кими же свойствами обладает главная чернопольная диагональ a1-h8 и три пары соответствующих ей малых диагоналей а) a3-f8, g1-h2; б) a5-d8, e1-h4; в) a7-b8, c1-h6. Отсюда, кстати, следует, что сумма чисел, расположенных на 32 белых полях, равна сумме чисел, расположенных на 32 черных полях.

Рассмотрим маршрут с ходом коня из восьми полей: a1-c2-a3-c4-a5-c6-a7-c8. Сумма чисел, стоящих на этих полях, равна 2000. На обычной шахматной доске существует 12 аналогичных маршрутов, а на цилиндрической шахматной доске, образованной из обычной доски склейкой ее левой и правой границ, – 16.

Отметим следующие шесть кольцевых маршрутов ферзя: a2-a3-b4-c4-d3-d2-c1-b1; c2-c3-d4-e4-f3-f2-e1-d1; e2-e3-f4-g4-h3-h2-g1-f1; a6-a7-b8-c8-d7-d6-c5-b5; c6-c7-d8-e8-f7-f6-e5-d5; e6-e7-f8-g8-h7-h6-g5-f5. Сумма чисел, стоящих в восьми полях каждого из этих маршрутов, равна магической константе 2000.

Отметим два *любых* поля в квадрате a1-a4-d4-d1, затем два поля в квадрате e1-e4-h4-h1, симметричных первым двум относительно вертикальной оси шахматной доски. Полученные четыре поля отобразим симметрично относительно горизонтальной оси доски. Сумма чисел, расположенных на восьми полученных таким образом полях, равна магической константе 2000.

Справедливы также следующие свойства: сумма, сумма квадратов и сумма кубов всех 32 чисел, расположенных на территории «белых» фигур (первые четыре горизонтали шахматной доски), равны соответственно сумме, сумме квадратов и сумме кубов всех 32 чисел, расположенных на территории «черных» фигур.

Квадрат рисунка 2. Все 64 числа этого квадрата – простые числа.

Отмеченные ниже замечательные свойства справедливы как для обычной, так и для цилиндрической шахматных досок.

Магическую константу 2000 составляют в сумме каждые 8 чисел, расположенных на зигзагообразных маршрутах короля: a1-b2-a3-b4-a5-b6-a7-b8; d1-c2-d3-c4-d5-c6-d7-c8; a3-b4-c3-d4-e3-f4-g3-h4; a8-b7-c8-d7-e8-f7-g8-h7 и других маршрутах подобного типа. Отсюда следует, что сумма чисел, расположенных на всех 32 белых полях, равна сумме чисел, расположенных на всех черных полях.

Рассмотрим движения коня по вертикальным и горизонтальным маршрутам следующих типов: a1-c2-a3-c4-a5-c6-a7-c8 и a1-b3-c1-d3-e1-f3-g1-h3. Сумма восьми чисел, расположенных по каждому из таких маршрутов, равна магической константе 2000.

Каждой сумме четырех чисел, расположенных в вершинах квадрата на территории «белых» фигур, соответствует равная ей сумма четырех чисел, расположенных также в вершинах квадрата на территории «черных» фигур. Например, справедливы следующие 8 равенств:

$$503 + 311 + 431 + 17 = 409 + 73 + 449 + 331;$$

$$257 + 443 + 101 + 199 = 401 + 11 + 241 + 347;$$

$$439 + 79 + 179 + 41 = 97 + 89 + 389 + 163;$$

$$281 + 307 + 149 + 263 = 61 + 239 + 509 + 191;$$

$$269 + 151 + 317 + 167 = 181 + 107 + 233 + 383;$$

$$23 + 797 + 29 + 197 = 109 + 139 + 47 + 751;$$

$$293 + 419 + 113 + 271 = 353 + 227 + 433 + 83;$$

$$709 + 43 + 131 + 71 = 127 + 53 + 761 + 13.$$

С.Берколайко

Головокружительный бросок

Однажды вечером, просматривая газету «Известия», я наткнулся на заметку о том, как мастер гимнастических трюков Иохен Швайцер совершил головокружительный бросок на мотоцикле массой 100 килограммов с телевизионной вышки в Гамбурге, предварительно закрепив мотоцикл на резиновом корде «банджи» (который гимнаст, собственно, и рекламировал). «Интересно было бы посмотреть график возникающих при этом колебаний», – подумал я и принялся за дело.

Прежде всего нужно было сформулировать условие соответствующей физической задачи:

Точечное тело массой m, прикрепленное к упругому шнуру длиной l_0 и жесткостью k, падает с высоты $h > l_0$ такой, что тело может совершать свободные колебания. Как будет изменяться со временем скорость тела?

Для облегчения задачи давайте сначала построим график зависимости действующей силы от координат тела (рис.1). Для этого совместим начальное положение тела с началом координат, а ось X направим вертикально вниз. Пока шнур не деформирован, на тело действует только сила тяжести mg. Когда длина шнура станет больше l_0, на тело будет действовать сумма сил $F = mg - k\Delta x$, где $\Delta x = x - l_0$. При $x = d_1$ на тело вообще не действует сила. Эту координату легко найти: $d_1 = l_0 + mg/k$. Дальше на тело начинает действовать отрицательная сила, при этом скорость тела уменьшается, а шнур продолжает растягиваться. На сколько он может растянуться? На этот вопрос поможет ответить закон сохранения энергии. Площадь прямоугольной трапеции над осью X численно равна кинетической энергии. Эта энергия переходит в энергию деформированного шнура, численно равную площади треугольника под осью. Из равенства этих площадей и находится d_2 – координата максимального отклонения тела от начального положения.

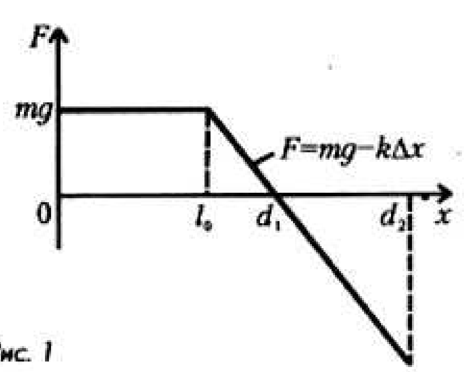

Рис. 1

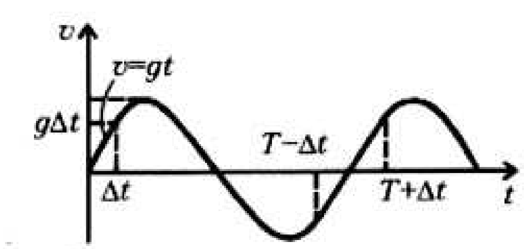

Рис. 2

Затем тело начинает совершать колебания. Зная, как меняется сила при таких колебаниях, можно построить график зависимости скорости от времени. Прежде всего отметим, что эти колебания периодические и на промежутке от l_0 до d_2 – гармонические, так как сила здесь пропорциональна смещению. А вот на участке от 0 до l_0, где действует постоянная сила, скорость меняется согласно формуле $v = gt$.

Теперь можно построить график колебаний (рис.2). Видно, что график этот необычен. Каждый период можно поделить на два участка: на одном скорость меняется линейно, а на втором – по гармоническому закону.

В реальных условиях, при наличии сил трения, происходит затухание колебаний. При этом по мере затухания участок равноускоренного движения становится все меньше, а потом и совсем исчезает.

О.Донченко