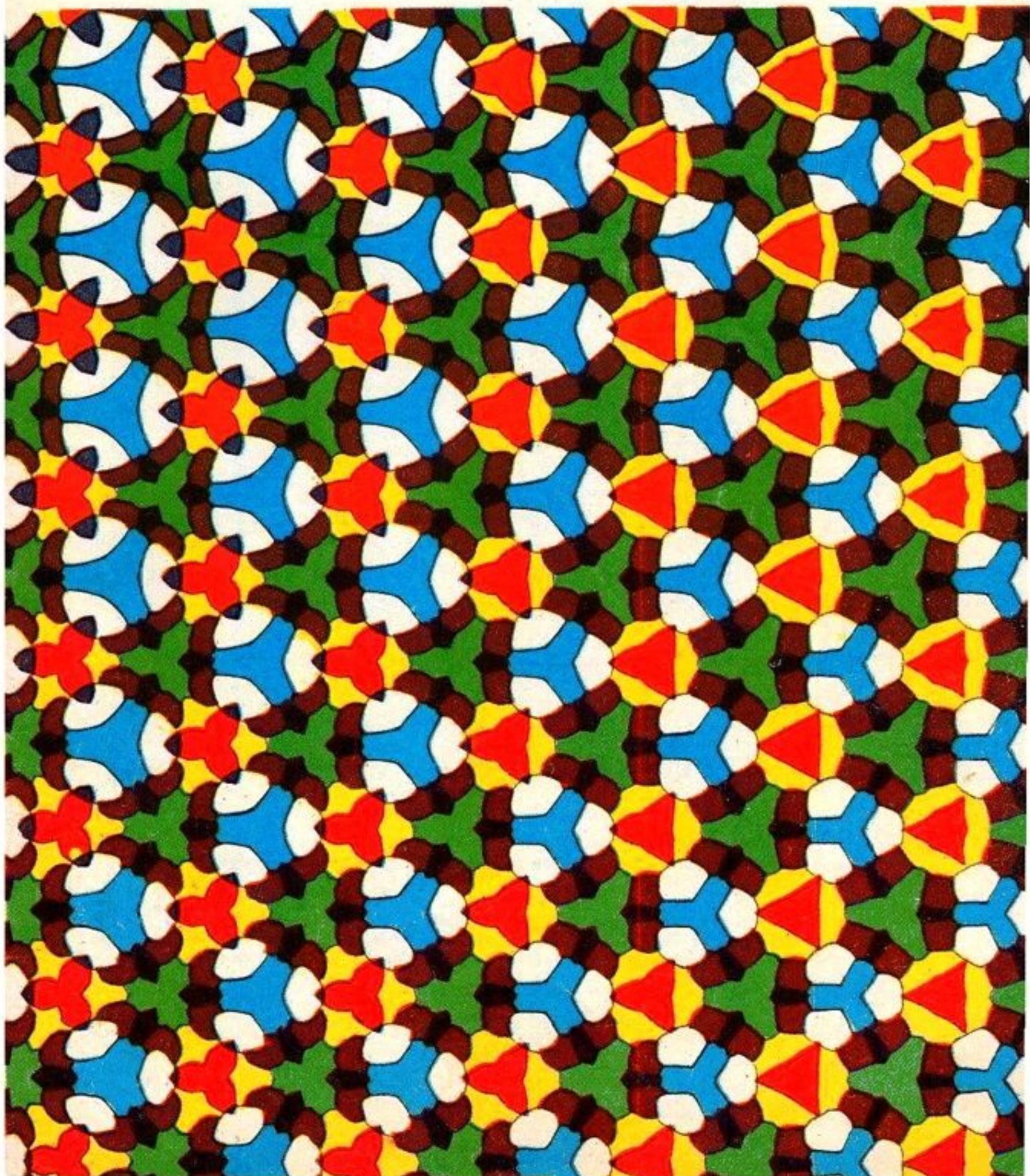


ISSN 0130-2221

Квант

3
1982

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
АКАДЕМИИ НАУК СССР И АКАДЕМИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК СССР



