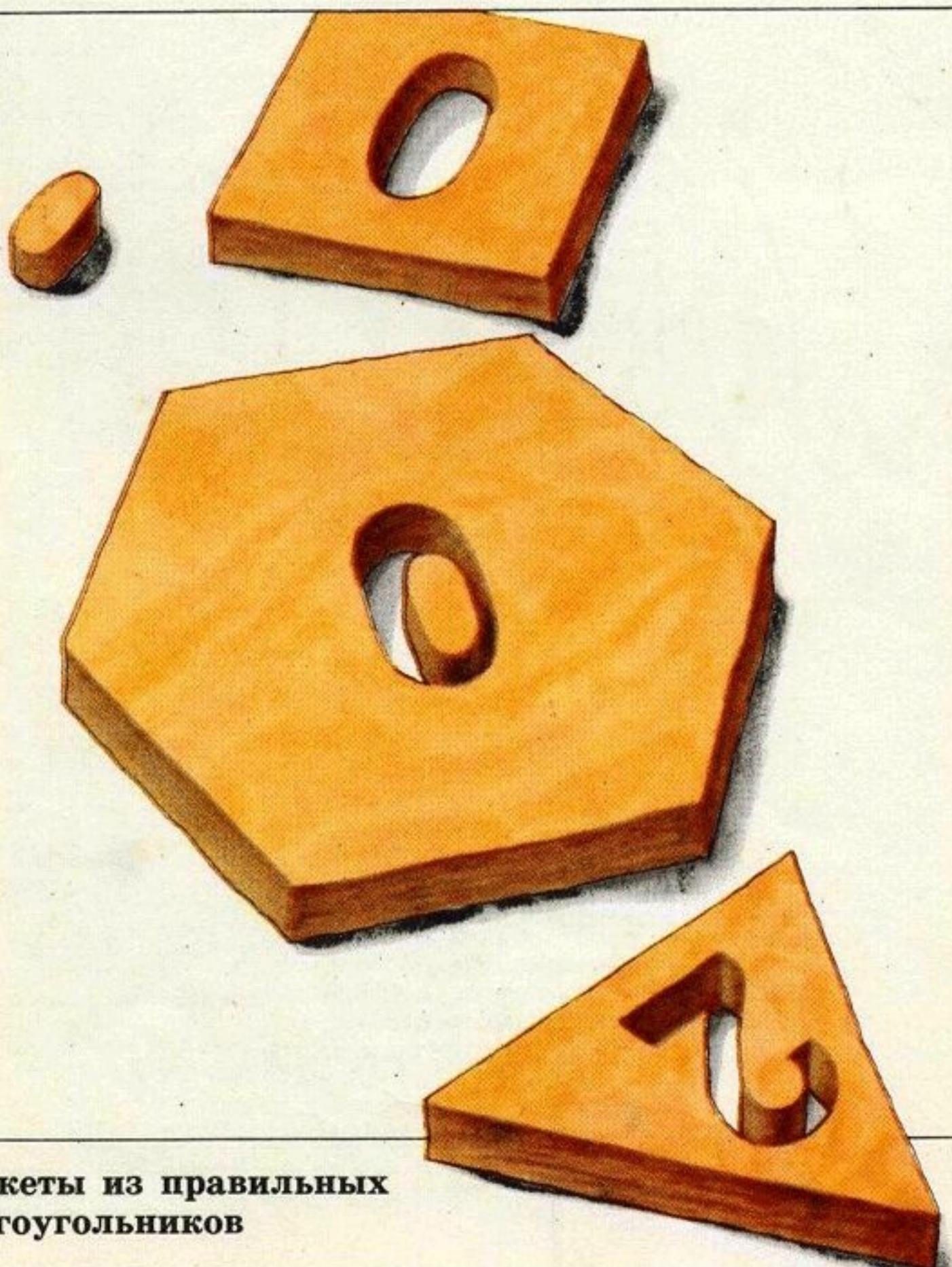


квант

8
1986

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



Паркеты из правильных
многоугольников



Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы

В НОМЕРЕ:

IN THIS ISSUE:



- | | |
|----|--|
| 2 | Советские ученые в борьбе за мир |
| 3 | <i>A. N. Колмогоров.</i> Паркеты из правильных многоугольников |
| 5 | <i>A. D. Бендукидзе.</i> Как Декарт проводил касательные |
| 8 | <i>I. Ш. Слободецкий.</i> Сухое трение |
| 13 | <i>A. A. Панов.</i> Маллярный парадокс |
| 14 | <i>M. B. Балк.</i> Секрет Старого Бондаря |
| 20 | <i>L. Г. Асламазов.</i> Как волны передают информацию? |
| 25 | О математическом творчестве школьников |

- | |
|---|
| Soviet scientists in the struggle for peace |
| <i>A. N. Kolmogorov.</i> Paving using regular polygons |
| <i>A. D. Bendukidze.</i> How Descartes constructed tangents |
| <i>I. Sh. Slobodetski.</i> Dry friction |
| <i>A. A. Panov.</i> Painter's paradox |
| <i>M. B. Balk.</i> The Ancient Barrelmaker's secret |
| <i>L. G. Aslamazov.</i> How do waves transmit information? |
| Mathematical research by secondary school pupils |

- | | |
|----|---|
| 19 | Новости науки
Шестидесятиатомный углерод |
|----|---|

- | |
|-----------------------------------|
| Science news
Sixty atom carbon |
|-----------------------------------|

- | | |
|----|--|
| 29 | Математический кружок
<i>V. Г. Болтянский.</i> Пифагоровы тетраэдры |
|----|--|

- | |
|---|
| Mathematics circle
<i>V. G. Boltianski.</i> Pythagorean tetrahedra |
|---|

- | | |
|----|---|
| 32 | Лаборатория «Кванта»
<i>G. И. Косоуров.</i> Оранжевое небо |
|----|---|

- | |
|--|
| Kvant's lab
<i>G. I. Kosourov.</i> Orange sky |
|--|

- | | |
|--------|---|
| 35 | *Квант* для младших школьников |
| Задачи | |
| 36 | Кто украл Крендели? (по мотивам
<i>L. Кэрролла</i>) |
| 40 | <i>A. Н. Кючуков.</i> Неудачи одной
цивилизации |

- | |
|--|
| Kvant for younger school children |
| Problems |
| Who stole the tarts? (after
<i>L. Carroll</i>) |
| <i>A. N. Kyuchukov.</i> The misadventures of a
civilisation |

- | | |
|----|---|
| 41 | Задачник «Кванта»
Задачи М996 — М1000; Ф1008 — Ф1012 |
| 44 | Решения задач М976 — М980; Ф988 — Ф992 |

- | |
|--------------------------------------|
| Kvant's problems |
| Problems M996 — M1000; P1008 — P1012 |
| Solutions M976 — M980; P988 — P992 |

- | | |
|----|--|
| 52 | Практикум абитуриента |
| 54 | Информация о предыдущих публикациях
<i>Э. П. Казанджан.</i> Школьник —
abituriyent — student — инженер |

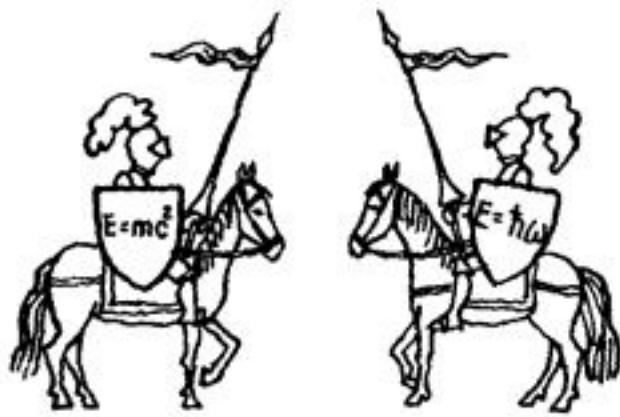
- | |
|---|
| College applicant's section |
| Information on previous publications |
| <i>E. P. Kazandjan.</i> Pupil — applicant —
student — engineer |

- | | |
|----|-----------------------------------|
| 59 | Информация |
| 59 | Праздник юных математиков |
| 59 | Вечерняя физическая школа при МГУ |
| 60 | VIII Турнир юных физиков |
| 62 | IX Турнир юных физиков |

