

24  
2001

«ФИЗИКА В ШКОЛЕ»  
БИБЛИОТЕКА ЖУРНАЛА

В  
Ы  
П  
У  
С  
К

В.И. ЕЛЬКИН

# ОРИГИНАЛЬНЫЕ УРОКИ ФИЗИКИ И ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

КНИГА 2



---

БИБЛИОТЕКА ЖУРНАЛА

---

«ФИЗИКА В ШКОЛЕ»

---

ВЫПУСК 24. Кн. 2

---

**В.И.ЕЛЬКИН**

# **ОРИГИНАЛЬНЫЕ УРОКИ ФИЗИКИ И ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ**

**Книга 2**

---

МОСКВА

---

«ШКОЛА-ПРЕСС»

---

2001

---

ББК 74.265.1

Е 56

Библиотека журнала «Физика в школе»

II полугодие 2001 г.

**Елькин В.И.**

Е 56

Оригинальные уроки физики и приемы обучения / Сост. Э.М.Браверман.— М.: Школа-Пресс, 2001. — 80 с. — (Библиотека журнала «Физика в школе». Вып. 24. Кн. 2).

ISBN 5-88527-292-1

В выпуск вошли разработанные автором — известным школьным учителем, материалы для нетрадиционных уроков разных типов: урока-экскурсии, урока конкретизации знаний, урока повторения, блиц-турнира по механике, урока решения задач в форме игры, урока изобретательства, урока перед каникулами. Органично примыкают к ним описания приемов обучения, с помощью которых уроки приобретают для учащихся особую привлекательность; это: физические фокусы, опыты с песком, физика и поэзия, сказки с физическими вопросами, эстафетный метод решения задач и др.

Цель уроков и методических приемов — сделать изучение физики интересным, пробудить у школьников любознательность, наблюдательность, желание думать.

Книга адресована в первую очередь учителям физики. Однако она может принести пользу классным руководителям, воспитателям, родителям при организации досуга подростков, ибо в ней они найдут задачи и вопросы, которые можно включить в конкурсы, викторины, турниры. Учащиеся же могут использовать эту брошюру как сборник интересных, тематически подобранных задач-вопросов и заданий (тем более, что к ним даны ответы).

**ББК 74.265.1**

ISBN 5-88527-292-1

© В.И.Елькин, 2000

© Издательство «Школа-Пресс», 2000

© Издательство «Школа-Пресс», 2001

Охраняется Законом РФ об авторском праве. Запрещается воспроизведение всей книги или ее части без письменного разрешения издателя. Любая попытка нарушения Закона будет преследоваться в судебном порядке

## Предисловие

Эта книга — вторая из написанных известным учителем физики В.И.Елькиным из г. Слободской Кировской обл. и вышедших в «Библиотеке журнала “Физика в школе”». Она отражает еще один аспект творческих поисков педагога: организация уроков физики и использование на занятиях нетрадиционных приемов, которые помогают уйти от шаблона и сделать занятия разнообразными.

Ее цель, как и первой книги “Необычные учебные материалы по физике”, — “пробудить” ученика, зажечь в нем костер желания узнавать новое и докапываться до истины, вовлечь в раздумья, познавательную деятельность. Для этого, как считает В.И.Елькин, есть только одно средство: интерес; интерес через содержание учебных материалов, через необычные формы уроков и участие ребят в работе, через приближение учения к жизни подростка.

В первой своей книге автор показал, какие он создает учебные материалы (задачи, тесты, эксперименты, тексты). Во второй демонстрирует образцы оригинальных уроков и приемов обучения, которые вводятся в занятия как их составная часть для разнообразия и оживления учебы. Вот почему вторую книгу автора можно рассматривать как логическое продолжение его первой работы.

Можно, конечно, перенять опыт В.И.Елькина, взяв его себе на методическое вооружение, и этим ограничиться. Но, наверное, будет лучше, если этот опыт станет еще и импульсом к личному педагогическому творчеству каждого преподавателя. Мы надеемся на это.

**Составитель Э.М.Браверман**

# Оригинальные уроки физики

## Урок-экскурсия "Физика на весенней тропе"

(Темы "Тепловые явления", "Механика")

Любые физические понятия и любая физическая теория только тогда становятся для ребят осознаваемыми, когда они подтверждены конкретными, понятными и близкими примерами. И я учу ребят отыскивать такие примеры в природе и объяснять их с точки зрения науки. Это помогает не только глубокому и прочному усвоению материала, но и развивает наблюдательность. Поэтому ранней весной, при таянии снега я провожу экскурсию с восьмиклассниками в природу.

Вначале говорю примерно следующее. "Весеннее теплое солнышко вызывает очень интересные явления в окружающем мире, и мы увидим это. Естественно, у вас возникнет желание объяснить увиденное. И тут должны помочь ваши физические знания". Таким образом от наблюдений я веду к ненавязчивому и активному повторению пройденной теории. Убедился: урок-экскурсия надолго остается в памяти учащихся.

Привожу перечень вопросов и заданий, которые я даю к этой экскурсии.

◆ Выясните, что быстрее освобождается от снега: пригорки или равнина. Почему?

(*Ответ.* Пригорки, так как они более обдуваемы теплым весенним воздухом, чем ровное место, поэтому процесс таяния там идет активнее.)

◆ На весенний тающий снег положите два кусочка материи — темный и светлый. Пронаблюдайте, как под ними тает снег. Объясните, почему именно так.

(*Ответ.* Тела с темной поверхностью хорошо поглощают солнечную энергию, лучше, чем светлые. Они быстрее нагреваются. Поэтому под темным куском ткани проталина будет больше.)

◆ Пронаблюдайте за снегом вокруг стволов деревьев. Объясните увиденную картину.

(*Ответ.* Вокруг стволов снег тает быстрее, поскольку ствол дерева темный, он нагревается больше, чем белый снег, и излучает тепло, ускоряющее процесс таяния.)

◆ Обратите внимание на следы лыжника, который проходил по полю зимой. Почему они кажутся приподнятыми по отношению к остальному снегу?

*(Ответ. Снег в том месте, где проходил лыжник, будет более плотным, поэтому и тает он медленнее, чем окружающий рыхлый снеговой покров, хорошо обдуваемый теплым воздухом. Следы от этого кажутся приподнятыми.)*

◆ Положите на ладонь кусочек льда, наблюдайте за его плавлением. Выясните на опыте, от чего зависит время плавления.

*(Ответ. Оно зависит от температуры ладони и массы льдинки.)*

◆ Рассмотрите внимательно снег. Почему, после того, как начало активно пригревать солнышко, он стал не пушистым, как зимой, а в виде крупинок?

*(Ответ. Под действием солнечного излучения верхние слои снега начинают таять, вода просачивается вниз, располагаясь между снежинками. Ночью вода замерзает, образуя маленькие кристаллики льда.)*

◆ Положите на снег под солнечные лучи два одинаковых по размеру бруска: деревянный и металлический. Пусть они полежат некоторое время. Что вы увидели? Как это объяснить?

*(Ответ. Удельная теплоемкость у металла меньше, чем у дерева; например у железа она 0,46 кДж/ (кг · К), а у дуба 2,39 кДж/ (кг · К); поэтому, поглотив одинаковое количество теплоты, металлический брусок нагреется на большее число градусов, чем деревянный. Теплопроводность материалов тоже различна: у металла больше, чем у дерева; у железа она 73,3 Вт/ (м · К), у дуба 0,2 Вт/ (м · К). В результате этих причин под металлическим бруском снег будет таять быстрее, чем под деревянным.)*

◆ Поставьте ладони так, чтобы их освещало солнышко. Запомните ощущение тепла. Смочите ладони водой и повторите наблюдение. В чем разница? Почему?