Основан в 1970 году

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
АКАДЕМИИ НАУК СССР И АКАДЕМИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК СССР
ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКА · ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ



В НОМЕРЕ: IN THIS ISSUE:

Годовщина замечательной статьи	2 Anniversary of an outstanding publication
<i>Л. Понтрягин. Комплексные числа</i>	3 <i>L. Pontriagin. Complex numbers</i>
<i>В. Лишевский. Даниил Бернулли</i>	7 <i>V. Lishevski. Daniel Bernoulli</i>
<i>A. Варламов, A. Shapiro. В голубом просторе</i>	10 <i>A. Varlamov, A. Shapiro. In the blue yonder</i>
Лаборатория «Кванта»	
<i>И. Алексеев, D. Свирида. И светит и греет</i>	17 <i>I. Alexeev, D. Svirida. Heats as well as lights</i>
Математический кружок	
<i>M. Евграфов. Механика волшебного кубика</i>	20 <i>M. Evgrafov. Mechanics of the magic cube</i>
Задачник «Кванта»	
Победители конкурса «Кванта»	26 Kvant contest winners
Задачи M731 — M735; Ф743 — Ф747	27 Problems M731—M735; P743—P747
Решения задач M691 — M695; Ф703 — Ф707	30 Solutions M691—M695; P703—P707
Список читателей, приславших правильные решения	37 List of readers who have sent correct solutions
«Квант» для младших школьников	
Задачи	39 Problems
<i>H. Иванова. Самосовмещения фигур и геометрические задачи</i>	40 <i>N. Ivanova. Maps of sets into themselves and geometry problems</i>
Практикум абитуриента	
<i>B. Можаев. Фотоны</i>	42 <i>V. Mojaev. Photons</i>
Варианты вступительных экзаменов в вузы	
Московский инженерно-физический институт	46 Moscow engineering-physics institute
Ленинградский государственный педагогический институт им. А. И. Герцена	47 Leningrad state A. I. Hertsen pedagogical institute
Московский институт химического машиностроения	48 Moscow chemical machinebuilding institute
Харьковский институт радиоэлектроники	49 Kharkov radioelectronics institute
Московский текстильный институт им. А. Н. Косыгина	51 Moscow A. N. Kosygin textile institute
Искусство программирования	
Заочная школа программирования. Урок 19	52 Computer programming correspondance school. Lesson 19
Информация	
<i>И. Фрумин. Красноярская летняя школа</i>	57 <i>I. Frumin. The Krasnoyarsk summer school</i>
Ответы, указания, решения	
<i>Новости науки</i>	59 Answers, hints, solutions
<i>Смесь (19, 58)</i>	16 Science news
Шахматная страница	
<i>Майя остается чемпионкой (3 с. обложки)</i>	Maya retains world title (3rd cover page)
Наша обложка	
<i>38 Our cover page</i>	



И. Алексеев, Д. Свирида

И светит и греет

В заочном конкурсе III Московского турнира юных физиков была такая задача:

Свеча при горении светит и греет. Определите теплотворную способность парaffиновой свечи.

Много различных решений представили жюри участники конкурса. Одни решения базировались на непосредственном нагревании свечой какого-либо тела с известной теплоемкостью. Главный недостаток этого метода в том, что свеча нагревает не только выбранное тело, но и окружающую среду, а учесть это практически невозможно. Другие решения основывались на явлении конвекции, но до конца доведены не были из-за сложности математических расчетов. Были и такие предложения: окружить свечу металлической оболочкой какой-нибудь простой формы и рассчитать тепловой поток через нее при установившихся температурах внутри и снаружи. Недостаток этого метода — в необходимости подачи кислорода для горения свечи, что связано с дополнительными потерями тепла.