- | |
|--|
| Information |
| Young mathematician's gathering |
| Moscow university physics evening school |
| 8th Young physicist's tournament |
| 9th Young physicist's tournament |

- | | |
|----|--|
| 63 | Ответы, указания, решения
Смесь (7, 51, 58) |
| | Шахматная страничка |
| | Геометрия шахматной доски (3-я с. обложки) |

- | |
|--------------------------------------|
| Answers, hints, solutions |
| Miscellaneous (7, 51, 58) |
| The chess page |
| Chessboard geometry (3rd cover page) |



VIII Турнир юных физиков

Быть может, эти электроны — миры...
В. Брюсов

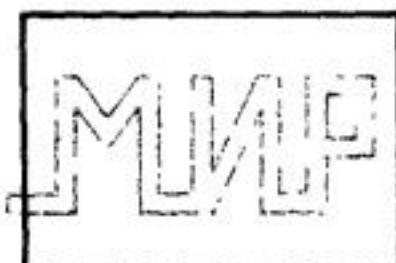
Восьмой турнир юных физиков был проведен физическим факультетом МГУ с сентября 1985 г. по февраль 1986 г. Впервые в заочном конкурсе турнира приняли участие не только москвичи, но и школьники из других городов. Победителем заочного конкурса стала команда московской школы № 710. Специальными призами жюри отметило успехи дебютантов турнира — команду школы № 146 г. Харькова и ученика школы № 67 г. Саратова Г. Марченко.

Первое место и переходящий приз турнира присуждены ФМШ № 18 при МГУ (капитан команды И. Никитин), второе место — командам школы № 679 (М. Смольский) и школы № 47 (М. Кельмансон) г. Москвы, третье место — командам московских школ № 542 при МИФИ (М. Лютиков), № 710 (С. Колосков) и № 82 пос. Черноголовка (А. Гольдшлегер). Победителем конкурса капитанов стал И. Никитин (ФМШ № 18).

Задачи заочного конкурса ТЮФ-VIII были опубликованы в «Кванте» № 8 за 1985 г. Ниже мы публикуем задачи финала ТЮФ-VIII.

Домашние задания финалистам турнира

1. *Скрытый рисунок*. Рисунок, выполненный непрерывной полоской листовой меди, вклеен между двумя плотными непрозрачными листами бумаги (почтовыми открытками). Один конец полоски выведен наружу.



Неразрушающими методами определить, что изображено медной полоской.

В последнее время в современной физике одно из рекордных мест по числу ежегодных публикаций занимает проблема исследования вещества и материалов неразрушающими методами. Участники турнира успешно справились с задачей и доказали, что уверенно владеют неразрушающими методами исследования вещества. В общей сложности ими было предложено более 10 различных методов.

В частности, оказалось, что непрозрачные (как этоказалось жюри) листы бумаги могут

быть вполне прозрачными, если их просветить мощным (1000 Вт) источником света. К нетрадиционным жюри отнесло метод, условно названный «Флюорография». Один из участников турнира прикрепляет исследуемый объект на груди под майкой и идет в кабинет флюорографии. Через неделю его вызывают на повторное обследование, где у обеспокоенного врача он узнает, какое слово нашли у него в легких. Удача обеспечена!

Хорошим оказался метод с использованием электрофорной машины. Электрофорную машину подсоединяют к открытому участку полоски, и вращая рукоятку машины, подаем высокое напряжение на медную полоску. Теперь посыпаем пластину мелким порошком диэлектрика — он осаждет в местах наибольшей неоднородности электрического поля, т. е. вдоль края медной полоски. Надпись видна!

Следующая задача таила в себе коварнуюловушку.

2. *Пьезокерамика*. Пьезокерамический образец имеет форму параллелепипеда размером (в мм) $10 \times 10 \times 85$. Две его противоположные грани посеребрены.

а) Оцените долю механической энергии, переходящей в электрическую при ударе о его торец стального шарика.

б) Используя свойства пьезокерамического образца, измерьте время соударения стального шарика с его торцом.

