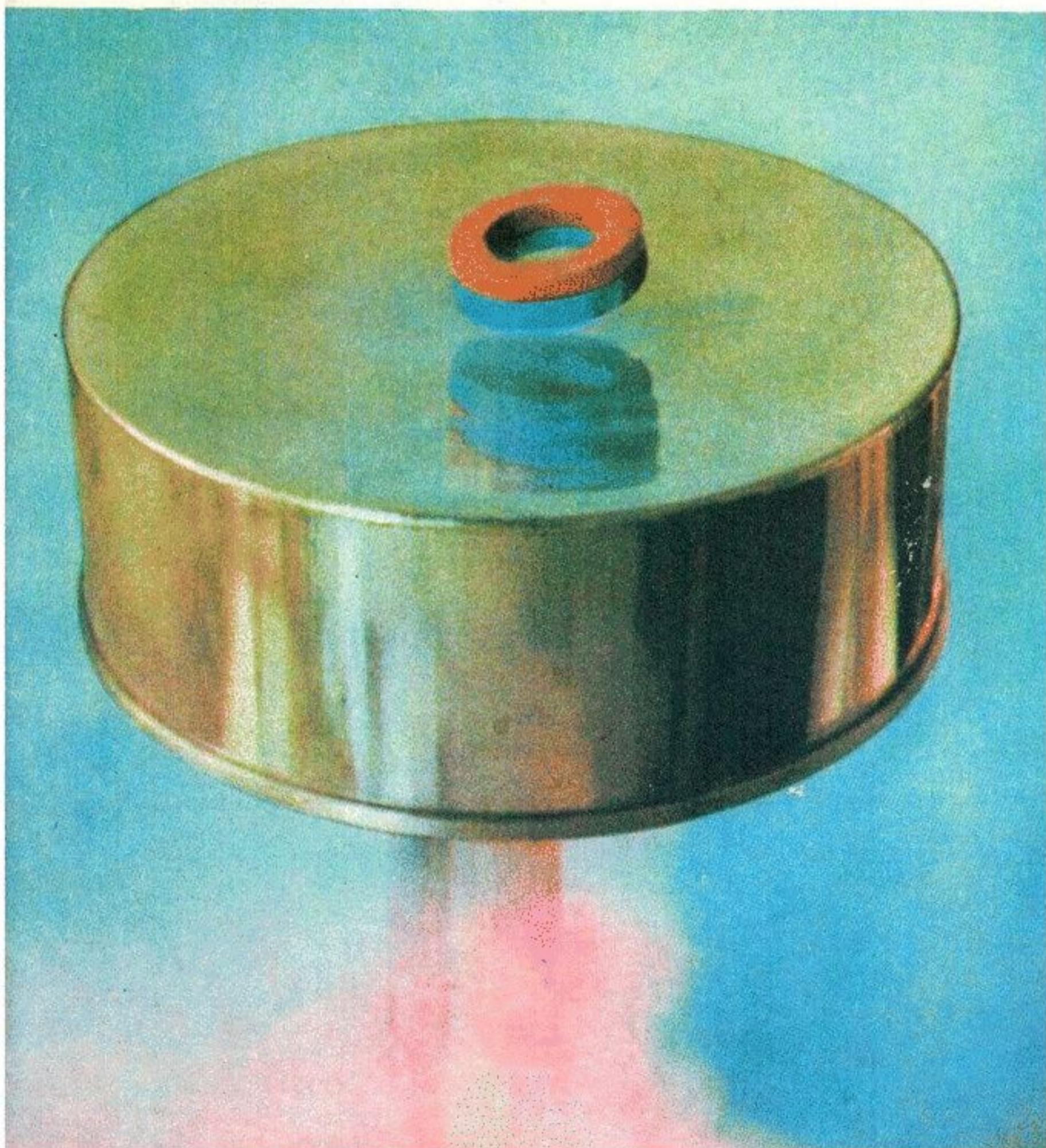


Квант

10
1983

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

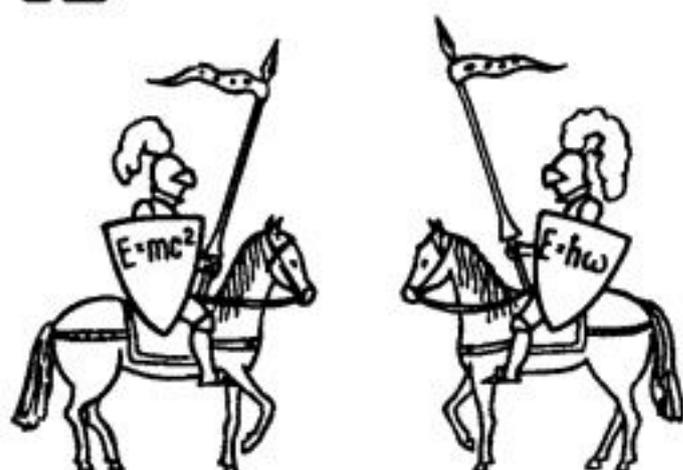




Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы



	В ПОЧТЕ	IN THIS ISSUE
2	Л. А. Фальковский. Физика поверхности	<i>L. A. Falkovski.</i> Physics of surfaces
9	Л. Г. Асламазов. Неинерциальные системы отсчета	<i>L. G. Aslamazov.</i> Non-inertial reference systems
17	С. Г. Гиндикин. Леонард Эйлер (к 200-летию со дня смерти)	<i>S. G. Gindikin.</i> Leonard Euler (200 years since his death)
<hr/>		
	Новости науки	Science news
25	А. В. Бялко. Изменение фигуры Земли и ее вращения	<i>A. V. Byalko.</i> Changes in the Earth's shape and its rotation
<hr/>		
	Геометрическая страничка	Geometric page
26	Прямые на кривой поверхности	Straight lines on curved surfaces
<hr/>		
	Математический кружок	Mathematics circle
28	А. Г. Гейн. Перед школьной олимпиадой	<i>A. G. Gein.</i> Before the school Olympiad
<hr/>		
	Школа в «Кванте»	Kvant's school
31	Л. Б. Печерский. $n^x = x^n$	<i>L. B. Pecherski.</i> $n^x = x^n$
32	Я. Е. Жак. Где ошибка?	<i>Ya. E. Jak.</i> Where is the error?
32	Физика 8, 9, 10	Physics 8, 9, 10
<hr/>		
	«Квант» для младших школьников	Kvant for younger school-children
38	Задачи	Problems
39	И. Л. Никольская, Н. Г. Саблина. А если..., что тогда?	<i>I. L. Nikolskaya, N. G. Sablina.</i> And if..., what then?
