных сумм;
- вычислять суммы численно.

Вычисление сумм численно имеет особое значение — это основа численного интегрирования.

Возможный вариант заданий для зачета приведен на рисунке 1. Впоследствии учащиеся применяют приобретенные знания для выполнения домашних заданий по математике и физике, а также изучают другие возможности MathCAD по мере прохождения соответствующего материала на уроках математики, физики и информатики. Подразумеваются дифференцирование и интегрирование, решение дифференциальных уравнений, построение трехмерных графиков и объемных фигур, программирование в системе MathCAD и др.

Упростить выражение

$$\frac{2y+1}{y^2+3y} + \frac{y+2}{3y-y^2} - \frac{1}{y}$$

Разложить на элементарные дроби

$$\frac{-10}{(y+3) \cdot (-3+y)}$$

$$\frac{13}{21 \cdot (x-2)} - \frac{10}{3 \cdot (x+1)} + \frac{1}{7} \cdot \frac{-13+19 \cdot x}{x^2+x+1}$$

Решить уравнение

$$\frac{5}{2 \cdot x+6} - \frac{1}{6 \cdot x^2-18 \cdot x} + \frac{29}{3 \cdot x^2-27} = 0 \quad \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

Решить неравенство

$$|x^2-3x+2| > x+1 \quad \begin{pmatrix} x < .26794919243112270647 \\ 3.7320508075688772935 < x \end{pmatrix}$$

Разложить на множители

$$x^3-2 \cdot x^2+x-2 \quad (x-2) \cdot (x^2+1)$$

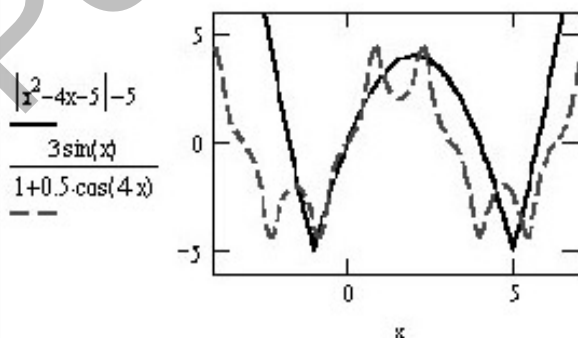
Решить систему уравнений

$$\begin{cases} 2 \cdot x - y - x \cdot y = 14 \\ x + 2 \cdot y + x \cdot y = -7 \end{cases} \quad \begin{pmatrix} 3 \\ -2 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} -2.333 \\ 14 \end{pmatrix}$$

Вычислить суммы

$$\sum_{i=3}^{15} \sin\left(\frac{\pi}{7} \cdot i\right) = -0.782$$

Построить график функций



$$\sum_{i=23}^{47} \sqrt{i} = 147.098$$

$$\sum_{n=1}^{17} \frac{1}{3n+1} = 1.004$$

$$\sum_{i=1}^n i^2 \rightarrow \frac{1}{3} \cdot (n+1)^3 - \frac{1}{2} \cdot (n+1)^2 + \frac{1}{6} \cdot n + \frac{1}{6}$$

Рис. 1. Типовой набор заданий для зачета по основам системы MathCAD

В 10-м классе, начиная со второй четверти, учащиеся не менее 2 раз в неделю выполняют задания по физике с использованием системы MathCAD. Выполненные задания представляются учителю. Составная часть зачетов по физике в 10-м и 11-м классе — решение физических задач с помощью системы MathCAD. На этих дополнительных занятиях для учащихся 9-х классов, желающих продолжать учебу в физико-математическом классе, в течение года, 2 раза в неделю, проводятся занятия по решению физических задач с помощью системы MathCAD. Учащиеся овладевают системой MathCAD на уровне вышеприведенных требований зачета и знакомятся с графическим редактором CorelDRAW, необходимым для качественного оформления работ. Наибольшую часть времени всегда занимает решение задач, главным образом по механике (численное интегрирование уравнений движения).

Применение MathCAD в условиях средней школы хорошо демонстрирует набор задач, решаемых учащимися. Основу нашего дальнейшего изложения будет составлять обзор именно таких задач и к ним будут даны некоторые комментарии. Примеры задач, которые предлагаются учащимся, имеют целью продемонстрировать на конкретных примерах разнообразие математических средств MathCAD, а выбор физической тематики произволен в том смысле, что хотя по всем разделам курса физики можно составить достаточно много интересных задач, цели полностью отразить программу курса физики данная статья не имеет.