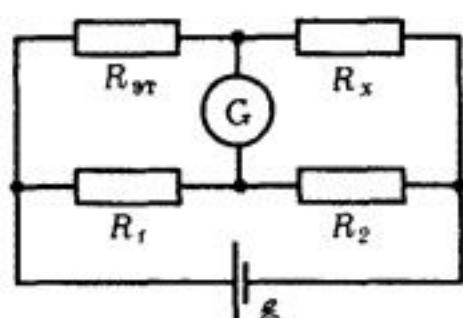


Рис. 1.

Наиболее рациональным для решения данной задачи жюри пришло так называемый компенсационный, или сравнительный, метод. Вообще говоря, это один из важнейших методов экспериментальной физики. Он позволяет находить значения физических величин не непосредственно (что часто невозможно сделать достаточно точно), а сравнивая их с эталонными значениями. Классическим примером применения этого метода является измерение неизвестных сопротивлений с помощью мостика Уитстона (рис. 1). Если ток через гальванометр G не течет, выполняется соотношение (проверьте самостоятельно)

$$\frac{R_{3\pi}}{R_x} = \frac{R_1}{R_2}, \text{ или } R_x = R_{3\pi} \frac{R_2}{R_1}.$$

Здесь неизвестное сопротивление R_x сравнивается с эталонным сопротивлением $R_{3\pi}$ (отношение R_2/R_1 легко измерить, например — с помощью реохорда). Такой метод и был применен нами для определения тепловой мощности свечи.

Представим себе свечу, помещенную в трубу, через которую пропускается воздух. Тепло, излучаемое свечой, выходит частично вместе с воздухом, а частично — через стенки трубы. Теперь заменим свечу каким-нибудь другим излучателем, похожим по форме и размерам на свечу, но мощность которого известна и притом может изменяться. Например — электрическим нагревателем. Меняя мощность нагревателя, добьемся равенства потоков тепла, уносимых воздухом в обоих случаях. Так как условия опытов не меняются, тепловые потоки, выходящие через стенки трубы, тоже одинаковы. Следовательно, одинаковы и суммарные мощности свечи и нагревателя. Определив мощность электрического нагревателя, как произведение тока на напряжение, найдем тепловую мощность свечи.

Заметим, что важным преимуществом данного метода является исследование стационарного процесса, когда вся энергия сгорания свечи выделяется в виде тепла.