<hr/>		
	Задачник «Кванта»	Kvant's problems
43	Задачи М826 — М830; Ф838 — Ф842	Problems M826 — M830; P838 — P842
46	Решения задач М811 — М815; Ф823 — Ф827	Solutions M811 — M815; P823 — P827
<hr/>		
	Игры и головоломки	Games and puzzles
52	В. А. Сапронов. Рэндзю	<i>V. A. Sapronov.</i> Renju
<hr/>		
	Олимпиады	Olympiads
55	IX Всероссийская олимпиада школьников	The 9th All-Russian school olympiad
58	Призеры IX Всероссийской олимпиады школьников	Prizewinners of the 9th All-Russian school olympiad
<hr/>		
	Информация	Information
59	V Московский турнир юных физиков	The 5th Moscow young physicists' contest
<hr/>		
61	Ответы, указания, решения	Answers, hints, solutions
	Наша обложка (8)	Our cover (8)
	Смесь (16, 54)	Miscellaneous (16, 54)
	Шахматная страничка	The chess page
	Удивительный маневр (3-я с. обложки)	Surprising maneuver (3rd cover page)



V Московский турнир юных физиков

*Я здесь не дам сих тайн истолкованья,—
Вопрос, а не ответ — мое призванье.*

Г. И б с е н

V Московский турнир был проведен физическим факультетом МГУ с 20 декабря 1982 г. по 3 апреля 1983 г. Оргкомитет Турнира возглавлял вице-президент АН СССР, академик Е. П. Велихов, жюри — профессор физического факультета МГУ В. Л. Бонч-Бруевич. В этом соревновании старшеклассников приняли участие 40 школ Москвы и Московской области.