Вычисление средней квадратичной скорости молекул с помощью функции пользователя. Создать функцию пользователя — это наиболее целесообразный путь решения задачи. В формуле используется абсолютная температура, а в условии температуры даются в градусах Цельсия, кроме того, необходимо подсчитать массу молекулы. Нет необходимости самому отдельно вычислять абсолютную температуру и считать массу молекул, а достаточно подставить формулы с числами вместо аргументов в функцию пользователя [3]. Вид решения задачи средствами MathCAD показан на рисунке 2.

$\dagger R := 8.31$	$v(\mu, T) := \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{\mu \cdot 0.001}}$	В качестве молярной массы подставлять числа из периодической системы элементов Менделеева
CO_2	$t := -23.5$	$v(12 + 16 \cdot 2, 273.15 - 23.5) = 376.098$
O_3	$t := -16.34$	$v(3 \cdot 16, 273.15 - 16.34) = 365.213$
H_2O	$t := 122.5$	$v(2 + 16, 273.15 + 122.5) = 740.254$
H_2SO_4	$t := 211.3$	$v(2 + 32 + 4 \cdot 16, 273.15 + 211.3) = 351.053$
HNO_3	$t := 98.3$	$v(1 + 14 + 3 \cdot 16, 273.15 + 98.3) = 383.39$
He	$t := -174.7$	$v(4, 273.15 - 174.7) = 783.32$

Рис. 2. Применение функции пользователя для вычисления средней квадратичной скорости молекул

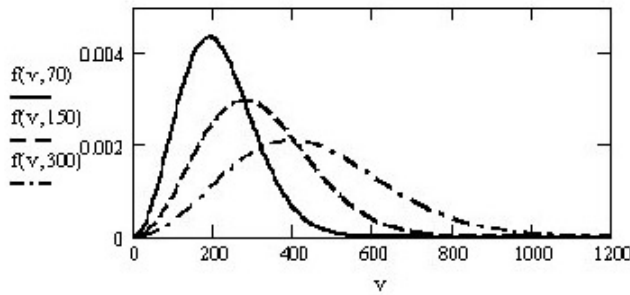
Распределение Максвелла. Данные на рисунке 3 дают представление о качестве проработки данной темы, если в распоряжении ученика есть MathCAD. Можно изучить влияние температуры на форму и высоту кривой, а также на положение максимума функции распределения. С помощью суммирования можно посчитать долю молекул, обладающих скоростями, в каком-либо интервале, а также простым суммированием определить среднюю и среднюю квадратичную скорости молекул [4].

Броуновское движение. Генератор случайных чисел позволяет моделировать движение броуновской частицы. Рисунок 4 дает представление о том, как просто и быстро можно получить нужный результат [4].

Гармонический анализ. Говоря о тембре звука, ученикам обычно говорят о том, что наличие обертонов определяет окраску звука. Добавляют также, что обертоны — это колебания с частотами, кратными основной частоте. Но как получить несинусоидальное колебание с помощью набора гармоник учащиеся могут только догадываться. Рисунок 5 показывает, как решается эта задача с помощью MathCAD. Совершенно четко видно, что складывая в определенной пропорции гармоники с кратными частотами, можно получить колебания нужной формы, и чем больше число гармоник, тем отчетливее проступает форма нужного колебания [5]. После того, как наглядно, на качественном уровне понят смысл гармонического анализа, наиболее любознательным учащимся можно сообщить формулы для коэффициентов разложения в ряд Фурье. С помощью MathCAD учащийся может вычислить необходимые интегралы.

$m := 32 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27}$ Масса молекулы кислорода $k := 1.38 \cdot 10^{-23}$ Постоянная Больцмана

$$f(v, T) := 4 \cdot \pi \cdot \left(\frac{m}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot T} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot e^{-\frac{m \cdot v^2}{2 \cdot k \cdot T}} \cdot v^2 \quad \text{Функция распределения Максвелла}$$



$$v(T) := \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot T}{m}}$$

Формула для максимума функции распределения Максвелла

$v(70) = 190.71$
 $v(150) = 279.172$
 $v(300) = 394.808$

$$\sum_{v=300}^{600} f(v, 300) = 0.564 \quad \text{Доля молекул скорости которых лежат в интервале (300 < v < 600) м/с при T=300 К.}$$

$$\sqrt{\sum_{v=0}^{5000} f(v, 150) \cdot v^2} = 341.914 \quad v(T) := \sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m}} \quad v(150) = 341.914$$

Оценка средней квадратичной скорости молекул при T=150K по определению среднего значения и сравнение со значением, полученным из точной формулы.

Рис. 3. Изучение распределения Максвелла

$x_1 := 0.26 \quad y_1 := 0.31$ Начальные координаты "броуновской частицы".

$i := 1..100 \quad x_{i+1} := x_i + 1 - \text{rnd}(2) \quad y_{i+1} := y_i + 1 - \text{rnd}(2)$ Текущие координаты после i+1-ого шага случайной длины.