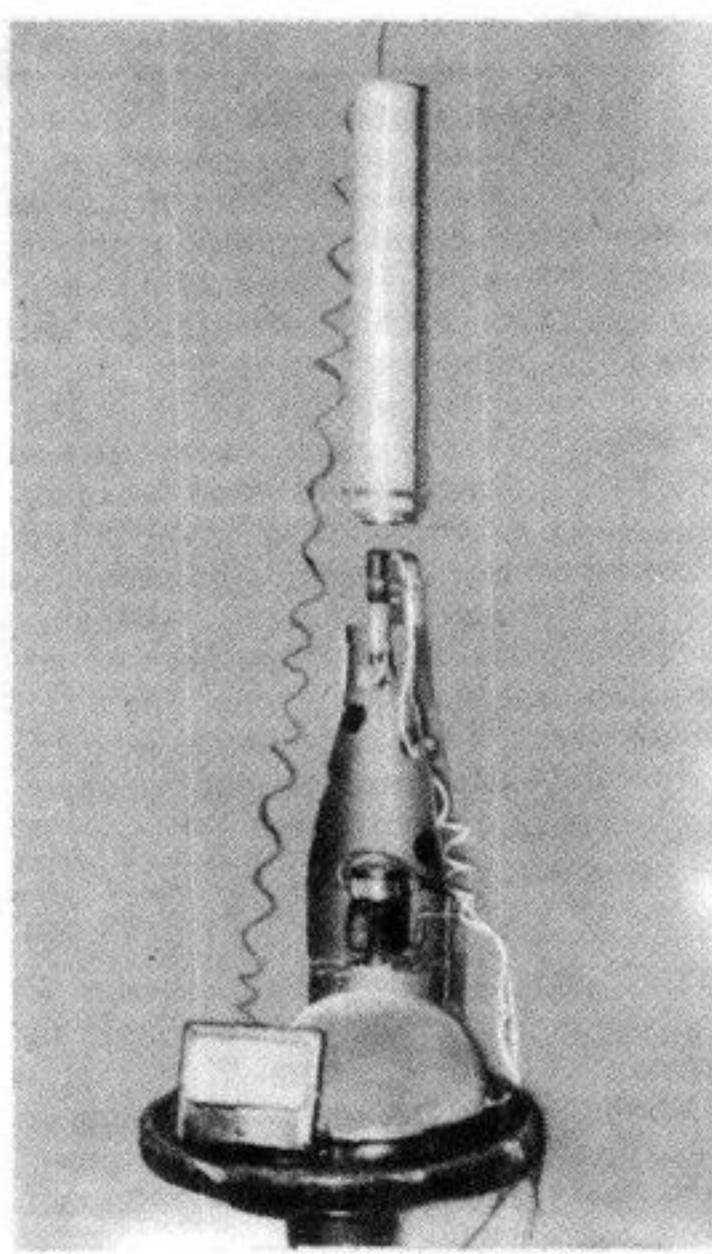


Рис. 2.

На рисунке 2 приведена фотография установки, с которой мы проводили опыты, а на рисунке 3 — схема этой установки. Воздух в трубу 1 подается с помощью вентилятора 2, который позволяет регулировать скорость воздушного потока, чтобы добиться более полного сгорания топлива и стационарности потока. На выходе трубы установлен термодатчик 3; он позволяет с большой точностью контролировать равенство температур выходящего воздуха в различных опытах. На решетку 4 ставится блюдце 5 для сбора стекающего парафина. Пламя свечи 6, установленной на блюдце, окружается длинным закопченным металлическим цилиндром 7. Через его верхнее отверстие (достаточно удаленное от пламени свечи) выходит пренебрежимо мало света. (В наших опытах световой поток, выходящий через отверстие, составлял около 4% от всей световой мощности, излучаемой свечой). Практически весь свет пог-

лощается цилиндром и, превращаясь в тепло, отдается воздуху.

В качестве электрического нагревателя мы использовали проволочный реостат (залитый керамикой) сопротивлением 550 Ом и номинальной мощностью 20 Вт (в опытах мощность значительно превышала номинальную и достигала ~50—120 Вт).

Для определения теплоты сгорания свечи, кроме ее тепловой мощности, надо знать еще расход парафина в единицу времени. Это можно сделать, взвесив собранный на блюдце парафин и измерив время горения свечи (~3—4 минуты). При этом надо иметь в виду, что сначала процесс горения не будет стационарным. Однако момент установления стационарного режима легко определить с помощью термодатчика —