Как обычно, турнир проводился в три этапа.

I тур — заочный коллективный конкурс. Школам для коллективного решения предлагались 20 задач сроком на два месяца. По результатам этого конкурса ко II туру были допущены команды 15-ти школ.

II тур — отборочные физбои, которые определили финалистов турнира. Отборочные физбои проводились в московских школах по задачам заочного конкурса.

III тур — финал турнира был проведен на физическом факультете МГУ. В его программу входили: конкурс домашних заданий, конкурс капитанов, физбой трех команд — финалистов турнира, конкурс болельщиков, награждение победителей.

Диплом I степени и переходящий приз турнира был вручен командам школ № 57 и № 7 г. Москвы, диплом II степени — команде школы № 710 г. Москвы, диплом III степени — командам школ № 444 г. Москвы, № 82 пос. Черноголовка и ФМШ № 18 при МГУ. За победу в отдельных конкурсах турнира грамоты и подарки были вручены 17-ти школьникам. Физический факультет МГУ наградил школы, команды которых показали высокие результаты в этом состязании, ценными физическими приборами. Жур-

нал «Квант» наградил ряд школьников книгами серии «Библиотечка «Квант» с автографами авторов.

VI турнир юных физиков начнется 15 октября 1983 г. Ваши вопросы по организации таких соревнований, отзывы и предложения, а также заявки на участие в ТЮФ—VI присылайте по адресу: 117234, Москва, МГУ, физический факультет, Совет по работе со школьниками. Оргкомитет ТЮФ.

Задачи заочного коллективного конкурса

Условия задач сформулированы максимально кратко. Необходимые дополнительные данные и оговорки следует вводить, опираясь на здравый смысл. Эти задания вы можете использовать при организации в школе викторин, вечеров занимательной науки, турниров юных физиков, использовать в работе физических кружков.

1. «Гол». «...сильнейший удар! Го-о-од!!!» Каково максимальное давление в футбольном мяче при ударе?

2. «Дождь». Оцените, во сколько раз уменьшится количество тополиного пуха в воздухе после грозового дождя (Москва, июнь, гроза средней силы и продолжительности).

3. «Гравитационное поле Земли». Как зависит напряженность гравитационного поля Земли от расстояния до ее центра?

4. «Электрическое поле Земли». Предложите способ и измерьте напряженность электрического поля Земли.

5. «Взрыв». На маленьком островке Курильской гряды физик охотился за бабочкой. Вдруг, в момент, когда бабочка сложила крылья, ее резко отнесло на 10 см в сторону. Оказалось, что в 300 км от наблюдательного физика началось извержение вулкана — произошел первый мощный взрыв с выбросом газов и пепла. Оцените энергию этого взрыва.

6. «Болото». Объясните, почему человек может утонуть в болоте, даже если средняя плотность болотной среды существенно больше плотности воды.

7. «Колодец». Говорят, что в яркий солнечный день из глубокого колодца можно наблюдать звезды. Объясните, какие звезды можно так наблюдать и каким должен быть для этого колодец.

8. «Марьянский желоб». Каково давление воды на дне самой глубокой океанской впадины?

9. «Аэростат». Аэростат объемом 1000 м³ находился в равновесии на высоте $H=300$ метров над поверхностью Земли. Вдруг на него сверху сел беркут ($m=10$ кг). Как будет опускаться аэростат?

10. «Воздушный шарик». Исследуйте зависимость избыточного давления в воздушном шарике от его диаметра.

11. «Парафин». Измерьте коэффициент объемного расширения парафина в интервале температур 0—80°C.