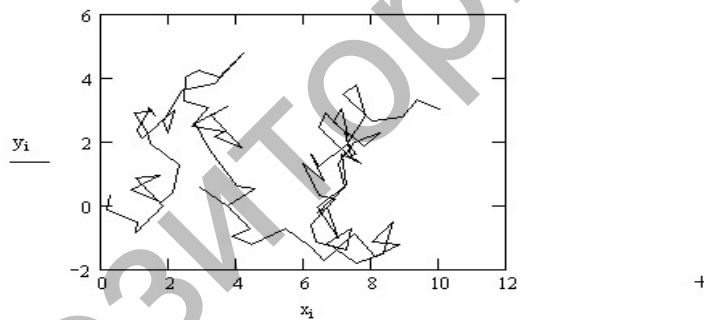


Рис. 4. Моделирование броуновского движения. Траектория «броуновской» частицы после 100 шагов случайной длины

$$f(n, x) := 2 \cdot \sum_{i=1}^n (-1)^{i+1} \cdot \frac{\sin(i \cdot x)}{i}$$

$$g(k, x) := \frac{4}{\pi} \cdot \sum_{i=1}^k \frac{\sin[(2 \cdot i - 1) \cdot x]}{2 \cdot i - 1}$$

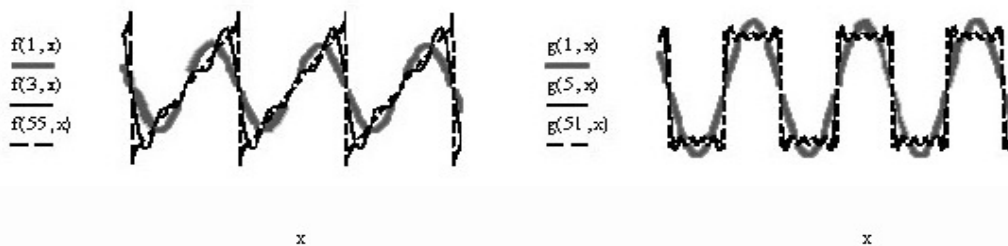


Рис. 5. Представление пилообразных и прямоугольных колебаний суммой синусоид с кратными частотами

Моделирование колебаний математического маятника. Формула для периода колебаний математического маятника справедлива лишь при малых амплитудах колебаний. А что будет при больших амплитудах? MathCAD позволяет всесторонне исследовать проблему. Можно численно получить решения точного и приближенного дифференциальных уравнений колебаний математического маятника, а затем сравнить полученные результаты. В случае малых амплитуд согласие между приближенным и точным решением действительно хорошее, графики обоих решений налагаются друг на друга в течение нескольких периодов. А в случае больших амплитуд, как показывает рисунок 6, расхождение и количественное, и качественное. При больших амплитудах колебания явно не синусоидальные [5]. Таким образом, учащийся не только получает представление о точности приближенной формулы, но может получить результат для произвольных амплитуд.

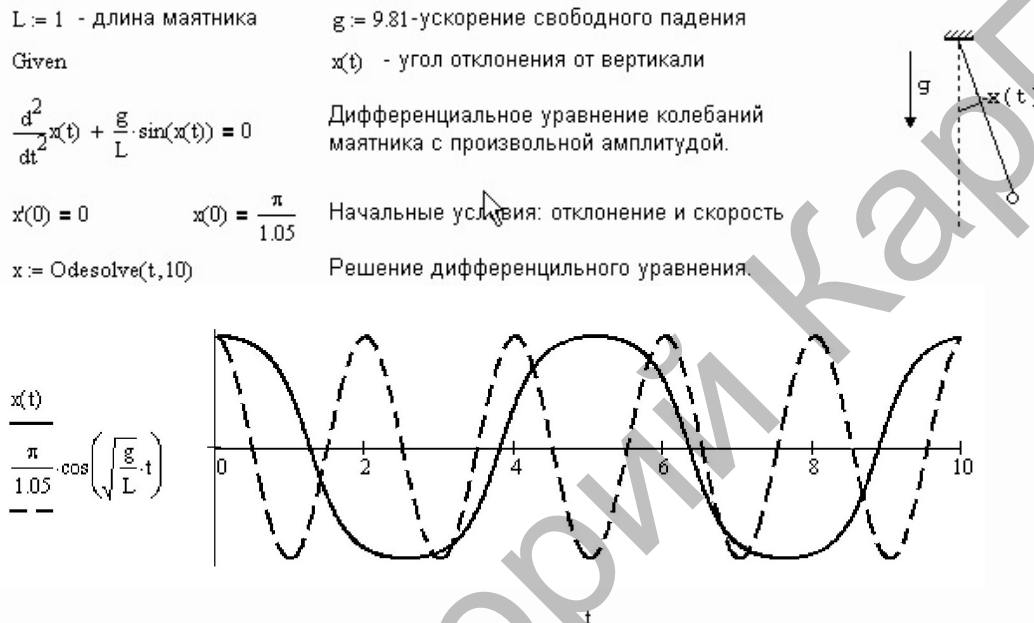


Рис. 6. Сравнение точного и приближенного решений задачи о математическом маятнике