С первой половиной задачи все справились достаточно легко. Шарик на нитке (маятник) ударял по торцу образца, подключенного к конденсатору, определялись масса стального шарика, начальная высота H , емкость конденсатора C и максимальное напряжение на конденсаторе. Коэффициент преобразования механической энергии в электрическую равен $E_{эл}/E_{мех}$.

Решая вторую половину задачи, все попали впросак. Время соударения приравнивали длительности первого импульса напряжения на пластинах конденсатора, найденной по визуальным наблюдениям на экране осциллографа. Это неверно, так как при ударе стального шарика об образец из пьезокерамики в последнем возникают механические колебания на резонансной частоте $v = l/2t$, где l — длина образца, а v — скорость звука в пьезокерамике. Определенная таким образом длительность первого импульса (10^{-5} с) равна полупериоду механических колебаний и оказывается примерно на порядок больше времени соударения.

Для оценки времени соударения можно было бы собрать иную установку, в которой шарик подвешивался на проволочке, а заряженный конденсатор разряжался только в момент механического контакта шарика и посеребренной грани образца. Измеряя баллистическим гальванометром остаточный заряд на конденсаторе, можно вычислить время соударения. Попробуйте!

Предлагаем вам для самостоятельного исследования три другие задачи домашнего задания финалистам ТЮФ-VIII.

3. *Зеркало*. На поверхность медного зеркала напылен слой алюминия. Напыление проводилось в вакууме (10^{-5} мм рт. ст.). Объясните, почему на границе напыления алюминия на зеркальную поверхность меди наблюдается темная полоса.

4. *Разведчик*. В середине маленького острова установлен прожектор, луч которого вращается в горизонтальной плоскости с частотой 1 об/мин. Охрана острова обнаруживает

все объекты, попавшие в луч прожектора на расстоянии от 20 м до 1 км от центра острова. Вам необходимо достичь острова необнаруженным. В вашем распоряжении катер, развивающий скорость 50 км/ч.

а) Считая скорость катера постоянной, найдите траекторию движения, при которой катер достигает острова необнаруженным.

б) При какой минимальной скорости катера это возможно?

5. •Тяготение». Некий объект, условно названный астероидом, состоит из вещества постоянной плотности ρ .

а) При какой минимальной массе астероида ускорение свободного падения (напряженность гравитационного поля) вблизи него хотя бы в одной точке равно g ?

б) Найдите такую форму астероида, при которой созданное им гравитационное поле будет однородным (с напряженностью g) в конечном физическом объеме V . Постарайтесь, как и в случае а), подобрать такую форму астероида, при которой его масса минимальна.

Конкурс капитанов и болельщиков

В честь закрытия турнира в большой аудитории физического факультета МГУ был произведен запуск воздушного шара системы братьев Монгольфье. Воздушный шар объемом примерно в $1,5 \text{ м}^3$ был склеен из кальки. Подъемная сила создавалась воздухом, нагретым с помощью газовой горелки с открытым пламенем. (Участников запуска подстерегали те же опасности, что и братьев Монгольфье, поэтому на всякий случай поблизости находились дежурные с ведрами воды. Но все прошло успешно, и шар к восторгу всех присутствующих поднялся к потолку аудитории.)

Запуск шара позволил сформулировать первую задачу конкурса капитанов и болельщиков.

1. •Шар». Оцените массу оболочки шара системы братьев Монгольфье.

Прикинув объем шара и температуру горячего воздуха, капитаны быстро рассчитали: масса оболочки 150–300 г. Гость турнира — учащийся из полиграфического СПТУ № 4 А. Кандауров — удивил жюри своим необычным решением. Для вычисления массы достаточно оценить площадь оболочки шара и умножить ее на массу 1 кв. м. кальки. Ну а здесь ему помогло хорошее знакомство с секретами профессии: каждый сорт кальки в соответствии со стандартом имеет строго определенную массу. В результате ответ готов — 260 г. Контрольное взвешивание на весах показало, что масса бумажной оболочки — 270 г.

Ниже мы приводим условия остальных семи задач. Попробуйте свои силы, и вы узнаете, можете ли вы быть капитаном (на выполнение каждой задачи капитанам выделялось по 5 минут).