*(Ответ. Во втором случае в руках будет ощущение холода. Причина: вода с поверхности ладоней испаряется; “улетающие” молекулы воды уносят часть энергии, поэтому ладони ощущают понижение температуры.)*

◆ Возьмите в руки маленькую льдинку. Подуйте на нее. Что образовалось на том месте, куда вы дули? Почему?

*(Ответ. Отверстие. Когда мы дули, с потоками воздуха тепло*

нашего дыхания передавалось льдинке, она нагревалась и активно таяла именно в том месте, куда эти потоки поступали.)

◆ Какова температура лужи, в которой плавает лед? Свой ответ проверьте с помощью термометра.

(*Ответ.* Температура воды в луже  $0^{\circ}\text{C}$ . Пока лед не растает, температура воды не будет повышаться.)

◆ Наведите с помощью увеличительного стекла (линзы) лучик солнца на кончик медицинского термометра. Что вы наблюдаете? Почему?

(*Ответ.* Температура быстро возрастает, так как с помощью увеличительного стекла мы концентрируем лучи солнца, т.е. его энергию, на маленькую поверхность ртутного баллончика, который от этого нагревается.)

◆ Измерьте температуру снега. Затем на снег посыпьте соль, перемешайте все и снова измерьте температуру. Сравните показания термометров. Чем вы объясните результат?

(*Ответ.* Температура понизилась. Когда соль перемешали со снегом, внутренняя энергия снега уменьшилась, так как часть ее пошла на новое межмолекулярное взаимодействие.)

◆ Измерьте температуру воздуха в двух местах: находящихся под лучами солнца и в тени. С помощью зеркала направьте солнечный лучик в тенистое место и через некоторое время измерьте там снова температуру. Сравните показания и объясните результат.

(*Ответ.* Наблюдаем, что температура воздуха в тенистом месте поднялась, так как туда поступила солнечная энергия от направленных зеркалом лучей.)

◆ Щепоточку марганцовки бросьте на сырой снег. Что вы увидите? Опишите. Почему получилась такая картина?

(*Ответ.* На снегу образовалось фиолетовое расплзающееся пятно. Крупицы марганцовки растворились в воде, содержащейся в снеге; от этого снег окрасился. Благодаря конвекции, капиллярам и диффузии пятно стало расплываться.)

◆ **Практические задания**, связанные с расчетами:

- а) определите среднюю скорость ветра;
- б) вычислите среднюю скорость таяния снега на обочине дороги;
- в) найдите среднюю скорость движения солнечного зайчика, если зеркало неподвижно. Чем объяснить существование этой скорости?

### Указания к выполнению заданий

**К заданию а):** бросьте маленький кусочек бумажки “по ветру”; измерьте, какой путь он пролетел, и затраченное время;

**к заданию б):** определите толщину снежного покрова; через некоторое время измерьте его снова, повторив замер в этом же месте; по этим данным вычислите скорость таяния снега; не забудьте пояснить свой ответ и проставить единицу измерения;

**к заданию в):** заметьте положение солнечного зайчика, через определенное время измерьте расстояние, на которое он передвинулся; произведите расчет, проставьте единицу измерения.

## Урок конкретизации знаний “Физика за чашкой чая” (Тема “Тепловые явления”)

Этот урок я провожу в VIII классе, и он преследует такую цель: не только воспроизвести сумму полученных ранее знаний, которая предусмотрена программой по физике, но и научить видеть физику в окружающих нас явлениях, прежде всего в тех, с которыми мы сталкиваемся ежедневно и на которые порой в нашей суетной жизни не обращаем внимания. Иными словами, этот нестандартный урок направлен на развитие ученика: его умения разглядывать в наборе, казалось бы, случайных фактов физические явления и действие законов физики. Основа урока — придуманные мною вопросы, связанные с чаепитием, и ответы на них учащихся.

**Оборудование:** электрический чайник или самовар, чашки с блюдцами и чайные ложки для всех, чайник для заварки, кувшин (пустой). Используются также печенье и конфеты, сахарный песок.

Урок провожу в кабинете, где столы можно переставить. Устанавливаю 5–6 спаренных столов; за каждый садится 5–6 человек, это — команда. На столах расставлена посуда для чая, а в центре — блюдо с печеньем и конфетами. На двери — красочный плакат-приглашение (рис. 1).



Рис. 1.



На перемене до звонка на урок назначаю дежурного. Он обязан вскипятить воду, заварить чай; во время урока быстро “обслужить” соклассников, наполнив чашки чаем.

## Ход урока

В начале урока — мое небольшое вступление: “Ребята! Я знаю, вы с удовольствием каждый день пьете чай, но уверен, что не многие задумывались над сопровождающими этот процесс физическими явлениями. Попробуем сделать это вместе”.

Далее зачитываю правила:

группа учеников, сидящих за одним столом, называется командой; на уроке нужно совмещать два дела: пить чай и отвечать на вопросы, задаваемые учителем;

каждый ученик должен стремиться набрать как можно больше баллов, которые даются за правильные ответы на вопросы и дополнения. За каждый верный ответ — 1 балл; за правильное дополнение — тоже 1 балл; за оригинальный ответ — 2 балла;

ученик, набравший к концу урока 6–7 баллов, получает оценку “5”; набравший 3–4 балла — “4”, 2 балла — “3”;

первоочередное право ответа на вопрос имеют те ученики, к которым обратился учитель или ведущий;

за подсказку, разговор и прочие нарушения хода урока вычитается 1 балл.

А теперь — вопросы.

◆ Перед вами электрический чайник. Как вы думаете, почему, ставя его кипятить, чайник закрывают крышкой?

(*Ответ.* Если чайник открыт, то часть молекул воды, имеющих большую кинетическую энергию, будет беспрепятственно улетать в пространство над чайником, унося с собой свою энергию; поэтому к чайнику нужно дольше подводить энергию извне, и он долго не закипает. Закрытый чайник закипит быстрее.)

◆ Проведу опыт: крышку горячего чайника охлаждаю, облив ее холодной водой из кувшина. Затем на три спички аккуратно положу крышку так, чтобы она не прикасалась к чайнику. Через некоторое время предлагаю вам потрогать крышку. Что вы ощутите? Почему? Чем можно заменить спички, чтобы получить такой же эффект?

*(Ответ.* Крышка будет теплая. Мы частично устранили один из способов теплопередачи: ведь у деревянных спичек малая теплопроводность, поэтому тепло от чайника почти не будет передаваться крышке способом теплопроводности. Спички можно заменить любыми предметами из веществ, имеющих малую теплопроводность: кусочками веток, ватой, картоном, пробкой.)

◆ Какими будут мои ощущения, если я возьму крышку с горячего металлического чайника за пластмассовую ручку? Как вы их объясните?

*(Ответ.* Пластмасса имеет малую теплопроводность, поэтому руке не будет горячо.)

◆ Вода в чайнике уже закипела, из носика вырвалась наружу струя пара... Но ведь пар считается невидимым! Что же мы видим в действительности?

*(Ответ.* Пар невидим. Вырвавшись из носика чайника, он в прохладном воздухе конденсируется, образуя мельчайшие капельки воды; вот их-то мы и видим.)