Применение принципа суперпозиции для расчета сил электростатического взаимодействия в случае большого числа зарядов. В школьном курсе электростатики ограничиваются изучением взаимодействия точечных зарядов, а о решении вопросов расчета взаимодействия заряженных тел не говорится, хотя с идейной точки зрения задача довольно проста: нужно разбить тело на малые части и применить принцип суперпозиции. Разумеется, такой способ возможен при наличии соответствующих вычислительных средств. Рисунки 7 и 8 показывают решение двух электростатических задач средствами MathCAD. Эти задачи могут служить промежуточным этапом на пути овладения методами решения задач с произвольным распределением зарядов. Очень полезно сравнивать результаты с теми, что получены применением закона Кулона, в случае, если бы группа зарядов находилась в одной точке, на расстоянии x от выделенного заряда. При больших расстояниях x от системы зарядов результаты, как и следовало ожидать, близки. Таким образом, мы получаем иллюстрацию к критерию точности заряда: заряды можно считать точечными, если расстояния между взаимодействующими зарядами велико по сравнению с размерами зарядов [6]. После решения данных задач можно легко рассчитать силы взаимодействия между заряженным стержнем и точечным зарядом. Решение подобных задач дает хороший материал для изучения впоследствии понятия интеграла.

Расчет электрической цепи с помощью правил Кирхгофа. MathCAD весьма эффективен и при расчете электрических цепей. Большой объем вычислительной работы делает задачу в случае, например, системы из 10 уравнений технически невыполнимой из-за практически неизбежных ошибок. Написать систему из 10 уравнений учащийся сможет, а вот решить... сможет, используя встроенную функцию MathCAD [7]. Рисунок 9 иллюстрирует объем необходимой работы при решении задач подобного типа.

