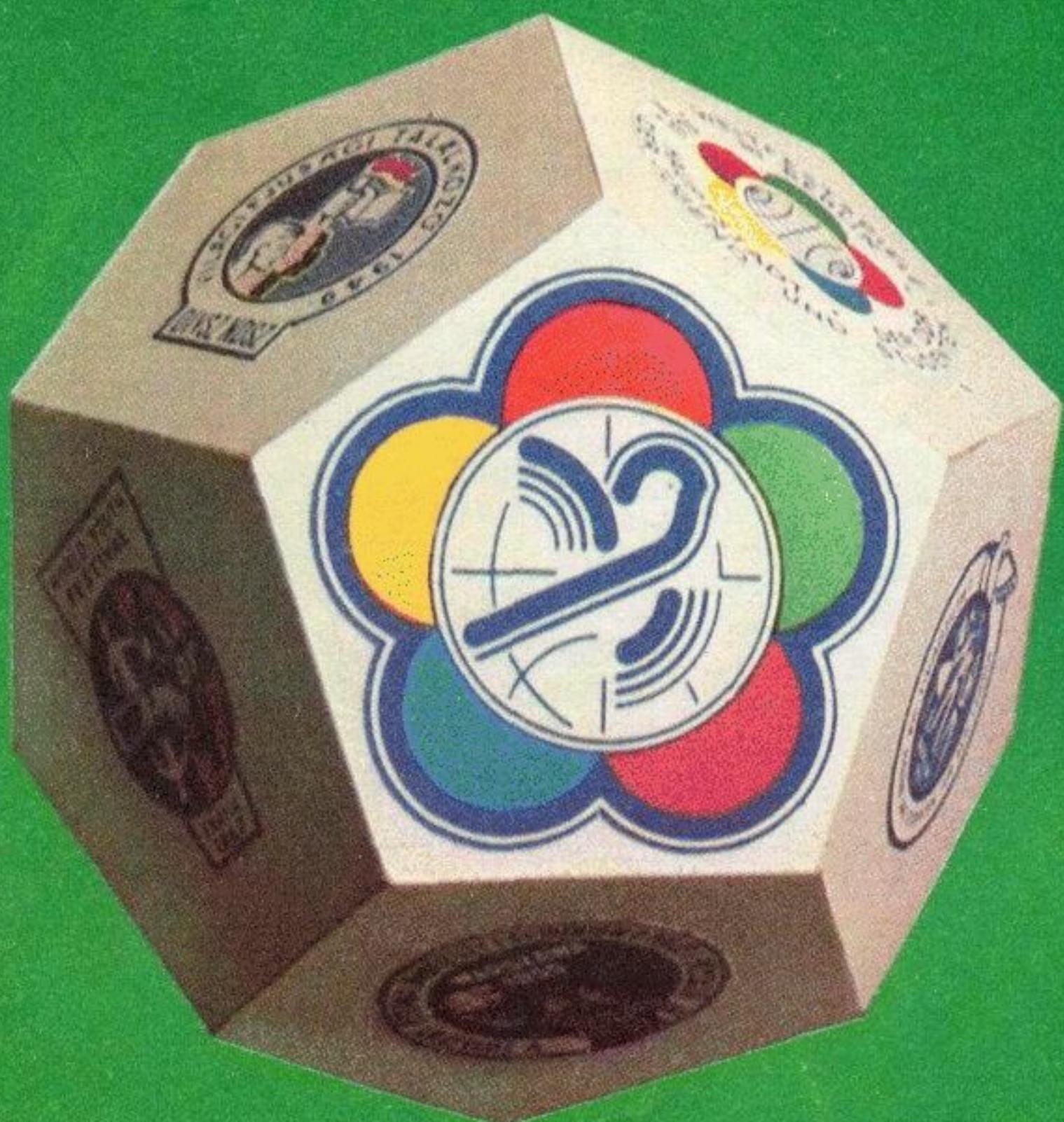


ISSN 0130-2221

# Юваният

8  
1985

Научно-популярный физико-математический журнал  
Академии наук СССР и Академии педагогических наук СССР





В НОМЕРЕ:

IN THIS ISSUE:

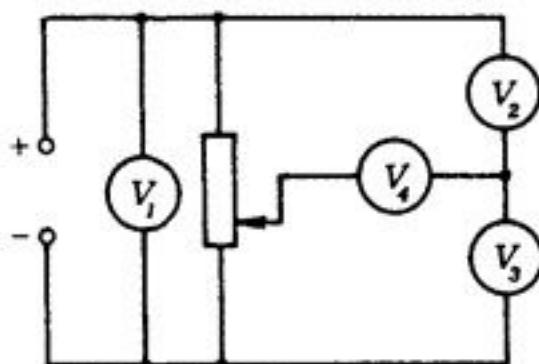


2	<b>В. А. Фабрикант.</b> Что такое нелинейная оптика	<b>V. A. Fabrikant.</b> What is non-linear optics
9	<b>Ю. П. Соловьев, А. Б. Сосинский.</b> Геометрия скользящих векторов	<b>Yu. P. Solovьев, A. B. Sossinski.</b> The geometry of sliding vectors
18	<b>И. И. Мазин.</b> Приглашение в парную (или Физика в бане)	<b>I. I. Mazin.</b> Invitation to a sauna (or Physics in the bath)
22	<b>Ю. С. Петров.</b> Висячие мосты	<b>Yu. S. Petrov.</b> Suspension bridges
<hr/>		
25	<b>Наш календарь</b> <b>Открытие рентгеновских лучей</b>	<b>Our calendar</b> <b>The discovery of X-rays</b>
<hr/>		
26	<b>Математический кружок</b> <b>С. Б. Белый, Е. А. Ровенский.</b> Обобщенная задача о ферзях	<b>Mathematics circle</b> <b>S. B. Belyi, E. A. Rovenski.</b> The generalized Queen problem
<hr/>		
29	<b>«Квант» для младших школьников</b> <b>Задачи</b>	<b>Kvant for younger school children</b> <b>Problems</b>
30	<b>Н. А. Родина.</b> О всемирном тяготении, приливах и отливах	<b>N. A. Rodina.</b> About universal gravitation and tides
32	<b>Фестиваль задач</b>	<b>Problem festival</b>
36	<b>Л. Кэрролл.</b> Поросенок и перец	<b>L. Carroll.</b> Pigs and peppers
<hr/>		
40	<b>Задачник «Кванта»</b> <b>Задачи М936—М940; Ф948—Ф952</b>	<b>Kvant's problems</b> <b>Problems M936—M940; P948—P952</b>
43	<b>Решения задач М916—М920; Ф927—Ф932</b>	<b>Solutions M916—M920; P927—P932</b>
<hr/>		
52	<b>Практикум абитуриента</b> <b>С. М. Козел.</b> Парадоксы плоского конденсатора	<b>College applicant's section</b> <b>S. M. Kozel.</b> Paradoxes of the plane capacitor
<hr/>		
28	<b>Информация</b>	<b>Information</b>
50	<b>Традиционный праздник юных математиков</b>	<b>Traditional feast of young mathematicians</b>
57	<b>Вечерняя физическая школа при МГУ</b>	<b>Moscow university evening physics school</b>
58	<b>VII Московский турнир юных физиков</b>	<b>7th Moscow young physicist's tournament</b>
60	<b>VIII турнир юных физиков</b>	<b>8th young physicist's tournament</b>
60	<b>Заочная школа при НГУ</b>	<b>Novosibirsk university correspondence school</b>
<hr/>		
62	<b>Ответы, указания, решения</b> <b>«Квант» улыбается (51)</b> <b>Смесь (8, 17, 21)</b> <b>Шахматная страница</b> <b>Шахматы на параллельных досках</b> <b>(3-я с. обложки)</b>	<b>Answers, hints, solutions</b> <b>Kvant smiles (51)</b> <b>Miscellaneous (8, 17, 21)</b> <b>The chess page</b> <b>Chess on parallel boards</b> <b>(3rd cover page)</b>

## Конкурс капитанов и болельщиков

Капитаны выполняли эти задания с двумя помощниками. Болельщики работали индивидуально или группами и присыпали ответы в пользу одной из команд-финалистов. Время на выполнение каждого задания — 5 минут.