◆ Разливая чай, я случайно капнул из носика чайника на руку пятки. Ощущение было почти такое, как если бы мне укололи руку иголкой. Почему?

*(Ответ.* Молекулы кипящей воды имеют большую скорость движения, поэтому мгновенно пробивают верхнюю часть кожи и проникают в ткани мышц, вызывая ощущение боли.)

◆ Какую температуру имеет кипящая вода в чайнике?

*(Ответ.* ~ 100°C.)

◆ Всегда ли кипит вода при 100 °C?

*(Ответ.* Все зависит от давления над поверхностью воды: чем меньше давление, тем температура кипения меньше. В горах вода кипит при 90°C, а в котельных — при 200°C.)

◆ Каким простым способом можно повысить температуру кипения воды в чайнике?

*(Ответ.* Увеличить давление над поверхностью воды. Для этого надо плотно закрыть чайник крышкой, сверху положить груз, в носик вставить пробку.)

◆ В каких кухонных приборах применяется этот способ — увеличение давления над кипящей жидкостью? Для каких целей?

*(Ответ. В скороварках. Увеличение давления вызывает повышение температуры кипения. Жидкость прогревается до температуры выше 100°C. При этом пища проваривается быстрее и лучше.)*

◆ А что такое кипение?

*(Ответ. Кипение — это процесс интенсивного испарения жидкости при определенной температуре, сопровождающийся быстрым образованием и ростом пузырьков пара, прорывающихся через поверхность жидкости наружу и лопающихся там.)*

◆ Обратите внимание на заварочный чайник. В его крышке сделана небольшая дырочка. Зачем?

*(Ответ. В чайник наливают горячую воду; она испаряется. Если в крышке чайника нет дырочки, то между крышкой и слоем воды скапливается пар и образуется повышенное давление, под влиянием которого вода будет выливаться из носика.)*

◆ Я прошу налить мне горячий чай в стакан, но предупреждаю, что он толстостенный. Какая опасность поджидает вас и меня? Почему?

*(Ответ. Стакан может лопнуть; внутренние стенки, соприкасающиеся с горячей жидкостью, сразу же расширятся, в то время как внешние еще не успеют прогреться и сохраняют свои размеры; от этого стекло деформируется и происходит его разрушение.)*

◆ Как надо поступить, наливая кипяток, чтобы толстостенный стакан не лопнул?

*(Ответ. Необходимо в стакан опустить металлическую ложечку: она примет часть тепла, температура воды станет меньше, тепловое расширение внутренних стенок будет тоже меньше; деформация не окажется столь сильной.)*

*[Дежурный наливает из чайника каждому учащемуся кипящий чай.]*

◆ А для чего у чашек сделаны ручки?

*(Ответ. Ручка позволяет брать горячую чашку, не обжигая при этом пальцы. Она менее горяча, чем чашка, так как соприкасается с ней всего двумя точками, т.е. слабо связана с источником тепла.)*

◆ Некоторые мужчины пьют чай из стаканов, вставленных в металлические подстаканники. Влияет ли подстаканник на качество чая?

*(Ответ. Металлический подстаканник охлаждает чай, так как сам быстро нагревается: ведь металл имеет малую удельную теплоемкость и большую теплопроводность.)*

◆ Чтобы подстаканник быстрее охлаждал чай, из какого материала нужно его изготовить?

*(Ответ. Из такого, у которого теплопроводность возможно больше, а удельная теплоемкость возможно меньше; например из серебра, золота.)*

◆ Вы, наверное, наблюдали, как старые люди в деревнях пьют чай: наливают его в блюдце и дуют, держа блюдце на кончиках пальцев. Объясните, почему они так делают.

*(Ответ. У чая, налитого в блюдце, большая поверхность соприкосновения с воздухом, поэтому интенсивно идут теплообмен и испарение — чай быстро остывает. Когда дуют на поверхность чая, процесс испарения ускоряется, а это тоже понижает температуру жидкости. Площадь соприкосновения кончиков пальцев и блюдечка очень мала, поэтому рука не так сильно чувствует большую температуру блюдца.)*

◆ А сейчас сделаем следующее. Положите в чашку ложку сахарного песка и налейте заварку; затем осторожно влейте кипятка. Не мешайте чай. Теперь попробуйте его. Почему чай не сладкий?

*(Ответ. Чтобы весь чай стал сладким, нужно время, в течение которого молекулы жидкости и сахара сами собой перемешаются, т.е. произойдет диффузия. В данном случае это не успело совершиться, и мы процессу не помогли помешиванием ложечкой. Поэтому в верхней части чашки чай совсем не сладкий.)*

◆ А теперь... Кто хочет стать экспертом с завязанными глазами? Выразившему желание надеваю на глаза повязку и предлагаю при помощи пальца определить, из какого материала изготовлены ложки, одинаковые по массе, которые я одновременно опускаю в чашку с кипятком, и обосновать свое заключение.

*(Ответ. Источником информации служит быстрота нагревания ложек: она разная. Та, что нагрелась сильнее, сделана из материала с большой теплопроводностью, например алюминия —*

207 Вт/ (м · К) при 100°C. Материал же второй ложки обладает меньшей теплопроводностью; это может быть, например, железо — 67,5 Вт/ (м · К).

◆ Я делаю из ложки лодочку и даю ей возможность плавать на поверхности чая, если положу ее ручку на край чашки. Капаю несколько капель чая в ложечку — она сразу же тонет. Почему?

(*Ответ.* Увеличивается сила тяжести ложечки, а объем ее остается прежним; также прежним остается и выталкивающая сила. Ее теперь недостаточно, чтобы удержать более тяжелую ложку на поверхности чая.)

◆ Я налью себе в чистый стакан немного кипятка. Пронаблюдайте, что произойдет. Почему?

(*Ответ.* Стенки стакана запотели: кипящая вода испарялась, пар ее, соприкасаясь с холодными стенками стакана, конденсировался на них, образуя туман.)

◆ Одни любят чай горячий, а другие — теплый. Рассудите двух друзей — любителей первого напитка. Один говорит: я обожаю горячий чай, поэтому, налив жидкость, не спешу класть в него сахар; если его положить через 5 мин, то чай будет горячее, чем в том случае, если сахар положить сразу. Второй возражает: ты не прав; если сахар опустить сразу, объем воды будет больше (она не успеет частично испариться), а чем больше воды, тем она медленнее остывает. Кто из них прав?

(*Ответ.* Прав первый, так как при растворении сахара температура жидкости понижается, а чем она ниже — меньше отличается от комнатной, тем медленнее идет теплообмен, и чай остывает тоже медленнее.)

◆ До какой температуры остынет горячий чай, если оставить чашку с ним в комнате до утра?

(*Ответ.* До температуры воздуха в помещении.)

◆ Что необходимо сделать, чтобы чай в чашке как можно дольше оставался горячим?

(*Ответ.* Уменьшить теплопроводность и теплообмен. Для этого можно поставить чашку на подставку, которая плохо проводит тепло, например деревянную. Желательно поместить ее в другую чаш-

ку, большую, сделав подобие калориметра. Можно завернуть ее в “шубу”. Сверху чашку лучше накрыть, например, пластинкой из пенопласта.)

◆ А сейчас — вопрос о печенье. Печенье легко разломить, но невозможно соединить куски. Почему?

(*Ответ.* Когда печенье ломаем, мы нарушаем молекулярные связи. При соединении не удается сблизить куски на такое расстояние, чтобы начали проявляться силы молекулярного притяжения.)