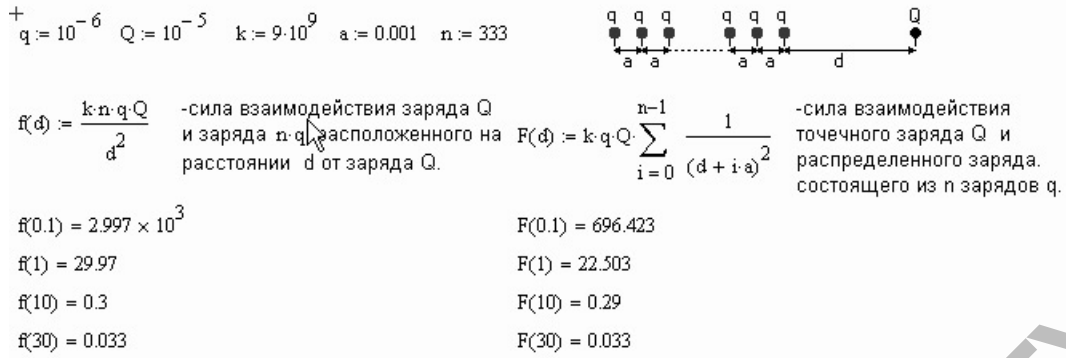


Рис. 7. Расчет силы взаимодействия между точечным и распределенным зарядами

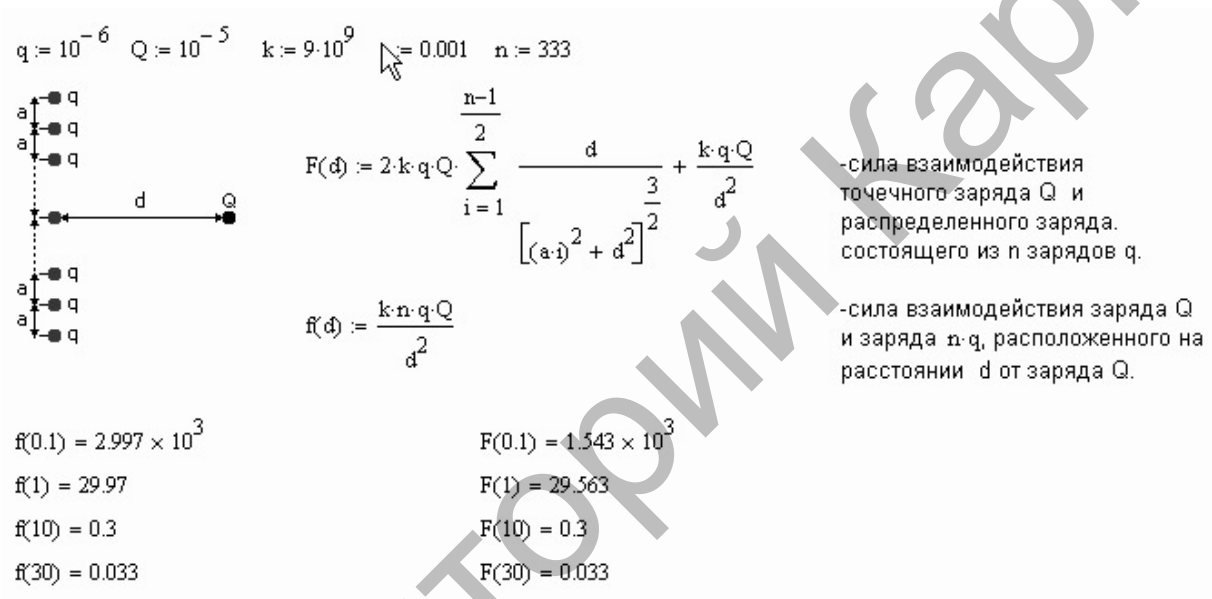


Рис. 8. Расчет силы взаимодействия между точечным и распределенным зарядами

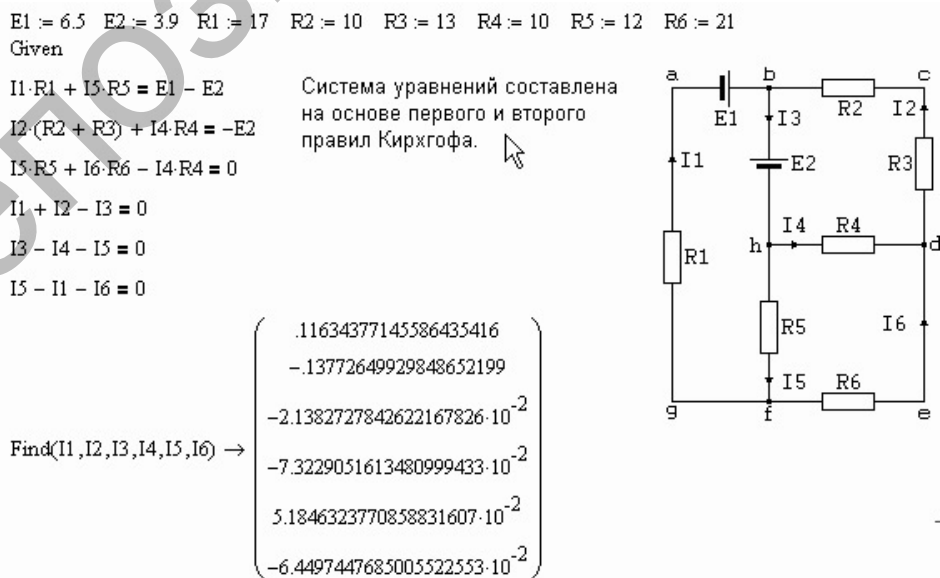


Рис. 9. Расчет токов в электрической цепи с помощью правил Кирхгофа

Нелинейные элементы в электрической цепи. Закон Ома — это не самый сложный закон электромагнетизма и линейная зависимость между током и напряжением, скорее, исключение, чем правило. Наиболее интересные и плодотворные применения электричества начинаются для сложных цепей. В качестве примера применения MathCAD рассмотрим задачу о последовательном соединении омического сопротивления и нелинейного элемента, ВАХ которого описывается степенной функцией (степенная ВАХ характерна для варистора). С математической точки зрения трудность данной задачи связана с необходимостью решения уравнения, в котором неизвестная может быть в нецелой степени, большей двух. MathCAD позволяет без труда численно решить уравнение и определить напряжение на элементах схемы, а также построить график зависимости напряжения на нелинейном элементе U от внешнего напряжения E [7]. Рисунок 10 показывает, как можно изучать нелинейность средствами MathCAD. Полученный график свидетельствует о том, что нелинейный элемент стабилизирует напряжение, т.е. если E меняется в 5 раз, то напряжение U изменяется в 3 раза.

$R := 100$ $I(U) := 10^{-4} \cdot U^{\pi}$ ВАХ нелинейного элемента.

$E = I(U) \cdot R + U$ Уравнение для напряжений в цепи.

$U := 4$ Начальное значение напряжения, необходимое для нахождения корня уравнения численным методом с помощью функции root.