Большинство задач этого конкурса были предложены командами школ, участвовавших во втором туре турнира.

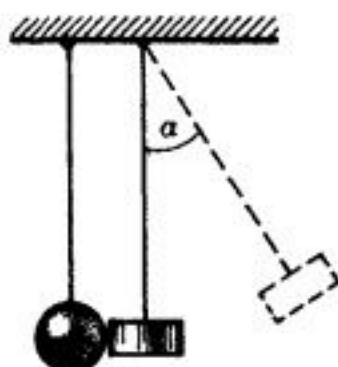


1. «Вольтметры». В электрической схеме, приведенной на рисунке, все вольтметры одинаковые.

Показания двух известны:  $U_1 = 10$  В,  $U_2 = 6$  В. Каковы показания двух других?

2. «Автобус» (задача предложена школой № 179). Почему задние стекла автобуса обычно гораздо грязнее, чем боковые?

3. «Парадоксальное столкновение». После лобового соударения латунного цилиндра массой  $m$  с неподвижным биллиардным шаром массой  $2m$  цилиндр останавливается, а шар отклоняется на угол  $\beta < \frac{\alpha}{2}$



Предложить модель внутреннего устройства цилиндра.

4. «Волна зажигания» (предложена школой № 679 и признана лучшей задачей).

Весь во мраке лежит город сонный,  
Светлый месяц с небес не глядит.  
На бульваре той ночки темной  
Притаился опасный бандит.

Он не знал, что его ожидает...  
Полицейских отчаянный взвод  
Все теснее его окружает,  
А в засаде стоит пулемет.

Чтобы тени его не укрыли,  
Чтоб его освещали огни,  
Фонари вдоль аллеи включили,  
Но не вмог загорелись они!

Друг за другом они зажигались,  
Первый сразу, позднее — второй.  
Пятна света в ночи разливались,  
Вдоль бульвара бежали волной.

Ловко пользуясь этой заминкой,  
Под покровом ночной темноты  
Вор ушел неприметной тропинкой,  
Его скрыли густые кусты...

В чем причина такой неудачи?  
Почему так зажглись фонари?  
Нерешенная эта задача  
Мне уснуть не дает до зари.

Длинная улица освещается электрическими лампами накаливания, параллельно подключенными к источнику питания. Почему лампочки, находящиеся дальше от источника, зажигаются позднее?

5. «Смерч» (школа № 43). Почему при сливе воды в ванне образуется водоворот? В какую сторону вращается вода?

6. «Лазер» (школа № 542). Лазерный луч направляют горизонтально на плоскую прозрачную кювету (аквариум) с водой перпендикулярно стенкам кюветы. Если луч проходит выше или ниже поверхности воды в кювете, то на экране за кюветой можно наблюдать пятно от лазерного пучка. Если же лазерный луч проходит вдоль поверхности воды, то на экране наблюдается вертикальная полоска. Объяснить происхождение полоски и рассчитать ее параметры.

7. «Телевизор» (школа № 57). В некоторых художественных фильмах, герои которых смотрят телевизор, можно заметить, что по экрану этого телевизора иногда бежит широкая темная горизонтальная полоса. Почему и для каких телевизоров она наблюдается, в какую сторону (вверх или вниз) она бежит и с какой частотой? Каковы ее ширина относительно ширины экрана и степень затемнения?

8. «Баночка». Для опыта годится любая пластмассовая баночка с достаточно большой и плотно закрывающейся крышкой (но без резьбы). На турнире демонстрировалась баночка объемом 0,4 л, диаметр крышки 8 см. При резком сжатии баночки с боков крышка с характерным хлопком соскаивает и летит достаточно далеко. Оценить величину максимальной силы, действующей на крышку в этом опыте.

Публикацию подготовили Е. Н. Юносов,  
И. В. Яминский

## VIII турнир юных физиков

Этот турнир начинается в сентябре 1985 г. Он будет проводиться в три этапа.