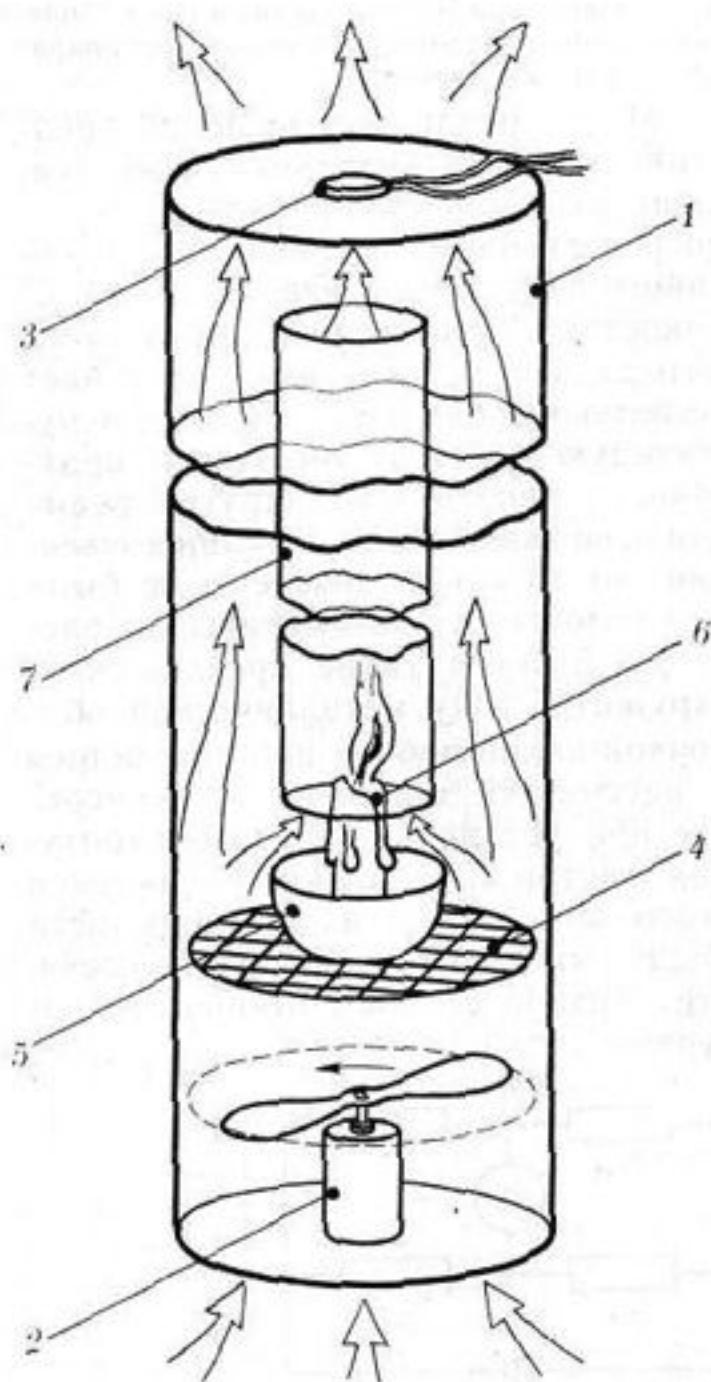
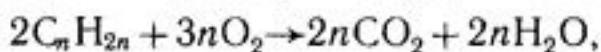


Рис. 3.

нужно заметить, когда температура выходящего воздуха престанет изменяться. Измерив массу сгоревшего к этому моменту парафина, надо будет учесть ее при определении расхода парафина в установившемся процессе.

Предлагаемую нами установку нетрудно собрать в школьных условиях.

В заключение — немного о погрешностях измерений в наших опытах. При горении свечи происходит изменение химического состава, а значит, и объема газа. Оценим соответствующую ошибку. Запишем уравнение реакции горения свечи:



где C_nH_{2n} — приближенная формула вещества, составляющего свечу. В реакцию вступает $3n$ молей кислорода, а выходит $4n$ молей газа. Кис-

лород берется из воздуха, где он составляет примерно пятую часть. Следовательно, если в воздухе сгорают все $3n$ молей кислорода, то на вошедшие $15n$ молей воздуха приходится $16n$ молей вышедшего газа. Этому соответствует изменение объема на 6—7%. На самом деле сгорает не весь кислород, а всего лишь несколько процентов, поэтому изменением объема газа при горении можно пренебречь.

Ошибки в измерении массы сгоревшего парафина и мощности нагревателя обусловлены точностью соответствующих измерительных приборов. В наших опытах ошибка в определении массы составляла около 3%, а в определении мощности — около 2%. Таким образом, общая ошибка в измерении теплоты сгорания свечи в наших опытах составляла приблизительно 5%.

Все врут календари?

И какой же читатель не любит «Клуб 12 стульев», что широко распахнул дверь в «Литературной газете»? Здесь всегда в широком ассортименте смех, да и не только... В общем, как говорится, клуб заслуженно пользуется заслуженным.