12. «Прыгающий шарик». Горизонтальная упругая плита совершает гармонические колебания вверх-вниз с амплитудой A и частотой ν . Определите, на какую максимальную высоту может подскочить стальной шарик, находящийся на этой плите. Оценить, через

какое время t от начала процесса можно ожидать, что шарик подскочит на высоту $0,99 H$.

Проведите экспериментальные исследования.

13. «Конан Дойл». «В тот вечер, сидя подле дяди на красном бархатном диванчике, я впервые увидел кое-кого из людей, чья слава и чудачества не забыты миром и по сей день.

— Старик с кислой миной и тонкими ногами — это герцог Куинсберри, — сказал дядя. — В состязании с графом Таафом он проехал в фазтоне девятнадцать миль за один час, и ему удалось за полчаса передать письмо на расстояние в пятьдесят миль — письмо перебрасывали из рук в руки с крикетным мячом...

— А зачем ему это понадобилось, сэр? — удивленно спросил я. Дядя пожал плечами.

— Так ему вздумалось, — сказал он.

(А. Конан Дойл. «Родни Стоун»).

Придумать и испытать канал передачи материальной информации (теннисный мяч) средствами XVIII века на расстояние 2 км за минимальное время.

14. «Лом». Оцените, какую работу необходимо совершить, чтобы завязать узлом стальной лом.

15. «Линза». Точечный источник света помещен в фокусе собирающей линзы. Каково распределение интенсивности полученного таким образом светового пучка по его диаметру? Предложите способ создания параллельного светового пучка с равномерным распределением интенсивности в поперечном сечении пучка.

16. «Биллиард». При ударе бильярдных шаров слышен звук. Какова высота основного тона? Каковы обертоны?

17. «Магнитный момент». В цилиндрическом сосуде находится электронный газ ($n = 10^{13} \text{ см}^{-3}$, $T = 300 \text{ К}$). Стенки сосуда упруго отражают электроны. Друг с другом электроны не взаимодействуют. Цилиндр помещают в магнитное поле, линии индукции которого параллельны оси цилиндра. Определить суммарный магнитный момент электронного газа.

18. «Водопровод». Как, не разрушая водопроводной трубы, определить, в какую сторону течет в ней вода, если вы имеете доступ только к ограниченному участку ($l = 2 \text{ м}$) этой трубы?

19. «Брызги». Камушек падает в воду с высоты H . Какова при этом максимальная высота подъема водяных брызг?

20. «Кабестан». Канат, одним концом прикрепленный к стене, намотан на вал электродвигателя (n витков). Каково натяжение закрепленного участка каната, если к свободному концу каната приложена сила F ? Коэффициент трения канат-вал μ , частота вращения вала ν .

Конкурс домашних заданий

1. «Представление». Разыграть с участием членов команды и болельщиков представление на физическую тему. Длительность представления — 5 минут. Жанр произвольный.

2. «Невесомость». Объяснить принцип действия и продемонстрировать изготовленный в школьной лаборатории прибор, демонстрирующий явление невесомости (например — фонарик, загорающийся, когда он находится в невесомости).

Конкурс главных задач

На решение этих задач с представлением письменных отчетов в жюри Турнира командам отводилось два часа.

1. «Гелий». Экспериментатор делает глубокий выдох, а затем глубоким вдохом наполняет легкие и дыхательные пути гелием (через трубку из газгольдера). После этого экспериментатор произносит вслух несколько фраз. Присутствующих, даже тех, кто ранее не слышал голоса этого человека, поражает необычность звучания его речи. Во-первых, высота тона становится в несколько раз выше. Во-вторых, тембр голоса сильно искажается, делая его неузнаваемым. По мере выдыхания гелия, практически после первого вдоха воздуха, обычное звучание голоса восстанавливается. Объяснить, почему увеличивается высота основного тона человеческого голоса в этом эксперименте. Сделать численные оценки.

2. «Магнит». Известно, что при помощи магнита можно поднимать тяжести. В эксперименте, демонстрирующем подъемную силу магнита, использовались: тороидальный керамический магнит, к которому для удобства была приклеена ручка из немагнитного материала, подъемная платформа в виде двух стальных дисков, связанных вдоль оси стержнем, и набор съемных грузов. Оказалось, что максимальный вес груза, который можно поднять этим магнитом, P_1 .