I тур — заочный коллективный конкурс. С этого года заочный конкурс становится всесоюзным. Решения задач ТЮФ-VIII, опубликованных ниже, можно отправлять не позднее 30 ноября 1985 года по адресу: 119899, Москва, ГСП, МГУ, физический факультет, Совет по работе со школьниками, оргкомитет ТЮФ-VIII. В графе «Кому» напишите: «Заочный конкурс ТЮФ-VIII» и номер задач, решения которых вы посыпаете. В письмо вложите конверт с написанным на нем адресом школы (в этом конверте будут отправлены результаты проверки решений), а также заявление об участии в турнире с указанием фамилий членов команды, учителя физики, номера школы, класса. Реше-

ния задач могут быть индивидуальными и коллективными. Каждое решение пишите на отдельном листе (листах) и вначале обязательно укажите город, номер школы, класс, фамилии и имена авторов решения. К решениям экспериментальных задач должны быть приложены подробные описания установок, их схемы, желательно фотографии и экспериментальные данные. Наиболее удачные решения задач и самостоятельно сформулированных проблем будут отмечены грамотами турнира и представлены к печати в «Кванте».

II тур — отборочные физбои. В нем могут принять участие команды школ г. Москвы и Московской области, набравшие в заочном коллективном конкурсе более 40 баллов (из 50-ти возможных). Отборочные физбои 1/4 и 1/2 финала будут проводиться с 10 декабря 1985 г. по 10 января 1986 г. на физическом факультете МГУ по задачам заочного конкурса. (Другим городам могут быть высланы материалы для организации II и III туров на местах).

III тур — финал турнира — состоится 16 февраля 1986 г. на физическом факультете МГУ. В его программу входят: физбой финалистов турнира, конкурс капитанов, конкурс болельщиков, награждение победителей и активных участников турнира.

В составлении заданий для финальных конкурсов турнира могут принять участие все желающие. Условия задач высыпайте не позднее 20 января 1986 года. Получить дополнительные сведения о правилах проведения ТЮФ-VIII, а также высказать свои предложения и замечания можно по вышеуказанному адресу.

#### Задания заочного коллективного конкурса ТЮФ-VIII

Большинство заданий сформулировано на основе конкретных физических явлений и рассчитано на проведение серьезных теоретических и экспериментальных исследований, выходящих за рамки «школьного» подхода. Условия задач сформулированы максимально кратко и допускают различные трактовки и степени упрощения.

1. «Придумай сам». Самостоятельно сформулируйте задачу-проблему и решите ее.

2. «Якорь». Как объяснить, что якорь массой 5 тонн надежно удерживает корабль массой 10 тысяч тонн?

3. «Коэффициент Пуассона». Известно, что всякая продольная деформация твердого тела вызывает и его поперечную деформацию. Объясните это явление. Предложите теоретический расчет коэффициента Пуассона для металлов. Проведите экспериментальные и теоретические исследования резинового стержня.

4. «Двойные рамы». В жилых помещениях средней полосы СССР принято ставить в окна двойные рамы. Не следует ли, по вашему мнению, перейти на применение тройных рам?

5. «Пленка масла». В 1757 году я находился на борту одного из 96-ти кораблей флотилии, следовавшей из Луисбурга. Я заметил, что поверхность воды вокруг двух кораблей была на удивление спокойна, в то время как вокруг других наблюдалось сильное волнение, вызываемое резкими порывами ветра. Озадаченный столь странным различием, я в конце концов обратился к капитану и спросил, что бы это могло значить. «Коки», — сказал он, — как я понимаю, вышли только что через шлагат жирную воду, и она немного засалила борта этих

кораблей». В интонации капитана чувствовался легкий оттенок презрения, высказываемого человеку, который не знает каких-то общезвестных истин.» (Бенджамин Франклин)

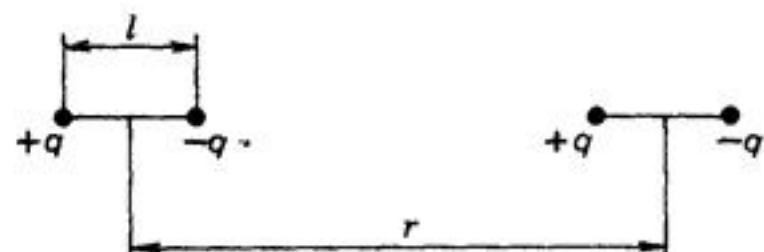
Объясните явление, замеченное ученым. Проведите опыты по выливанию масла на спокойную поверхность воды.