2. •Трехпрограммный репродуктор» (предложена командой школы № 52). Почему при плохом контакте резко ухудшается слышимость I программы и практически не изменяется слышимость III программы?

3. •Термометр» (школа № 91, задача признана лучшей). Если достаточно долго дышать на обернутый шерстью медицинский термометр, то он покажет температуру выше «нормальной». Почему?

4. •Мяч» (школа № 43). Объясните поведение волейбольного мяча при «крученом» ударе.

5. •Скрипка и гитара» (школа № 179). Почему маленькая скрипка звучит громче большой

гитары?

6. •Лазерная пушка». Луч лабораторного импульсного лазера сбивает бумажную мишень. Почему? (На финале турнира демонстрировался CO₂ — лазер, в качестве мишени — полоска черной бумаги).

7. •Водяной молоток». Объяснить действие водяного молотка.

Для изготовления водяного молотка можно взять химическую пробирку с хорошо подогнанной резиновой пробкой. Заполнить пробирку доверху водой, лучше дистиллированной, но не закрывать пробирку. Нагреть воду до 100 °C и кипятить далее на медленном огне до тех пор, пока жидкость не начнет «взрываться» с образованием больших пузырей — вода перегрета. В момент образования большого пузыря быстро закрыть пробирку пробкой. Остудить пробирку с водой, водяной молоток готов. При резком встряхивании водяного молотка слышен характерный металлический звук.

При опытах соблюдайте осторожность, так как при резком ударе стекло может разлететься на мелкие осколки.

8. •Атом Бора». Оценить размер возбужденного атома водорода при значении главного квантового числа $n=650$.

Для атома водорода в состоянии с $n=650$ радиус орбиты равен $r_n = r_1 \cdot n^2$, где

$$r_1 = \frac{4\pi e_0 h^2}{me^2} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ м}$$

— радиус первой боровской орбиты. Диаметр такого атома водорода 45 мкм. Это вполне макроскопическая величина, она даже несколько больше толщины пленки в кассетном магнитофоне. Не менее непривычными являются и другие характеристики такого атома. Частота обращения электрона по орбите (или, что то же самое, частота кванта, излучаемого при переходе на уровень с меньшим на единицу квантовым числом) лежит в радиодиапазоне коротких волн (резонансная длина волны $\lambda=12,5 \text{ м}$), характерное время жизни атома в таком состоянии (до излучения кванта) равно 2 часам. Чтобы ионизировать такой атом постоянным электрическим полем, достаточно взять поле с напряженностью 3 В/м. Таким образом, название «атом» (от греческого ατόμος — неделимый) приложимо к такому атому только в ироническом смысле (для сравнения — напряженность электрического поля Земли 100 В/м).

Наконец, при рассеянии на таком атоме радиоволны с резонансной длиной волны он ведет себя аналогично непрозрачному телу с площадью поперечного сечения 75 м². Значение $n=650$ взято не случайно. Недавно советскими физиками при помощи чувствительного радиотелескопа было обнаружено космическое радиоизлучение, соответствующее переходу электрона в атоме водорода с уровня 650 на уровень 649. Это указывает на то, что такие атомы действительно существуют в космическом пространстве.

В последние годы интерес к атомам в сильно возбужденных состояниях (их называют ридберговскими) сильно возрос, так как появилась техническая возможность получения пучков атомов, находящихся в возбужденном состоянии с определенным и большим ($\approx 40-60$) главным квантовым числом. Наибольший интерес к таким атомам проявляет квантовая радиофизика из-за их сильной связи с электромагнитным полем резонансной частоты. Использование пучков ридберговских атомов позволило

проверить ряд предсказаний квантовой электродинамики, недоступных проверке при использовании обычных (маленьких) атомов. В частности, удалось построить квантовый генератор, в котором когерентное поле создавалось атомами, поодиночке пролетавшими через резонатор.

IX Турнир юных физиков

Этот турнир начинается в сентябре 1986 г. Он будет проводиться в три этапа.