Завершая занятие, говорю: “Наш урок-чаепитие подходит к концу. Дома подсчитайте количество теплоты, необходимое для нагревания вашего чайника от комнатной температуры до кипения. Не забудьте предварительно узнать вместимость чайника, его массу, а также из чего он изготовлен; как узнать — решите сами.

Определите стоимость электроэнергии, которую вы затратили на нагревание воды в этом чайнике.

Сегодня на уроке, совмещая приятное с полезным, мы применили свои знания к немного необычным, но в то же время самым обычным ситуациям. Будет очень хорошо, если каждый будет чаще задумываться над окружающими явлениями и постарается объяснить их с точки зрения физики.

А теперь подведем итоги, выставим оценки...”

## Уроки повторения и отработки знаний Игра “Что? Где? Когда? Почему?”

---

Все любят телевизионную игру “Что? Где? Когда?” и с интересом наблюдают за ней. В своей работе вот уже несколько лет я использую аналог этой игры, добавив в ее название слово “Почему”. Причем, рассматриваю только круг вопросов, связанных с физикой и изученным материалом. Содержание игры стараюсь разнообразить, включая в него как теоретические задания, так и практические.

Перед началом урока-игры оглашаю ее правила. Назначаю капитанов из наиболее сильных в физике учеников и предлагаю им набрать себе команду из 4–5 человек. На листочках капитаны пишут список членов своей команды и проставляют любое двухзначное число. Команда, обозначившая наименьшее число, начинает игру.

**Оборудование:** песочные часы, волчок, билетки с номерами, конверты с вопросами, лабораторное оборудование для демонстрации опытов, игровой стол (располагаю его в центре класса), столы для зрителей (ставлю по периметру помещения).

#### **Правила подготовки уроков**

Вопросы составляет педагог сам или совместно с активом старших учащихся;

каждый вопрос должен начинаться с одного из слов названия игры (что, где, когда, почему) и быть интересным;

на все вопросы у ведущего заранее должны быть правильные ответы.

#### **Условия игры**

На обдумывание вопроса дается 1 мин;

если команда, посоветовавшись, дает правильный ответ, то каждый ее участник получает одно очко, а отвечавший — очко со знаком “+” (плюс означает учет ответа);

если команда не смогла ответить на вопрос, то на него отвечает любой зритель, получая за это тоже очко со знаком “+”;

высказаться могут все желающие, единственное условие — не повторяться;

если и команда, и зрители не ответили на вопрос, он снимается, и ведущий зачитывает правильный ответ;

если команда не дала верный ответ на предложенный ей вопрос, она освобождает игровой стол;

команда, правильно отвечающая на вопросы, может давать подряд ответы не более чем на 5 вопросов;

во время ответа никто не имеет права добавлять или исправлять говорящего. Уточнить вопрос и ответ может только ведущий;

желающие дополнить ответ, высказать что-то по ходу игры обязаны поднять руку;

за оригинальные дополнения ведущий может дать говорившему поощрительное очко со знаком “+”;

за подсказки, разговоры, передачу подсказок жестами, записками участники игры (в том числе и зрители) подвергаются штрафу; у них вычитают одно очко;

в конце игры участники, набравшие 6 и более очков, получают две пятерки, 5 очков — оценку “5”, 4 очка — “4”, 3–2 очка — “3”, остальные “2”; все оценки выставляю в журнал. Право на оценку в журнале дают только очки со знаком “+”, свидетельствующие о самостоятельном полном и правильном ответе;

ведущим может быть любой ученик этого или другого класса, либо учитель;  
во время игры можно пользоваться справочной литературой и учебником.

В качестве примеров приведу вопросы для трех уроков.

## Урок на тему "Движение, силы, взаимодействие тел"

### Для VII класса

◆ **Что** произойдет с быстро скачущим всадником, если лошадь споткнется? Объясните эффект, используя свои знания по физике.

*(Ответ. Всадник упадет вперед, так как он будет продолжать свое движение по инерции.)*

◆ **Когда** нужно приложить большее усилие, обрабатывая один и тот же кусок металла, если работать новым напильником или старым? Объясните.

*(Ответ. При работе новым напильником, так как у него острые насечки, имеющие малую площадь опоры, поэтому они глубоко входят в металл, и, чтобы передвинуть напильник, нужно приложить большую силу.)*

◆ **Когда** здоровый человек передвигается, делая часто-часто мелкие шаги? Почему он так идет?

*(Ответ. Когда он идет по льду или скользкой дороге. Сила трения между льдом (дорогой) и подошвой мала, поэтому необходимо уменьшить время взаимодействия этих тел.)*

◆ **Что** произойдет с шашкам, если их 10 штук поставить друг на друга и быстрым резким движением линейки выбить нижнюю шашку? Выскажите предположение, а затем проведите опыт и объясните явление.

*(Ответ. Так как движение линейки быстрое, время ее взаимодействия со всеми шашками, кроме одной, на которую пришелся удар, мало. Поэтому все они, за исключением нижней, благодаря силе трения покоя и своей инертности, сохраняют свое положение. Нижняя шашка вылетит, остальные стопкой опустятся.)*



◆ **Где и почему мел оставит более четкий след: на классной доске или на стекле?** Сформулируйте свою гипотезу, а потом проведите опыт и объясните его.

(*Ответ.* На доске, так как она более шероховата, чем стекло; одна и та же по величине сила, прижимающая мел к доске, создает большую силу трения, которая оторвет от мела больше частичек, образующих его след.)

◆ **Когда мяч находится в состоянии невесомости: при вертикальном подъеме или при падении?**

(*Ответ.* В обоих случаях. Ведь вес — это сила, действующая на опору или подвес. Летящий мяч не оказывает действия на опору как при подъеме, так и при падении.)

Для IX класса

В урок включаю все предыдущие вопросы (для VII класса), как повторение материала, и ряд новых. Новые вопросы следующие.

◆ **Где сила тяжести одного и того же тела больше: на экваторе или на полюсе? Почему?**

(*Отв.* На полюсе, так как там больше ускорение свободного падения: оно там  $9,832 \text{ м/с}^2$ , а на экваторе —  $9,780 \text{ м/с}^2$ .)

◆ **Что вы ответите, если нужно за 1 мин привести три примера разных сил трения: покоя, скольжения, качения?**

◆ **Что легче: санки тянуть вперед за веревочку или толкать сзади? Почему?**

(*Ответ.* Тянуть легче, так как человек при этом как бы приподнимает санки, уменьшая тем силы давления и трения. Когда санки толкают сзади, вертикальная составляющая действующей силы направлена вниз; складываясь с силой тяжести, она увеличивает силу давления и, следовательно, силу трения.)

◆ **Что произойдет с плотом, покоящимся на поверхности озера, если находящийся на нем мальчик начнет двигаться по периметру плота с постоянной скоростью? Сопротивлением воды пренебречь.**

(*Ответ.* Мальчик и плот взаимодействуют по III закону Ньютона: если мальчик идет вперед, плот отодвигается назад; если он идет

вправо, плот движется влево и т.д. В результате — плот должен прийти во вращательное движение в сторону, противоположную движению мальчика.)

◆ Где легче разбить орех: на мягкой опоре или на твердой? Объясните свой ответ. Проверьте на опыте. Вам даются два грецких ореха, молоток, брусок из дерева и кусок поролона.