$V(E) := \text{root}(E - I(U) \cdot R - U, U)$ $V(E)$ - другое обозначение для U

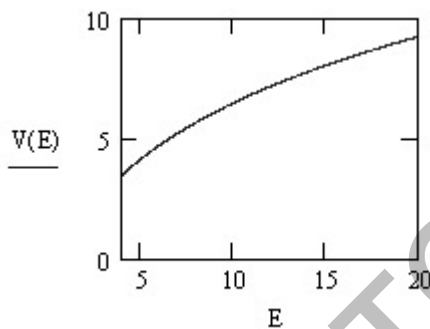
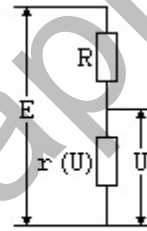


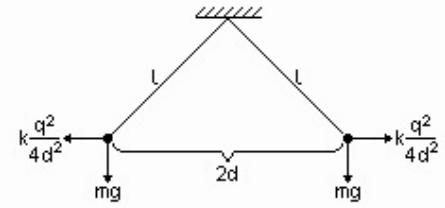
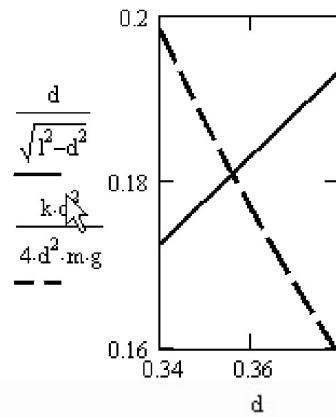
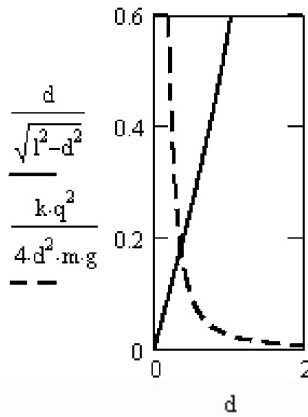
Рис. 10. Изучение цепи, содержащей нелинейные элементы $r(U)$

Задача о зарядах на нитях. Многие поколения учащихся решали задачу об отталкивающихся заряженных шариках, подвешенных на нитях. Угол между нитями и длина нитей заданы и нужно найти либо величину заряда, либо массу шарика. Однако если видоизменить постановку задачи и считать неизвестным угол между нитями или расстояние между шариками, а массу и заряд шариков, а также длину нити считать известными, то задача становится неразрешимой для учащегося из-за кубического уравнения. С помощью MathCAD уравнение можно решить либо аналитически, либо численно, либо графически [6]. Разные варианты решения данной задачи представлены на рисунке 11.

ЭДС в деформируемом контуре, помещенном в магнитное поле. На рисунке 12 представлен пример использования MathCAD для нахождения производной и построения графика зависимости э.д.с. контура от времени. Ясно, что задачу можно усложнить, задавая произвольную зависимость от времени и меняющееся магнитное поле, однако и в этом случае объем работы ненамного возрастает [7]. Из этого примера видно, что задачи об электромагнитной индукции можно бесконечно разнообразить.

Влияние сжимаемости воды на глубину мирового океана. Приведем еще одну задачу на тему суммирования. Средняя глубина Мирового океана 4000 м. Хотя учащимся часто приходится слышать о малой сжимаемости воды, подсчитаем (оценим), как изменился бы уровень океана, если бы сжимаемость воды была бы равна нулю. Разобьем толщу воды на слои (высотой, например, 1 метр) и подсчитаем изменение высоты каждого слоя вследствие давления вышележащих слоев. Решение задачи представлено на рисунке 13. Результаты решения показывают, что сжимаемость воды самым существенным образом повлияла на площадь суши [4].

$m := 1 \quad k := 9 \cdot 10^9 \quad q := 10^{-5} \quad l := 2 \quad g := 9.81$



$$\frac{d}{\sqrt{l^2 - d^2}} = \frac{k \cdot q^2}{4 \cdot d^2 \cdot m \cdot g}$$

$$16 \cdot d^6 \cdot m^2 \cdot g^2 = k^2 \cdot q^4 \cdot (l^2 - d^2)^2$$

$$16 \cdot x^3 \cdot 1^2 \cdot 9.81^2 = (9 \cdot 10^9)^2 \cdot (10^{-5})^4 \cdot (2^2 - x)$$

$$d := \frac{1}{2} \text{root}\left(\frac{d}{\sqrt{l^2 - d^2}} - \frac{k \cdot q^2}{4 \cdot d^2 \cdot m \cdot g}, d\right) = 0.356$$

$$\begin{pmatrix} -6.3387446588001096176 \cdot 10^{-2} - .11216039920859623733 \cdot i \\ -6.3387446588001096176 \cdot 10^{-2} + .11216039920859623733 \cdot i \\ .12677489317600219235 \end{pmatrix}$$