Если теперь на боковую поверхность магнита плотно наложить тонкую полоску жести, то подъемная сила магнита значительно возрастет: $P_2 > P_1$. В проведенном эксперименте: внешний диаметр магнита 60 мм, внутренний диаметр 30 мм, ширина 15 мм, толщина жестяной полоски 0,15 мм, $P_1 = 25 \text{ Н}$, $P_2 = 35 \text{ Н}$. Как объяснить столь значительное увеличение подъемной силы магнита?

3. «Показатель преломления». Определить показатель преломления стекла, из которого изготовлена цилиндрическая палочка. В распоряжении экспериментаторов имеются: цилиндрическая стеклянная палочка диаметром 30 мм и длиной 50 см, штатив для закрепления палочки в любом положении, источник света — гелий-неоновый лазер, диск с калиброванным отверстием ($\varnothing = 1 \text{ мм}$ и 2 мм) на штативе, белый экран, штангенциркуль и рулетка (2 метра).

4. «Вода и лед». Можно ли вскипятить чай в ледяном стаканчике? Оказывается, можно! В большой кусок льда заморожены три обычных тонкостенных стакана (200 мл). В стаканы наливают холодную воду, кладут по 2 кусочка сахара и по шепотке чая. Все это на металлическом лотке закладывают в духовку СВЧ печи «Электроника» и включают ее. Через 5 минут капитаны команд получают по стакану сладкого, хорошо заваренного, горячего чая. При этом оказывается, что лед расплавился только в местах соприкосновения с горячими стаканами. Объяснить, почему в СВЧ печи вода нагревается, а лед — нет.

Конкурс капитанов

Капитаны выполняли эти задания с двумя помощниками. Время на обдумывание каждого задания — 5 минут.

1. «Кинематика». Однородный диск катится без проскальзывания по горизонтальной плоскости со скоростью v . Как определить с помощью циркуля и линейки величину и направление мгновенной скорости некоторой точки A на ободке диска?

2. «Факелы». В середину длиной ($l=1$ м) стеклянной трубки подается светильный газ. Концы трубки являются горелками. При горизонтальном положении трубки получаются факелы одинаковой величины. Как изменится величина факелов, если трубку наклонить?

3. «Проволочка». Тонкая гибкая проволочка, изогнутая случайным образом, концами подсоединена к двум близко расположенным клеммам. Какую форму примет проволочка, если к клеммам подключить:

- а) источник постоянного тока;
- б) источник переменного тока?

Считать, что эксперимент проводится в невесомости.

4. «Юла». Юла в виде диска, насаженного на заостренный стержень, касается боковым ребром поверхности стола и вращается вокруг вертикальной оси со скоростью ω_0 . Какова скорость ω вращения юлы вокруг собственной (в данном случае наклонной) оси? Все необходимые размеры юлы считать известными.

5. «Тепловая машина». Велосипедное колесо, у которого все металлические спицы заменены натянутыми резиновыми жгутами, тщательно сбалансировано на горизонтальной оси. Если мощным источником света облу-

чить резиновые жгуты по одну сторону от оси колеса, то колесо начнет вращаться. В какую сторону и почему начнет вращаться колесо?

6. «Дымоход». Объясните, почему существует тяга в печной (заводской) трубе. Введите параметр, характеризующий тягу, и определите, как он зависит от высоты трубы.

Конкурс болельщиков

Болельщики присылали ответы в пользу одной из команд — финалистов турнира. Время на выполнение каждого задания — 5 минут. Первые 6 заданий — задания конкурса капитанов.

7. «Фигуры Лиссажу». На входы X и Y осциллографа подаются гармонические сигналы с отношением частот $f_X/f_Y=2/3$. Нарисовать осциллограмму.