(*Отвечает.* Чтобы разбить орех, надо приложить к его скорлупе две противоположно направленные силы, которые сожмут скорлупу настолько, что она сильно деформируется и разрушится. Одну из этих сил создает удар молотка, другую — реакция опоры, которая возникает при взаимодействии ореха с опорой. Если опора твердая, условия, необходимые для раскалывания скорлупы, соблюдаются. Если мягкая, сила удара в основном идет на изменение скорости ореха: он приобретает скорость и углубляется в опору; скорлупа же почти не изменяет своей формы и поэтому не разрушается.)

◆ Что вы сделаете, если нужно узнать, какой из двух шаров алюминиевый, а какой — медный? Оба шара имеют одинаковый объем, полые изнутри и окрашены одинаковой краской, нарушать которую нельзя. Шары нельзя взвешивать и опускать в воду. Объясните свою идею.

(*Отвечает.* Шары необходимо привести во взаимодействие, например осуществить их центральный лобовой удар, и посмотреть, какой шар откатится дальше. Этот шар менее инертен, следовательно, он имеет меньшую массу; а так как объемы шаров одинаковы, значит, плотность вещества, из которого сделан этот шар, меньшая. Из двух веществ — алюминия и меди — меньшую плотность имеет алюминий; у него она  $2700 \text{ кг/м}^3$ , а у меди —  $8960 \text{ кг/м}^3$ . Вывод: алюминиевым будет шар, дальше откатившийся от лобового удара.)

◆ Что покажут динамометры, если два мальчика держат в руках одинаковые приборы, сцепленные между собой, и один из мальчиков тянет прибор к себе с силой  $2\text{Н}$ , а второй неподвижен и просто наблюдает? Выскажите свое предположение, а потом проведите опыт и результат его объясните.

(*Отвечает.* Показания динамометров будут одинаковыми, так как по III закону Ньютона два тела взаимодействуют с силами, равными по величине, но противоположными по направлению.)

◆ **Что за странная электрическая розетка у нас на кухне? —** говорил второклассник Петя соседу-восьмикласснику. — Вообще-то их две: в одну включен холодильник, а в другую мы включаем утюг, электромясорубку или другие бытовые приборы. Первая розетка постоянно холодная, а вторая всегда нагревается. **Что происходит с ней и почему?**

(*Ответ.* Нагревается розетка из-за того, что, видимо, нет хорошего электрического контакта со штепсельной вилкой включаемого прибора — поэтому мала площадь их соприкосновения, и данное место имеет большое электрическое сопротивление; тут по закону Джоуля — Ленца и должно выделяться много тепла.)

◆ **Что в черном ящике? Внешний вид этого ящика показан на рис. 2: ящик имеет три клеммы: 1, 2, 3. При подключении омметра к двум любым клеммам прибор показывает одинаковое значение сопротивления — 2 кОм. Ответьте на вопрос и нарисуйте схему соединения деталей.**

(*Ответ.* Три резистора, каждый сопротивлением 1 кОм. Их соединение показано на рис. 3.)

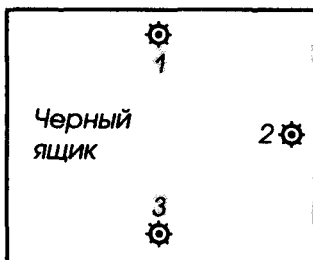


Рис. 2.

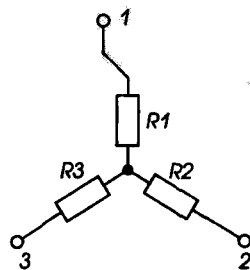


Рис. 3.

◆ **Где северный, а где южный полюс подковообразного магнита, оба полюса которого окрашены в один цвет? Как определить это через минуту, используя телевизор или осциллограф? Дайте свою версию, а потом проделайте опыт и объясните его.**

(*Ответ.* Нужно включить телевизор в тот момент, когда на его экране видна настроечная таблица. В центре ее — маленький кру-

жочек; это — место попадания электронного луча. Поднести к нему магнит, не касаясь трубки. Кружок отклонится; нужно заметить — куда: вправо или влево, и запомнить приближенный полюс магнита.

Вспоминдем: изображение на экране телевизора рисует электронный луч — поток электронов, направленный из трубки к зрителю. Далее рассуждаем: магнитное поле магнита отклоняет поток электронов, поэтому кружок смещается. Направление его действия на поток электронов можно определить по правилу левой руки. Электроны движутся к нам, что равносильно перемещению положительных зарядов от нас. Поэтому нужно расположить ладонь левой руки так, чтобы вытянутые пальцы были направлены на экран — они указывают направление тока; отогнутый под углом  $90^\circ$  большой палец следует направить в сторону смещения кружка и запомнить положение ладони. Далее нужно вспомнить, что магнитные силовые линии направлены от северного полюса магнита к южному, и по правилу левой руки они должны входить в ладонь. Тот полюс магнита, что обращен к ладони, — северный.)

◆ Где положительный полюс у данной батарейки?

В вашем распоряжении, кроме плоской батарейки, у которой заклеены обозначения полюсов, электромагнит с подковообразным сердечником, соединительные провода, работающий телевизор.

(*Ответ.* Нужно подключить батарейку к электромагниту, а тот поднести к экрану телевизора в момент показа им настроечной таблицы и определить способом, использованным при решении предыдущей задачи, где северный полюс электромагнита. Далее по правилу буравчика найти направление тока в обмотке электромагнита и по нему определить знаки полюсов батарейки.)

◆ Что покажет вольтметр в схеме, изображенной на рис. 4, где используются одинаковые источники тока с  $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$ ? Почему именно таким будет показание прибора?

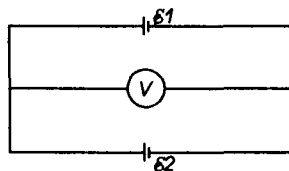


Рис. 4.

(*Ответ.* Вольтметр покажет напряжение, равное ЭДС одной батареи, так как источники тока соединены параллельно.)

◆ Почему вольтметр показал нуль в цепи, которую собрал ученик по схеме рис. 5, используя два одинаковых источника тока?

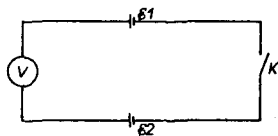


Рис. 5.

(Ответ. Вольтметр в данной цепи измеряет напряжение между одноименными полюсами батареек с равными ЭДС.)

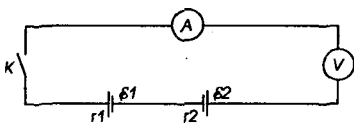


Рис. 6.

◆ Что неверно сделал ученик, нарисовавший следующую схему электрической цепи (рис. 6), в которой  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$  и  $r_1 = r_2$ ? Что в такой цепи должны показать измерительные приборы и почему?

(Ответ. Ученик допустил такие ошибки: соединил источники тока навстречу друг другу, не предусмотрел внешнее сопротивление, без которого амперметр может быть испорчен. Стрелки амперметра и вольтметра останутся на нулевых делениях. Причина нулевого показания вольтметра рассмотрена в ответе к предыдущей задаче.)

◆ Что покажут амперметр и вольтметр в цепи, собранной по схеме на рис. 7, если  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ ? Почему?

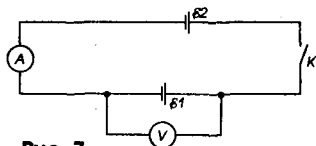


Рис. 7.