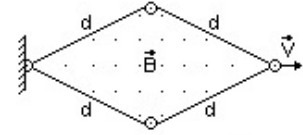
Графический способ решения дает $d=0.356$
 Численное решение уравнения дает $d=0.356$
 Аналитическое решение дает $d=0.356$

$$d := \sqrt{.12677489317600219235} \quad d = 0.356$$

Рис. 11. Решение средствами MathCAD задачи о зарядах на нитях

$B := 1 \quad d := 1 \quad V := \frac{1}{5} \quad s(t) := V \cdot t \cdot \sqrt{d^2 - \left(\frac{V \cdot t}{2}\right)^2}$ $s(t)$ -площадь контура

$\Phi(t) := B \cdot s(t)$ $\Phi(t)$ -поток вектора индукции магнитного поля.



$$\frac{d}{dt} \Phi(t) \rightarrow \frac{2}{5} \cdot \left(1 - \frac{1}{100} \cdot t^2\right)^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{250} \cdot \frac{t^2}{\left(1 - \frac{1}{100} \cdot t^2\right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$E(t) := \left[\frac{2}{5} \cdot \left(1 - \frac{1}{100} \cdot t^2\right)^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{250} \cdot \frac{t^2}{\left(1 - \frac{1}{100} \cdot t^2\right)^{\frac{1}{2}}} \right]$$

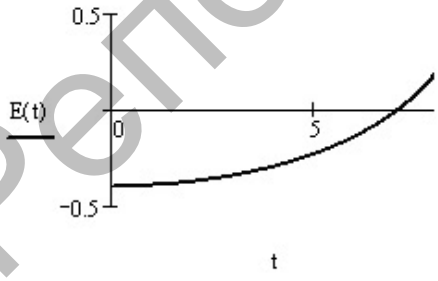


Рис. 12. Зависимость ЭДС от времени в контуре, состоящем из шарнирно соединенных стержней длиной $d=1$ м, помещенных в магнитное поле с индукцией $B=1$ Тл

$k := 5 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$ - сжимаемость воды. $p_0 := 10^5 \text{ Па}$ - атмосферное давление
 $\rho := 1050 \text{ кг/м}^3$ - плотность воды $g := 9.81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения
 $\Delta V = V \cdot k \cdot p$ - формула для изменения объема под действием давления p
 $\Delta h = h \cdot k \cdot p$ - формула для изменения высоты слоя под действием давления p
 $p(i) := \rho \cdot g \cdot (4000 - i) + p_0$ - давление на i -ый слой
 $\Delta h(i) := k \cdot p(i)$ - уменьшение высоты i -ого слоя
 $\Delta H := \sum_{i=1}^{4000} \Delta h(i)$ $\Delta H = 41.392 \text{ м}$, - суммарное уменьшение уровня воды

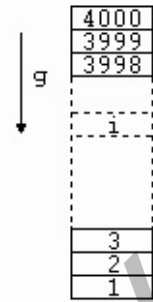


Рис. 13. Уменьшение высоты столба воды под действием собственного веса. Без учета сжимаемости высота составляет 4000 м

Моделирование опытов Резерфорда. Гораздо глубже можно понять значение открытия Резерфорда, если на основании уравнений движения построить модель движения альфа-частицы в поле ядра. Только с помощью расчета можно убедиться, что большие отклонения альфа-частицы могут случаться только в том случае, если заряд сконцентрирован в очень маленькой области с размерами порядка нескольких ферми. Томсоновская модель атома ни при каких условиях не может дать больших отклонений. Все это можно получить только на основе расчета, любые качественные аргументы здесь бессильны [7]. На рисунке 14 представлена программа и результаты расчетов движения альфа-частиц. В формулах используются единицы измерения, характерные для масштабов изучаемого явления.