I тур — заочный коллективный конкурс. Решения задач ТЮФ-IX, опубликованных ниже, можно отправлять не позднее 20 ноября 1986 года по адресу: 119899 Москва, ГСП, МГУ, физический факультет, Совет по работе со школьниками, оргкомитет ТЮФ-IX. В графе «Кому» напишите: «Заочный конкурс ТЮФ-IX» и номера 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 список членов команды, фамилию учителя физики, номер школы, класс. Решения могут быть индивидуальными и коллективными. Каждое решение пишите отдельно 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 возможных). Отборочные физбои 1/4 и 1/2 финала будут проводиться с 10 декабря 1986 г. по 10 января 1987 г. на физическом факультете МГУ по задачам коллективного конкурса. (Другим городам могут быть высланы материалы для организации II и III туров на местах).

III тур — финал турнира — состоится 22 февраля 1987 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 1987 года. Получить дополнительные сведения о правилах проведения ТЮФ-IX, а также высказать свои предположения и замечания можно по вышеуказанному адресу.

Задания заочного коллективного конкурса ТЮФ-IX

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. «Электрон». Опишите известные современной науке свойства электрона.

Выполнение этой работы предполагает составление реферативного обзора, в котором следует изложить только свойства электрона как элементарной частицы, не рассматривая поведение большого числа электронов в сложных системах.

3. «Тормозной путь». Тормозной путь автомобиля примерно 40 м, а железнодорожного состава — 1500 м. Почему такая большая разница?

4. «Лунная дорожка».

«Выхожу один я на дорогу,
Сквозь туман кремнистый путь блестит.
Ночь тиха...»

М. Ю. Лермонтов

Какое физическое явление описал поэт? Объясните, каким образом возникает «лунная дорожка». Рассчитайте пространственное распределение интенсивности отраженного света, видимого наблюдателем в этих случаях.

5. «Маневр». Самолет летит со скоростью v над прямолинейным участком шоссе. Через какое минимальное время он может удалиться от шоссе на расстояние S ? Считать, что полное ускорение самолета не превышает величины a и высота полета постоянна.

6. «Термометр». Измерения температуры удобно производить с помощью термопары. Определите, за какое минимальное время с ее помощью можно с наперед заданной точностью измерить температуру термостата?

7. «Лампа накаливания». Лампа накаливания включена в сеть:

- постоянного тока;
- переменного тока с частотой 50 Гц.

Исследуйте зависимость тока в цепи от падения напряжения на лампе. Оцените амплитуду колебаний температуры спирали лампы накаливания, включенной в сеть переменного тока с частотой 50 Гц.

8. «Границы применимости». Опишите границы применимости:

- III закона Ньютона;
- закона Кулона.

9. «Электричка». Какое напряжение и почему применяют в электротяге трамвая, троллейбуса, электропоездов железной дороги и метро?

10. «Сквозняк». Объясните, почему бывают сквозняки?

11. «Ниточный телефон». Из двух спичечных коробков и катушки ниток можно сделать... телефон. Всесторонне исследуйте принцип действия и свойства такого телефона.

12. «КПД трансформатора». Исследуйте зависимость коэффициента полезного действия школьного понижающего трансформатора от нагрузки.

13. «Неоновая лампочка». Почему загорается неоновая лампочка? Другими словами, откуда берутся свободные электроны в инертном газе (неоне), необходимые для ее загорания?

14. «Фокусное расстояние». Предложите подтвержденные вашими экспериментами способы измерения малого (<1 см) и большого (>10 м) фокусного расстояния линзы.

15. «Энергопотребление». Оцените полное энергопотребление средней городской квартиры. Обоснуйте физические принципы экономного расходования энергии.

•Квант• для младших школьников
(см. •Квант• № 7)

1. Выразим x через y : $x = \frac{5y-3}{y+3}$ ($y \neq -3$),

или $x = 5 - \frac{18}{y+3}$. Поэтому x будет целым числом тогда и только тогда, когда 18 делится на $y+3$. Для $y+3$ получаем двенадцать возможных значений: $\pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 6, \pm 9, \pm 18$, что дает двенадцать целочисленных решений уравнения

$$\{(-13; -2), (23; -4), (-4; -1), (14; -5), (-1; 0), (11; -6), (2; 3), (8; -9), (3; 6), (7; -12), (4; 15), (6; -21)\}.$$

2. Возьмем правильный пятиугольник, вписанный в нашу «раскрашенную» окружность. Легко понять, что у него всегда найдутся три вершины одного цвета. Эти вершины в любом случае образуют нужный равнобедренный треугольник.