(Ответ. Вольтметр покажет  $U = \varepsilon_1 = \varepsilon_2$ ; стрелка амперметра останется на нуле, так как источники тока с равными ЭДС включены навстречу друг другу.)

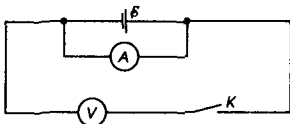


Рис. 8.

◆ Где допущена ошибка? Что показали бы приборы, если бы педагог разрешил включить собранную учеником цепь по схеме рис. 8? Внутреннее сопротивление источника тока мало.

(Ответ. Амперметр включен параллельно источнику тока. Амперметр показал бы ток короткого замыкания. Стрелка вольтметра осталась бы на нулевой отметке.)

◆ **Что за схема (рис. 9) перед вами, т.е. как соединены ее детали? Определите общее сопротивление цепи и общую силу тока, если  $R_1 = R_2 = R_3 = 3 \text{ кОм}$ , а  $U_{\text{общ}} = 100 \text{ В}$ . Нарисуйте эквивалентную схему.**

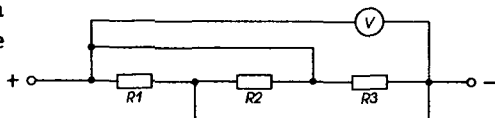


Рис. 9.

(*Ответ.* На рис. 9 — схема параллельного соединения. Эквивалентной ей будет схема, показанная на рис. 10.

$$R = \frac{R_1}{n}; R = \frac{3 \text{ кОм}}{3} = 1 \text{ кОм};$$

$$I = \frac{U}{R}; I = \frac{100 \text{ В}}{1000 \text{ Ом}} = 0,1 \text{ А.}$$

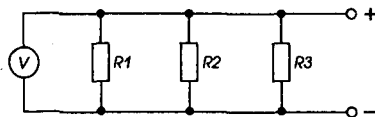


Рис. 10.

◆ **Где в схеме, изображенной на рис. 11, нужно установить переключки, чтобы общее сопротивление цепи было равно 1 кОм? Сопротивление каждого резистора 1 кОм.**

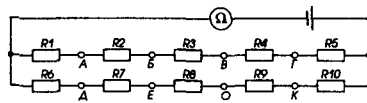


Рис. 11.

(*Ответ.* Наиболее простой способ: соединить точки А и Г, Д и К.)

◆ **Что покажет вольтметр в схеме на рис. 12, если  $R_1 = R_2 = R_3 = 2 \text{ Ом}$ , а к цепи подведено напряжение 10 В?**

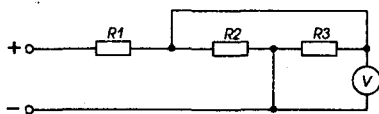


Рис. 12.

(*Ответ.*  $U = 3,4 \text{ В}$ . Для решения задачи заменим схему эквивалентной — рис. 13.

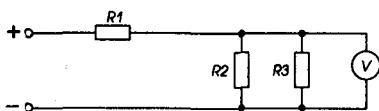


Рис. 13.

Из нее видно, что общее сопротивление  $R$  цепи 3 Ом. Рассчитаем общую силу тока:  $I = \frac{U}{R}; I = \frac{10 \text{ В}}{3 \text{ Ом}} \approx 3,3 \text{ А}$  Падение напряжения на резисторе  $R_1$  равно:  $U_1 = I \cdot R_1; U_1 = 3,3 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 6,6 \text{ В}$ . Напряжение на

двух параллельно включенных резисторах  $R_2$  и  $R_3$  равно  $U_{2,3} = U - U_1$ ;  $U_{2,3} = 10 \text{ В} - 6,6 \text{ В} = 3,4 \text{ В}$  — это и показывает вольтметр.)

◆ **Что** покажет амперметр в схеме по рис. 14, если замкнуть ключ  $K1$ ?  $K2$ ? Оба ключа  $K1$  и  $K2$  одновременно?  $R_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 5 \text{ Ом}$ , ЭДС = 13,44 В, а внутреннее сопротивление источника тока  $r = 7,4 \text{ Ом}$ .

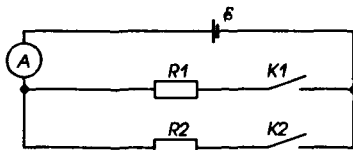


Рис. 14.

◆ **Что** нужно сделать — замкнуть какие ключи, чтобы в цепи, собранной по схеме рис. 15, горела только лампа  $L1$ ?  $L2$ ?  $L3$ ?  $L4$ ? Условие: любая из ламп горит нормально лишь тогда, когда она одна подключена к батарейке.

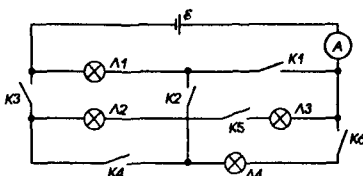


Рис. 15.

(*Ответ.* Чтобы горела лампа  $L1$ , необходимо замкнуть ключ  $K1$ , а остальные должны быть разомкнуты. Лампа  $L2$  в любом случае подключается последовательно или параллельно к какой-то другой лампе, т.е. выполнить условие невозможно. Лампу  $L3$  включим ключами  $K5$ ,  $K4$ ,  $K3$ . Лампу  $L4$  — ключами  $K6$ ,  $K4$ ,  $K3$ .)

## “Блиц-турнир”

(Тема “Механика”: IX класс)

Этот урок я обычно провожу и для повторения материала, и для оживления учебного процесса. Занятие привлекает ребят соревнованием и интересными вопросами.

Правила его организации такие же, как и урока “Что? Где? Когда? Почему?”, но есть и особенности:

вопросы подбираются преимущественно по одной теме, но могут для разнообразия относиться и к иным;

урок идет в **быстром темпе**;

во время его можно пользоваться любой справочной литературой, включая учебник.

Привожу часть вопросов для одного блиц-турнира, предназначенного для девятиклассников и посвященного механике.

◆ Белку с лапками, полными орехов, посадили на гладкий горизонтальный стол и толкнули вдоль него. Приблизившись к краю стола, белка почувствовала опасность. Она знала законы движения Ньютона и, пользуясь одним из них, предотвратила свое падение на пол. Каким образом?

(*Ответ.* Выбросила вперед орехи.)

◆ “Если он не погасит свои фары, то я не погашу свои”, — так рассуждают некоторые водители. Аналогию с каким законом механики здесь можно провести?

(*Ответ.* С третьим законом Ньютона: “Действие равно противодействию”.)

◆ Сто человек разделились на две команды для перетягивания каната. Какой будет сила натяжения каната, если каждый прикладывает силу 200 Н?

(*Ответ.*  $200 \text{ Н} \times 50 = 10\,000 \text{ Н}$ .)

◆ Что общего между ракетой и кальмаром?

(*Ответ.* Двигутся, используя реактивный принцип.)

◆ Два автомобиля одновременно трогаются с места и движутся равноускоренно. Массы автомобилей одинаковы. Во сколько раз средняя мощность первого автомобиля больше средней мощности второго, если за одно и то же время первый автомобиль развивает вдвое большую скорость, чем второй?

(*Ответ.* В 4 раза.)

◆ Два тела подвешены к противоположным концам рычага и уравнивают друг друга в вакууме. При каких условиях сохранится это равновесие в воздухе?

(*Ответ.* Если объемы тел одинаковы.)