8. «Пульсации». Простейший однополупериодный выпрямитель, состоящий из диода и последовательно с ним соединенного конденсатора емкостью 50 мкф, нагружен на резистор сопротивлением 2 кОм (подключенный параллельно конденсатору). Напряжение сети 220 В, частота 50 Гц. Определить амплитуду пульсаций на резисторе.

9. «Роса». На стекло подышали так, что оно запотело, и плотно накрыли это место стеклянным колпаком. Через некоторое время стало заметно, что некоторые капельки росы значительно укрупнились за счет исчезновения большого числа соседних мелких росинок. Объяснить это явление. Какова дальнейшая динамика роста или исчезновения отдельных капелек росы?

*Зам. председателя оргкомитета турнира
Е. Н. Юносов*

Ответы, указания, решения



Где ошибка?

Ошибка — в том, что мы обозначили через x_0 величину ($\lim x_n$), существование которой не доказано. Приведенное рассуждение устанавливает лишь, что если предел $x_0 = \lim_{n \rightarrow \infty} x_n$ существует, то он равен нулю. На самом же деле этот предел не существует (выражение $\frac{2^n}{n^8}$ убывает только в начале, потом оно неограниченно возрастает).

А если ..., что тогда?

1. Ложно только предложение а).
2. Утверждение а) ложно, когда y — сестра x ; утверждение б) всегда истинно.
3. Эти утверждения даже равносильны.
4. Нет: возможен случай, когда каждая задача кем-нибудь решена, но никто не решил всех задач.

5. Во всех трех случаях из первого предложения следует второе.

7. Опровергающий пример — равнобедренная трапеция.

8. Джек сказал правду, а Фред солгал. Машину угнал Боб.

IX Всероссийская олимпиада школьников

Математика

8 класс

1. Указание. Докажите, что если сумма некоторых действительных чисел a_1, a_2, \dots, a_n неотрицательна, то среди этих чисел можно выбрать такое, что сумма оставшихся чисел будет все равно неотрицательной.

2. Нельзя. Указание. Предположите, что требуемая расстановка чисел существует и докажите, что тогда все числа в клетках произвольного креста (рис. 1) имеют одинаковую четность.

3. $2^{1982} + 1 = (2^{1982} + 2^{992} + 1) - 2^{992} = (2^{991} + 1)^2 - 2^{992} = (2^{991} + 2^{496} + 1)(2^{991} - 2^{496} + 1)$.

4. $S_{A_1B_1C_1D_1} = 2S$. Четырехугольник $A_1B_1C_1D_1$ может вырождаться в треугольник и даже быть невыпуклым. Например, если $ABCD$ — трапеция, изображенная на рисунке 2, то при $a < l$ четырехугольник $A_1B_1C_1D_1$ — выпуклый,

• $TЛФП \cdot V' \cdot ПЛ$] • $[ПЛ'ФТ'ВН'ПЛ']$, (18).
«Шесть П»: $[\Phi^2(ПФ)^2(П'Ф')^3] \cdot [ФНФ^2Н'Л' \cdot \Phi'Н'Л^2НЛ' \cdot T^2П^2\Phi^2П^2T^2] \cdot [T^2(Л'Т')^2 \times \times (ЛТ)^3] \cdot [ТФ'ЛП'НВ'ТФ']$, (40).

«Кольца»: $[Л' \cdot ТН^2Т' \cdot Н' \cdot ПН^2П' \cdot Н \cdot Л] \cdot [П \cdot \Phi'В^2\Phi \cdot В \cdot Л'В^2Л \cdot В' \cdot П'] \cdot [П'Н^2ПТ'В^2Т]^2$, (31).

«Потусторонние кольца»: $[ПФТ'Н' \cdot \Phi^2 \cdot НТФ'П' \cdot \Phi^2] \cdot [ВП^2В'] \cdot [НП^2ФТ \cdot В^2 \cdot Т'Ф'П^2Н']$, (22).

«Змея»: в предыдущей операции замените третью скобку на $[НФ^2Н']$, (16).