3. Пусть $A = \overline{ab}$. Тогда $(a+b) + (a+b)^2 = 10a + b$, то есть $(a+b)^2 = 9a$ откуда следует, что a — точный квадрат. Поскольку $1 \leq a \leq 9$, получаем три возможности: $a=1, a=4$ и $a=9$. Поэтому число A равно 12, 42 или 90.

4. Опишем вокруг треугольника ABC окружность. Из условия $\angle CAB + \angle MCB = 90^\circ$ следует, что медиана CM принадлежит диаметру этой окружности (сделайте чертеж). Если при этом сторона AB не является диаметром, то медиана CM перпендикулярна AB как диаметр, проходящий через середину хорды, и треугольник

ABC — равнобедренный (поскольку медиана CM является и высотой). Если же сторона AB является диаметром, то треугольник ABC — прямоугольный.

5. Отразим наши дуги симметрично относительно диаметра d , перпендикулярного выбранной прямой. Вместе с первоначальными дугами они образуют систему дуг длины 64, большей чем длина 20л нашей окружности. Поэтому в этой системе дуг найдутся по крайней мере две пересекающиеся дуги. Соединив любую точку из пересечения таких двух дуг с точкой, симметричной относительно диаметра d , мы получим нужную хорду, параллельную выбранной прямой.

Шахматная страничка
(см. •Квант• № 5)

Задание 9 (Я. Хартонг, 1957 г.). Задача на перекрытие — одну из самых популярных геометрических тем в шахматной композиции. После 1.Kb5! с угрозой 2.Fd4× возникают сразу семь перекрытий: 1...Cf6 2.Fh7× (перекрыта пешка f7); 1...f6 2.Fe7× (теперь пешка перекрыла дорогу слону к полю e7); 1...Cf2 2.Jf4×; 1...Ke2 2.Le3×; 1...Kb3 2.K:c3×; 1...Kc6 2.Cd5×; 1...c5 2.K:d6×.

Задание 10 (Л. Куббель, 1907 г.). 1.Ke3+ Krc2 2.Kd1!. Проигрывает 2.Kd5? из-за 2...Kpd2! 2...Kp:d1 3.Kph8! f1Ф (3...Kre1 4.Lg2 с тем же итогом) 4.Lg1! Ф:g1. Пат.

Главный редактор — академик Ю. А. Осипьян

Первый заместитель главного редактора — академик А. Н. Колмогоров

Заместители главного редактора: А. А. Леонович, В. А. Лешковцев, Ю. П. Соловьев

Редакционная коллегия: А. А. Абрикосов, М. И. Башмаков, В. Е. Белонучкин, В. Г. Болтянский, А. А. Боровой, Ю. М. Брук, В. В. Вавилов, А. А. Варламов, 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, 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. Вознесенский, Г. В. Дорофеев, Н. А. Ермолаева, А. П. Ершов, Ю. Б. Иванов, 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. Фадеев, В. В. Фирсов, Г. Н. Яковлев

Номер подготовили:

А. А. Варламов, А. Н. Виленикин, В. Н. Дубровский,
А. А. Егоров, И. Н. Клумова, Т. С. Петрова,
А. Б. Сосинский, В. А. Тихомирова

Номер оформили:

Ю. А. Ващенко, М. Б. Дубах, С. В. Иванов,
Д. А. Крымов, Н. С. Кузьмина, З. В. Назаров,
А. М. Пономарева, И. Е. Смирнова, П. И. Чернуский

Заведующая редакцией Л. В. Чернова

Редактор отдела художественного оформления
С. В. Иванов

Художественный редактор Т. М. Макарова

Корректор Л. С. Соловьева

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

Сдано в набор 19.6.86. Подписано к печати 17.7.86
Т-16726 Бумага 70×108/16
Печать офсетная. Усл. кр.-от. 23,8
Усл. печ. л. 5,6. Уч.-изд. л. 6,95
Тираж 194 920 экз.
Цена 40 коп. Заказ 1646

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