Разные подручные средства используют авторы для поддержания в клубе атмосферы сатиры и юмора. Нет-нет, но вспоминают они даже про физику с математикой. То любимейший людовед и душелюб Евг. Сазонов выступит в новом (для себя) жанре стихотворных «Математизмов». То в качестве неназойливого теста для проверки интеллекта на художественной заставке появятся уравнения Максвелла с ошибкой.

А в номере от 1 января 1981 г. стенгазета клуба «Рога и копыта» в специальном новогоднем выпуске разгласила результаты совершенно уникальный «расчетов века».

Если с 1 января начать ежедневно откладывать в копилку по 1 коп и завещать это занятие своим потомкам, то ровно через миллион лет у вас наберется 3 652 500 рублей.

Как нам сообщили в авторитетных неинформированных сферах и в заслуживающих доверия некомпетентных кругах, подсчет был проведен в «Рогах и копытах» по приватной просьбе самого Евг. Сазонова.

Спешим предупредить как самого душелюба, так и всех вместе с ним заинтересовавшихся посетителей клуба: вас обсчитали! Обещаемая сумма явно, хотя и не слишком сильно, завышена. Причина тому, по нашему постороннему мнению, довольно проста: в «Рогах и копытах» врут календари. Не все, конечно, но, например, на 2100, 2200, 2300, 2500

и др. годы, ошибочно показывая эти годы как високосные.

Жаль, что Евг. Сазонов сразу не обратился со своими финансовыми задумками к читателям нашего журнала — он мог бы получить ответ с семью верными знаками и со знаком качества. Но и сейчас еще не все потеряно. Задачник «Кванта», бесспорно, украсит оригинальная задача, автором которой по справедливости следует считать людоведа и душелюба:

Выясните, на сколько меня обсчитали в «Рогах и копытах».

Конечно, предполагается, что существующий календарь продержится в его сегодняшнем виде ближайшие 1 000 000 лет, начиная с 1 января 1981 года и. э.

Редакция «Кванта» решила воспользоваться случаем, чтобы рассказать о Евг. Сазонове чуть подробнее. Возможно, наши читатели с ним не знакомы. Не знакома с ним и редакция. Но знатоки знают, что это вполне современный, а вовсе не выдуманный писатель. Его действительно мало кто видел, поскольку он, неусыпно заботясь о покое (все же конечного) множества горячих почитателей своего бесконечногранного таланта, встречается исключительно с администрацией «Клуба 12 стульев». Евг. Сазонов написал «Бурный поток», который вся грамотная общественность одногласно (голосом самого автора) обозвала «романом века» (неясно только, к сожалению, которого, ибо шедевр полностью не опубликован и частично — тоже). Помимо этого широчайшего полотна, его первом созданы и многочисленные маломерные куски.

(Окончание см. на с. 45)

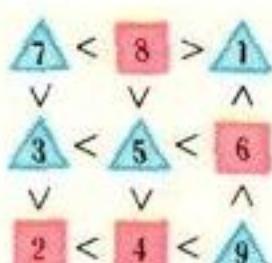


Рис. 6.

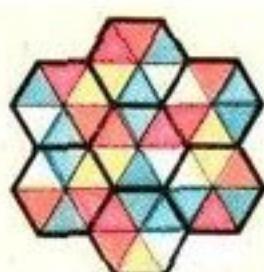


Рис. 7.

равен

$$x^3 - (x-2a)^3 - 6a(x-2a)^2.$$

Уравнение (относительно x)

$$x^3 - (x-2a)^3 - 6a(x-2a)^2 = 12a^2b$$

имеет корень $x = b + \frac{4}{3}a$, что невозможно (очевидно, x должен быть равен b , или $b+a$, или $b+2a$).

3. Ответ: 15. В самом деле, если спортсмен x раз набрал по 18 очков (попал в 10 и 8) и y раз — по 5 очков, то

$$18x + 5y = 99. \quad (1)$$

Из (1) получаем $1 < x < 5$. Из чисел 99—18 x на 5 делится только число 99—18·3.