6. «Автоколебания». Многим известна детская игрушка: длинношерстий утенок наклоняется к корытцу с водой и, покачиваясь, «пьет» воду, затем откладывается от корытца, но через некоторое время опять наклоняется и «пьет» и т. д. С точки зрения физика это — пример автоколебаний, происходящих при наличии внешнего источника энергии.

Сконструируйте и изготовьте наглядный прибор или игрушку, демонстрирующую автоколебания.

7. «Поверхностный заряд». Известно, что если зарядить металлический шар, то заряд распределится по его поверхности. Оцените толщину этого поверхностного слоя.

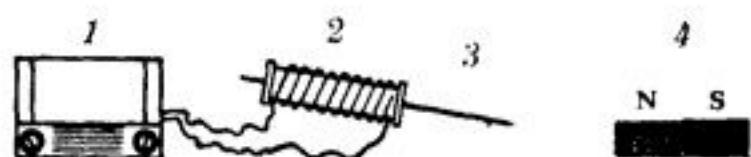
8. «Дипольное взаимодействие». Известно, что два диполя, находящиеся на расстоянии  $r$  друг от друга, как показано на рисунке, притягиваются с силой  $F \sim p_0^2/r^4$ , где  $p_0 = ql$  — дипольный момент.



Как будут взаимодействовать диполи, если их моменты будут переменными во времени:  $p_1(t) = p_2(t) = p_0 \sin \omega t$ ?

9. «Сила магнита». Экспериментально исследуйте зависимость от расстояния силы притяжения стального шарика к полюсу полосового магнита. Объясните результаты. Специально исследуйте поведение намагниченного и ненамагниченного шариков.

10. «Скачки Баркгаузена». Интересные явления, связанные с намагничиванием ферромагнетиков, вы можете наблюдать, создав следующую установку:



- 1 — радиоприемник;
- 2 — катушка из медного провода;
- 3 — исследуемый образец;
- 4 — магнит или электромагнит.

Примерные параметры катушки: число витков — несколько тысяч, диаметр провода — 0,1—0,2 мм, длина намотки — 30—50 мм, внутренний диаметр отверстия в катушке — 5—10 мм. В качестве исследуемых образцов могут быть использованы вязальные спицы, отожженный гвоздь, надфиль и другие ферромагнитные объекты. Катушку следует подключить к входу усилителя радиоприемника (от проигрывателя). Исследуемый образец вставить в катушку. При приближении или удалении

магнита от образца, смене полюсов и других манипуляциях вы услышите шуршание и потрескивание.

Иследуйте явление. Попробуйте усовершенствовать установку для подтверждения ваших гипотез.

11. «Показатель преломления». Измерьте показатель преломления вара (битума).

12. «Глубина резкости». Экспериментально определите зависимость глубины резкости фотоаппарата от диаметра диафрагмы. Дайте теоретическое объяснение полученной зависимости. Как изменится характер исследуемой зависимости при замене объектива на одиночную линзу?

13. «Черная дыра». Оцените катастрофические для Земли последствия появления черной дыры, которая движется по земной орбите на встречу Земле. Рассмотрите случаи отношения масс черной дыры и Земли  $10^{-9}$ ;  $10^{-6}$ ;  $10^{-3}$ ; 1.

14. «Прерывистое тяготение». «Сила тяготения является нам повседневный пример силы, действующей, по-видимому, беспрерывно. Правда, мы не знаем, не разделено ли ее действие неощутимо малыми промежутками времени, но поскольку при этой гипотезе явления были бы почти теми же, как и в случае непрерывного действия, геометры предпочли последнюю гипотезу как более удобную и простую.»

(Пьер Симон Лаплас)

Оцените возможную скважность действия силы тяготения.

### 15. «Искристый снег».

Под голубыми небесами  
Великолепными коврами,  
Блестя на солнце,  
Снег лежит.

А. С. Пушкин

Свежевыпавший пушистый снег искрится на солнце или в свете фонарей уличного освещения. Оцените характерное расстояние между отдельными «искринками».

### 16. «Тихий снег».

Тишайший снегопад —  
Дверям обидно хлопать.  
Посередине дня  
В столице как в селе.  
Тишайший снегопад,  
Закутавшийся в хлопья,  
В обувке пуховой  
Проходит по земле.