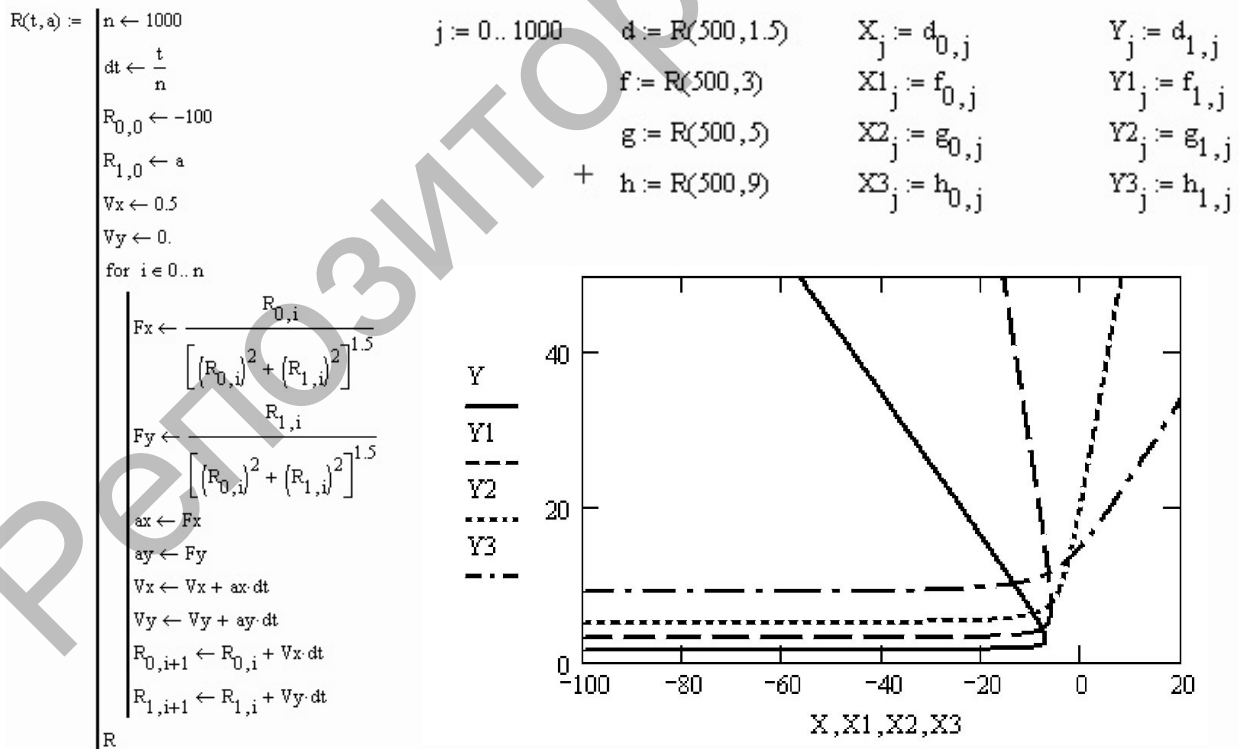


Рис. 14. Моделирование опыта Резерфорда. Единицы измерения физических величин выбраны в соответствии с масштабами явления. Графики построены для различных прицельных расстояний, при одинаковых скоростях α -частиц. Рассеивающий центр в начале координат

Подводя итоги сказанному, необходимо сделать *следующие выводы*.

В связи с повсеместным распространением компьютеров и появлением систем компьютерной математики, в частности MathCAD, можно и нужно существенно изменить характер и уровень преподавания школьных курсов физики и математики. Целесообразность широкого применения MathCAD можно мотивировать следующим образом:

1. MathCAD делает изучение физики более легким, поскольку избавляет учащегося от массы рутинной вычислительной работы.

2. MathCAD делает изучение физики более интересным, поскольку позволяет рассмотреть множество интересных и ранее недоступных вопросов на очень высоком и часто профессиональном уровне.

3. MathCAD интуитивно понятен, легко осваивается на практике и не требует для изучения и применения чтения толстых книг, ведения конспектов и заучивания сложных правил.

4. MathCAD соответствует психологии школьника в том смысле, что решение интересующей проблемы можно получить в течение короткого периода времени, а не тренировать у компьютера усидчивость.

С учетом вышеизложенного представляется необходимой разработка новых задач, по крайней мере, для учащихся физико-математических классов и физико-математических школ. Представленный материал можно рассматривать как идею создания сборника задач по физике для физико-математических школ, изложенную на предметном уровне.

Список литературы

1. *Гиркин И.В.* Новые подходы к организации учебного процесса с использованием современных компьютерных технологий // Информационные технологии. — 1998. — № 6.
2. *Илюшин С.А., Собкин Б.Л.* Персональные ЭВМ в учебном процессе. — М., 1992.
3. *Бутиков Е.И.* Лаборатория компьютерного моделирования // Компьютерные инструменты в образовании. — СПб.: Информатизация образования, 1999. — С. 26.
4. *Кавтрев А.Ф.* Компьютерные программы по физике в средней школе // Компьютерные инструменты в образовании. — СПб.: Информатизация образования, 1998. — С. 42–47.
5. *Растргин Л.* Компьютерное обучение и самообучение // Информатика и образование. — 1991. — № 6.
6. *Белостоцкий П.И., Максимова Г.Ю., Гомулина Н.Н.* Компьютерные технологии: современный урок физики и астрономии // Физика. — 1999. — С. 3.
7. *Папич П.В.* Использование систем компьютерной математики при обучении физике // Физика. — 1998. — С. 8.