◆ Туристы перешли с одного берега озера, где располагалась их база, на другой и, посмотрев на часы, решили устроить краткий отдых. Стояла тихая погода, и им были хорошо слышны передачи радиозула базы; поэтому последние известия они смогли прослушать, выключив свой транзистор. После этого один из туристов заявил, что расстояние до базы — почти 3 км. Каким образом он определил это расстояние?

(*Ответ.* Турист знал, что скорость звука в воздухе при  $20^\circ\text{C}$  340 м/с. Он заметил, что сигналы точного времени, передаваемые по



радио, слышны вначале из радиоприемника, а спустя некоторое время — с базы. Определив время запаздывания, он по формуле  $s = v_{зв} t$  рассчитал расстояние до базы.)

◆ Выехав рано утром из города на ровное и пустынное шоссе, шофер решил устроить первую остановку ровно через час. Как ему выполнить свое намерение, не смотря на часы? Радиоприемник в автомобиле отсутствует.

(*Ответ.* В любом автомобиле есть счетчик пути и спидометр. Поэтому шофер должен поддерживать постоянной взятую скорость движения и дожидаться увеличения километража пробега на величину, численно равную этой скорости.)

◆ Вдоль экватора или вдоль меридиана легче запускать на орбиту ИСЗ? Ответ обоснуйте.

(*Ответ.* Вдоль экватора, так как “поможет” скорость вращения Земли.)

◆ “Мировой рекорд” по прыжкам в высоту среди животных принадлежит маленькой южноафриканской антилопе. На какую высоту прыгнет антилопа, если она отталкивается от земли вверх со скоростью 12 м/с?

(*Ответ.* 7,2 м.)

◆ Человек, плывущий по реке на лодке, держится середины реки, если плывет по течению, и старается держаться около берега, если плывет против течения. Почему он так делает?

(*Ответ.* В первом случае скорость его перемещения возрастет благодаря значительной помощи течения, у которого скорость на середине реки наибольшая. Во втором случае течение реки будет мало мешать движению, поскольку у берегов скорость воды в реке всегда меньше, чем на середине.)

◆ Фамилия, имя и годы жизни ученого, подарившего миру свои открытия: 3 закона механики?

(*Ответ.* Исаак Ньютон. 1643–1727.)

◆ Что тяжелее: 1 кг камней или 1 кг пуха?

(*Ответ.* 1 кг камней, так как он имеет меньший объем, чем пух, и поэтому на него будет действовать и меньшая выталкивающая сила.)

## Урок решения задач — игра "Остров сокровищ" (Тема "Кинематика")

Этот урок очень оживляет курс IX класса.

Раздаю ребятам листочки бумаги, на которых нарисована карта Острова сокровищ (рис. 16).

На острове в определенном месте (точке) зарыт клад. Рассказываю историю клада, а точнее, условие задачи, решение которой позволит найти нужную точку на карте острова и клад. История состоит из трех частей, и каждая кончается заданием; задания связаны между собой развитием сюжета. Работа составле-

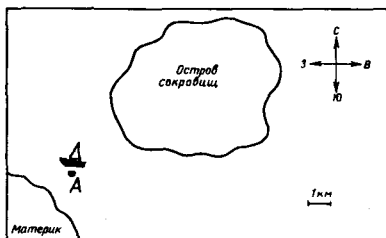


Рис. 16.

на в двух вариантах, которые чуть-чуть отличаются (во втором используется система координат); в каждом варианте поиск начинается из одной общей точки, но заканчивается в разных. Ученики должны найти место, где покоится клад и сообщить его учителю; если это сделано верно, в журнал выставляется оценка "5".

### Вариант 1

Вы находитесь на материке вблизи точки А, вдали виден Остров сокровищ. Вам нужно попасть туда и... найти клад, а для этого узнать место, где он спрятан. Капитан, схоронивший когда-то клад, так описал свой путь на Остров сокровищ и по нему.

**Часть I.** "Мой парусник стоял у берега материка в точке А и ждал западного ветра. Я знал, что остров омывается теплым течением, идущим строго с юга на север. Скорость течения всегда была 3 м/с. Как только подул нужный ветер (его скорость была постоянной и равной 4 м/с), я отправился в путь. Сколько плыл — не помню, но на остров высадился".

**Задания 1 и 2.** Определите точку на острове, куда попал и где высадился капитан. Найдите значение скорости, с которой он плыл.

**Часть II.** "Далее я оставил парусник и пошел на восток, передвигаясь равномерно со скоростью, в 10 раз меньшей, чем плыл на паруснике. Пройдя час, я понял, что иду слишком медленно. Поэтому стал дви-

гаться равноускоренно, увеличивая свою скорость на 0,001 м/с за каждую секунду; так шел в течение 10 мин. Затем остановился отдохнуть”.

**Задания 3 и 4.** Найдите среднюю скорость движения от парусника до точки отдыха и путь, пройденный капитаном за это время.

**Часть III.** “Отдыхал я немного, около часа. Затем мой путь лежал на север. Придерживаясь средней скорости, какую я имел до отдыха, но округлив ее до десятых долей, я шел равномерно еще 2 ч. Затем остановился, увидел, что никого нет, и зарыл клад”.

**Задания 5 и 6.** Изобразите на карте траекторию пешего движения капитана. Рассчитайте, какой путь он прошел по острову.

**Задание 7.** Укажите место, где зарыл клад.

## РЕШЕНИЕ

### Часть I

$$v_{\text{теч.}} = 3 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{вет.}} = 4 \text{ м/с}$$

Траектория — ?

$v$  — ?

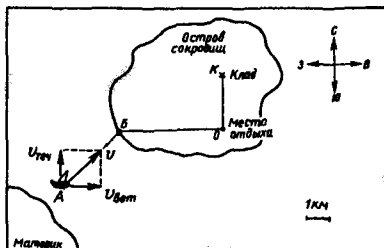


Рис. 17.

На карте в точке А строим векторы скорости течения и ветра (рис. 17. слева). Находим результирующую скорость, это и есть скорость парусника  $v$ . Вектор скорости определяет не только величину, но и направление движения. Точка его пересечения с островом — место, куда приплыл парусник, — точка Б.  $v = v_n = \sqrt{(3 \text{ м/с})^2 + (4 \text{ м/с})^2} = 5 \text{ м/с} = 18 \text{ км/ч}$ .

### Часть II

$$v_1 = 1/10 v_n$$

$$t_1 = 1 \text{ ч}$$

$$a = 0,001 \text{ м/с}^2$$

$$t_2 = 10 \text{ мин}$$

$$v_{\text{ср.}} \text{ — ? } s \text{ — ?}$$

- 1)  $v_1$  — начальная скорость движения пешком:  $v_1 = v_n : 10$ ;  
 $v_1 = 5 \text{ м/с} : 10 = 0,5 \text{ м/с}$ .