Александр Межиров

Оцените громкость звука, возникающего при падении снежинок во время снегопада.

### 17. «Скрипящий снег».

Скрипят, скрипят, как снег капуста,  
И снег скрипят, как кочаны.

Олег Чухонцев

Когда, как и почему скрипят снег и при чем тут капуста!? (По традиции задача 17 имеет юмористический оттенок.)

Публикацию подготовили Е. Н. Юносов,  
И. В. Яминский

## Заочная школа при НГУ

При Новосибирском государственном университете им. Ленинского комсомола работает заочная школа (ЗШ) для учащихся 8—10 классов общеобразовательных школ Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии и Урала.

Основная задача ЗШ — оказывать помощь в формировании и развитии у учащихся интереса к естественным наукам.

В ЗШ 5 отделений: математическое, физическое, химическое, биологическое и экономическое. На математическое, физическое и химическое отделения принимаются учащиеся 8—10 классов, на биологическое — только учащиеся 9 классов, на экономическое — только учащиеся 10 классов.

Кроме отдельных учащихся, в ЗШ могут быть приняты также математические, физические, химические, биологические и экономические кружки (или факультативы), которые работают в школе под руководством учителя. Руководители каждого кружка набирают и зачисляют в них учащихся, успешно выполнивших первое задание по соответствующему предмету. Кружок принимается в ЗШ, если руководитель сообщает в ЗШ свою фамилию, имя, отчество и высыпает поименный список членов кружка (с указанием итоговых оценок за первое задание), подписанный директором школы и заверенный печатью.

Учащиеся, принятые в ЗШ, и руководители кружков будут получать задания ЗШ, а также дополнительные методические материалы. Работы учащихся-заочников проверяют в ЗШ, а работы членов кружков — его руководители (по желанию руководителей часть работ членов кружков может быть проверена и в ЗШ).

Ежегодно часть учащихся 8—9 классов ЗШ приглашается в Летнюю школу при НГУ (которая работает с 1 по 22 августа). Здесь они вместе с победителями Всесибирской олимпиады слушают лекции крупных ученых, решают интересные задачи на семинарах, знакомятся с университетом и научно-исследовательскими институтами Академгородка, отдыхают и развлекаются. На период зимних каникул учащиеся ЗШ из близлежащих областей приглашаются в Зимнюю школу при НГУ.

Чтобы стать учеником Заочной школы при НГУ, необходимо до 30 сентября прислать на имя директора ЗШ заявление с просьбой выслать первое задание. Заявление должно быть написано на почтовой карточке и оформлено по следующему образцу:

1. Фамилия, имя, отчество (полностью, печатными буквами)  
2. Класс, в котором вы учитесь в своей школе  
3. Отделение ЗШ, на котором вы хотите учиться (можно указать два отделения)  
4. Подробный домашний адрес с обязательным указанием индекса почтового отделения
- НИКОЛАЕВ ИГОРЬ ИВАНОВИЧ  
8 класс  
математическое (математическое и физическое)  
632149, Новосибирская область, с. Мезениха,  
ул. Андрианова, д. 28 \*а\*, кв. 5.

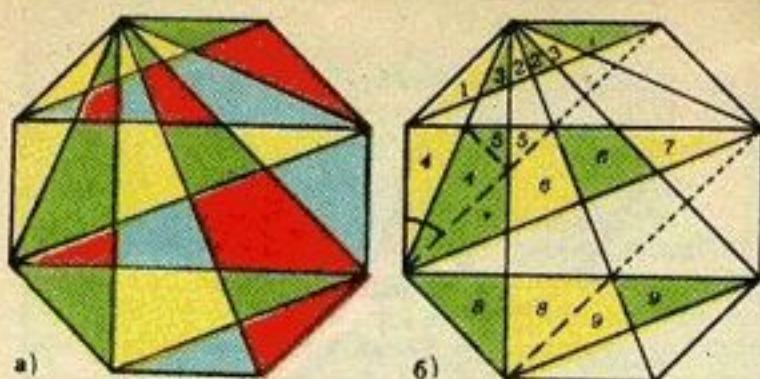


Рис. 4.