«Червяк»: $ТВП^2Н'ТФ'ПЛ'Н'П'Т'П^2ТВ^2ПТ^2 \times \times П'Т'В'П'В^2ПТ$, (23).

«Полосы»: невозможное состояние.

Обозначения поворотов граней кубика объясняются в статье «Кубик в картинках» («Квант» № 9) (T — поворот задней — тыльной — грани на 90° по часовой стрелке). После каждой операции указано число составляющих ее поворотов, которое получится, если раскрыть скобки и произвести возможные упро-

щения (например, если заменить во второй операции последовательность четырех поворотов $ПЛПЛ'$ на один — эквивалентный ей — поворот $П^2$). В квадратных скобках стоят более простые, «законченные» операции, действие которых полезно проследить на «собранном» кубике. Точки в скобках помогут вам понять, как эти операции устроены и как они работают.

Шахматная страничка

(см. «Квант» № 7)

Задание 13 (О. Фринк, 1923 г.). 1. $Cd7!$ $Kpe3!$ (1... $Kpf3$ 2. $Kpd4$ $Kpf4$ 3. $h4$) 2. $h4$ $Kpe4$ 3. $h5$ $Kpe5$ 4. $h6$ $Kpf6$ 5. $Se8!$ и т. д.

Задание 14 (В. Вукович, 1923 г.). 1. $h7$ $g4$ 2. hg $h3$ 3. $g5$ hg 4. $g6$ $g1\Phi$ 5. $g7+$ $Kpe7$ 6. $Kpg8!$ (но не 6. $g8\Phi?$ $\Phi d4+$ 7. $\Phi g7+$ $\Phi:g7+$ 8. $Kp:g7$ $g2$ 9. $h8\Phi$ $g1\Phi+$ 10. $Kph7$ $Kpf7!$) 6... $\Phi f2$ 7. $h8\Phi$ $\Phi f7+$ 8. $Kph7$ $g2$ 9. $\Phi b8$ $g1\Phi$ 10. $\Phi c7+$ $Kpe8$ 11. $\Phi c8+$ с вечным шахом.

Главный редактор — академик И. К. Кикоин

Первый заместитель главного редактора — академик А. Н. Колмогоров

Заместители главного редактора: М. Н. Данилычева, 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. М. Воронин, Б. В. Гнеденко, В. Л. Гутенмахер, Н. П. Долбилин, В. Н. Дубровский, А. Н. Земляков, А. Р. Зильберман, 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, Г. В. Дорофеев, Н. А. Ермолаева, А. П. Ершов, Ю. Б. Иванов, Л. В. Канторович, П. Л. Капица, В. А. Кириллин, Г. Л. Коткин, Р. Н. Кузьмин, А. А. Логунов, В. В. Можаяев, В. А. Орлов, Н. А. Патрикеева, Р. З. Сагдеев, С. Л. Соколов, А. Л. Сташенко, И. К. Сурин, Е. Л. Сурков, Л. Д. Фаддеев, В. В. Фирсов, Г. Н. Яковлев

Номер оформили:

М. Б. Дубах, В. С. Коваль, Н. С. Кузьмина, А. К. Малкин, Э. В. Назаров, Н. И. Полянская, А. М. Пономарева, И. Е. Смирнова, Е. К. Тенчурин, Е. С. Шабельник

Заведующая редакцией Л. В. Чернова

Главный художник Э. А. Смирнов

Художественный редактор Т. М. Макарова

Корректор Н. Б. Румянцева

103006, Москва, К-6, ул. Горького, 32/1.

«Квант», тел. 250-33-54

Сдано в набор 16.8.83. Подписано к печати 14.9.83

Печать офсетная

Бумага $70 \times 108 \frac{1}{16}$

Усл. печ. л. 5,60. Уч.-изд. л. 7,22. Т-17699

Тираж 166 162 экз. Цена 40 коп. Заказ 2201

Ордена Трудового Красного Знамени

Чеховский полиграфический комбинат

ВО «Союзполиграфпром»

Государственного комитета СССР

по делам издательства, полиграфии

и книжной торговли

г. Чехов Московской области