4. Ответ: 3. В самом деле, если a_1, \dots, a_n — записанные на доске числа, то $n \geq 3$. Сложив равенства

$$\left\{ \begin{array}{l} 2a_1 = a_2 + a_3 + \dots + a_n, \\ 2a_2 = a_1 + a_3 + \dots + a_n, \\ \dots \dots \dots \\ 2a_n = a_1 + a_2 + \dots + a_{n-1}, \end{array} \right. \quad (2)$$

получим $2(a_1 + \dots + a_n) = (n-1)(a_1 + \dots + a_n)$, или $(n-3)(a_1 + \dots + a_n) = 0$. Отсюда $n=3$ или $a_1 + \dots + a_n = 0$. При $n > 3$ из условия $a_1 + \dots + a_n = 0$ и системы (2) получаем $a_1 = \dots = a_n = 0$, что противоречит условию задачи. При $n=3$ система (2) имеет неоднозначное решение (например, $a_1 = a_2 = a_3 = 1$).

5. См. рис. 7. Более сложная задача: доказать, что для данного набора шестиугольников такое «прикладывание» единственно.

Главный редактор — академик И. К. Киконин

Первый заместитель главного редактора — академик А. Н. Колмогоров

Заместители главного редактора: М. Н. Дашильчева, В. А. Лешковцев, Ю. П. Соловьев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: Л. Г. Асламазов, М. И. Башмаков, В. Е. Белонучкин, В. Г. Болтянский, А. А. Боровой, Ю. М. Брук, В. В. Вавилов, Н. Б. Васильев, С. И. Воронин, Б. В. Гнеденко, В. Л. Гутенмахер, Н. П. Долбилин, В. Н. Дубровский, А. Н. Земляков, А. Р. Зильберман, А. И. Климанов, С. М. Козел, С. С. Кротов, Л. Д. Кудрявцев, А. А. Михайлов, Е. М. Никишин, С. П. Новиков, М. К. Потапов, В. Г. Разумовский, Н. А. Родина, Н. Х. Розов, А. П. Савин, Я. А. Смородинский, А. Б. Сосинский, В. М. Уроев, В. А. Фабрикант

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ: А. М. Балдин, С. Т. Беляев, Б. Б. Буховцев, Е. П. Велихов, И. Я. Верченко, Б. В. Воздвиженский, В. М. Глушков, Г. В. Дорофеев, Н. А. Ермолаева, А. П. Ершов, В. Г. Зубов, Ю. Б. Иванов, Л. В. Канторович, П. Л. Капица, В. А. Кириллин, Г. Л. Коткин, Р. Н. Кузьмин, А. А. Логунов, В. В. Можаев, В. А. Орлов, Н. А. Патрикесова, А. В. Перышкин, Р. З. Сагдеев, С. Л. Соболев, А. Л. Стасенко, И. К. Сурин, Е. Л. Сурков, Л. Д. Фаддеев, В. В. Фирсов, Г. Н. Яковлев

Номер подготовили:

А. Виленкин, А. Егоров, И. Клумова, Т. Петрова, А. Сосинский, В. Тихомирова, Ю. Шиханович

Номер оформили:

М. Дубах, Г. Красиков, Н. Кузьмина, Э. Назаров, А. Прокофьев, И. Смирнова, Э. Смирнов

Заведующая редакцией Л. Чернова

Художественный редактор Т. Макарова

Корректор Н. Доракова

117071, Москва, Ленинский проспект, 15,
«Физматлит», «Квант», тел. 234-08-21

Сдано в набор 19.1.82. Подписано в печать 19.2.82
Печать офсетная
Бумага 70×108 1/16. Физ. печ. л. 4
Усл. печ. л. 5,60. Уч.-изд. л. 7,12 Т-00352
Цена 40 коп. Заказ 78. Тираж 180 558 экз.

Ордена Трудового Красного Знамени
Чеховский полиграфический комбинат
ВО «Союзполиграфпром»
Государственного комитета СССР
по делам издательства, полиграфии
и книжной торговли
г. Чехов Московской области