что площадь синих кусков равна площади зеленых, а площадь желтых кусков равна площади красных. С другой стороны, проведя дополнительные линии, как показано на рисунке 4, б), мы разобъем желтые куски на девять многоугольников и зеленые куски на девять точно таких же многоугольников. Значит, площадь желтых кусков равна площади зеленых. Поэтому площадь кусков, закрашенных каждым цветом, равна  $\frac{1}{4}$  площади всего восьмиугольника.

### Шахматная страничка

(см. «Квант» № 5)

**Задание 9.** Этот эпизод взят из партии «Дачесс» — «Каисса» (2-й чемпионат мира среди ЭВМ, Торонто, 1977 г.). Король черных стоял на g8, они ответили 34...Лe8, и после 35. Ф:e8+ все было кончено. Но почему черные отдали ладью, разве они не могли сыграть 34...Крg7? Эта позиция как раз и изображена на диаграмме. Оказывается, в этом случае машина приготовила не 35. g5 К:e3 36. gf+Ф:f6 37. fe Фg5+ и 38...Ф:b5 с решающим перевесом у черных, а блестящее 35. Фf8+!! Кр:f8 36. Ch6+ и 37. Лe8+ с выигрышем.

**Задание 10 (Шорт—Майлс).** В ответ на 22.Кb6 Шорт опасался 22...Ke2. Если теперь 23. С:e2, то 23...Ф:d1+ 24. С:d1 Лc1×, а на 23. К:d7 следует 23...Лc1+ 24. Л:c1 Л:c1×. Однако белые выигрывали замечательным образом: 23. Фf8+!! Кр:f8 24. К:d7+ и 25. С:e2 или 23...Л:f8 24. К:d7.

Как видите, две эти комбинации — одна — машин, другая — людей — объединяет эффектная и необычная жертва ферзя на поле f8.

**Главный редактор — академик Ю. А. Осипьян**

**Первый заместитель главного редактора — академик А. Н. Колмогоров**

**Заместители главного редактора: Л. Г. Асламазов, А. А. Леонович, В. А. Лешковцев, Ю. П. Соловьев**

**Редакционная коллегия:** М. И. Башмаков, В. Е. Белонучкин, В. Г. Болтянский, А. А. Боровой, Ю. М. Брук, В. В. Вавилов, Н. Б. Васильев, С. М. 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, 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, Г. В. Дорофеев, Н. А. Ермолаева, А. П. Ершов, Ю. Б. Иванов, Л. В. Канторович, В. А. Кириллин, Г. Л. Коткин, Р. Н. Кузьмин, А. А. Логунов, В. В. Можаев, В. А. Орлов, Н. А. Патрикеева, 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. Н. Виленкин, В. Н. Дубровский, А. А. Егоров,  
Б. М. Ивлев, Т. С. Петрова, А. В. Сосинский,  
В. А. Тихомирова

103006 Москва К-6, ул. Горького, 32/1. «Квант»,  
тел. 250-33-54

**Номер оформили:**

В. В. Губин, М. Б. Дубах, Е. В. Винодарова, Д. А. Крымов, А. К. Малкин, Г. В. Мурышкин, Ю. Н. Сафонов, И. Е. Смирнова, Э. А. Смирнов, Н. А. Ящук

Сдано в набор 19.06.85. Подписано к печати 26.07.85.

Печать офсетная. Усл. кр.-отт. 23,80

Бумага 70×108 1/16

Усл. печ. л. 5,80. Уч.-изд. л. 7,27. Т-16635

Тираж 172 978 экз. Цена 40 коп. Заказ 1618

**Фото представили:**  
Е. Г. Любинский, А. М. Орехов, В. П. Шевченко

**Заведующая редакцией Л. В. Чернова**

**Редактор отдела художественного оформления  
Э. А. Смирнов**

**Художественный редактор Т. М. Макарова**

**Корректор Н. Д. Дорохова**

Ордена Трудового Красного Знамени  
Чеховский полиграфический комбинат  
ВО «Союзполиграфпром»  
Государственного комитета СССР  
по делам издательства, полиграфии  
и книжной торговли  
142300 г. Чехов Московской области