- 2)  $s_1$  — путь, пройденный за 1 ч:  $s_1 = v_1 \cdot t_1$ ,  
 $s_1 = 0,5 \text{ м/с} \cdot 3600 \text{ с} = 1800 \text{ м}$ .
- 3)  $v_0$  — начальная скорость ускоренного движения:  $v_0 = v_1$ .  
 $v_2$  — конечная скорость ускоренного движения:  
 $v_2 = v_0 + at$ ;  $v_2 = 0,5 \text{ м/с} + 0,001 \text{ м/с}^2 \cdot 600 \text{ с} = 1,1 \text{ м/с}$ .
- 4)  $s_2$  — путь, пройденный при равноускоренном движении:

$$s_2 = v_0 t + \frac{at^2}{2}; s_2 = 0,5 \text{ м/с} \cdot 600 \text{ с} + \frac{0,001 \text{ м/с}^2 \cdot (600 \text{ с})^2}{2} = 480 \text{ м}$$

- 5)  $s_3$  — путь от точки  $B$  до места отдыха  $O$ :

$$s_3 = s_1 + s_2, s_3 = 1800 \text{ м} + 480 \text{ м} = 2280 \text{ м}$$

- 6)  $v_{\text{ср}}$  — средняя скорость пешего движения до отдыха:

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_3}{t_{\text{общ}}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}; v_{\text{ср}} = \frac{2280 \text{ м}}{3600 \text{ с} + 600 \text{ с}} = 0,54 \text{ м/с}$$

### Часть III

$$v_{\text{ср}} = 0,5 \text{ м/с} = \text{const}$$

$$t_3 = 2 \text{ ч}$$

$s$  — ?

- 7)  $s_4$  — путь на север от места отдыха до клада  $K$ :

$$s_4 = v_{\text{ср}} \cdot t_3; s_4 = 0,5 \text{ м/с} \cdot 7200 \text{ с} = 3600 \text{ м}$$

- 8)  $s$  — весь путь по острову:

$$s = s_3 + s_4, s = 2280 \text{ м} + 3600 \text{ м} = 5880 \text{ м}$$

- 9) Траектория движения капитана по острову — ломаная линия БОК (см. рис. 17).

◆ Место, где находится клад: от точки высадки  $B$  на восток 2280 м, далее на север 3600 м.

### Вариант 2

Вы находитесь на материке, вблизи точки  $A$ , вдали виден Остров сокровищ. Вам нужно попасть туда по описанию, данному ниже, найти место, т.е. его координаты, где спрятан клад, и отыскать сокровища. Капитан, когда-то схоронивший клад, так описал свой путь на остров и передвижение по нему.

**Часть I.** “Мой парусник стоял у берега материка в точке *A*. Я ждал юго-западного ветра. Как только он подул, я отправился в путь. В пути все время следил по компасу, чтобы парусник плыл в нужном мне направлении: точно по ветру. Направление последнего было неизменным, но сам ветер крепчал, скорость моего парусника увеличивалась за каждую секунду на  $0,1 \text{ м/с}$ ”.

**Задания 1 и 2.** Зная масштаб карты, определите: за какое время парусник доплыл до острова. Рассчитайте, с какой средней скоростью он плыл (выразите в  $\text{м/с}$  и  $\text{км/ч}$ ).

**Часть II.** “Высадившись на берег в точке *B*, я оставил парусник и пошел на восток. Первую половину пути (по времени) я шел равномерно со скоростью, равной  $1/6$  средней скорости парусника, а вторую — со скоростью, составлявшей  $1/9$  этой скорости. Мой путь продолжался ровно час. Через 60 мин я остановился на отдых”.

**Задание 3.** Определите среднюю скорость движения на восток (в  $\text{м/с}$  и  $\text{км/ч}$ ).

**Часть III.** “Отдыхал я немного, далее мой путь лежал на север. Придерживаясь средней скорости, с которой шел до отдыха, я прошел еще полчаса. Затем остановился и зарыл клад”.

**Задания 4, 5, 6.** Определите путь, пройденный капитаном после отдыха и весь путь от места высадки. Используя систему координат, в которой точка отдыха — начало отсчета, направление передвижения к паруснику от точки отдыха — положительное направление оси *X*, а направление перемещения после отдыха доклада — положительное направление оси *Y*, определите координаты места, где зарыл клад. Нарисуйте траекторию движения к кладу.

#### РЕШЕНИЕ

##### Часть I

$$a = 0,1 \text{ м/с}^2$$

$$s_1 = 2 \text{ км (найдено по карте)}$$

$$t_1 \text{ — ?}$$

$$v_{\text{ср.1}} \text{ — ?}$$

1)  $s_1$  — путь от точки *A* до *B* на острове:

$$s = \frac{at^2}{2} \rightarrow t = t_1 = \sqrt{\frac{2s}{a}}, \quad t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 2000 \text{ м}}{0,1 \text{ м/с}^2}} = 200 \text{ с.}$$

2)  $v_{\text{ср.1}}$  — средняя скорость парусника:

$$v_{\text{ср.1}} = \frac{s}{t}; \quad v_{\text{ср.1}} = \frac{2000 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 10 \text{ м/с}, \quad v_{\text{ср.1}} \approx 36 \text{ км/ч.}$$

3)  $v_2$  — начальная (первая) скорость движения по острову:

$$v_2 = \frac{1}{6} v_{\text{ср.1}}, \quad v_2 = 1/6 \cdot 10 \text{ м/с} = 1,67 \text{ м/с.}$$

4)  $v_3$  — вторая скорость движения по острову:

$$v_3 = \frac{1}{9} v_{\text{ср.1}}, \quad v_3 = 1/9 \cdot 10 \text{ м/с} \approx 1,1 \text{ м/с.}$$

5)  $t_2$  и  $t_3$  — время пешего передвижения по острову на двух участках пути до привала:  $t_2 = t_3 \rightarrow t_2 = 0,5 \text{ ч}, \quad t_3 = 0,5 \text{ ч.}$

6)  $s_2$  — первая часть пути по острову до места отдыха:

$$s_2 = v_2 \cdot t_2, \quad s_2 = 1,67 \text{ м/с} \cdot 1800 \text{ с} = 3006 \text{ м.}$$

7)  $s_3$  — вторая часть пути до места отдыха:

$$s_3 = v_3 \cdot t_3, \quad s_3 = 1,1 \text{ м/с} \cdot 1800 \text{ с} = 1980 \text{ м.}$$

8)  $s_4$  — путь от места высадки до привала:

$$s_4 = s_2 + s_3, \quad s_4 = 3006 \text{ м} + 1980 \text{ м} = 4986 \text{ м.}$$

9)  $v_{\text{ср.2}}$  — средняя скорость перемещения до места отдыха:

$$v_{\text{ср.2}} = \frac{s_4}{t_{\text{общ}}}, \quad \text{или} \quad v_{\text{ср.2}} = \frac{s_4}{t_1 + t_2},$$

$$v_{\text{ср.2}} = \frac{4986 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 1,385 \text{ м/с}, \quad v_{\text{ср.2}} \approx 4,988 \text{ км/ч.}$$

### Часть III

$$v_{\text{ср.3}} = v_{\text{ср.2}} = 1,385 \text{ м/с}$$

$$t_4 = 0,5 \text{ ч}$$

$$s_5 \text{ — ?} \quad x \text{ — ?}$$

$$s \text{ — ?} \quad y \text{ — ?}$$

10)  $s_5$  — путь, пройденный после привала:

$$s_5 = v_{\text{ср.3}} \cdot t_4, \quad s_5 = 1,385 \text{ м/с} \cdot 1800 \text{ с} = 2493 \text{ м.}$$

11)  $s$  — весь путь по острову:

$$s = s_4 + s_5, \quad s = 4986 \text{ м} + 2493 \text{ м} = 7479 \text{ м.}$$

12)  $x, y$  — координаты клада:

$$x = 4,986 \text{ км} \approx 5 \text{ км}; \quad y = 2,493 \text{ км} \approx 2,5 \text{ км.}$$

13) Траектория движения капитана и чертеж к решению этой задачи даны на рис. 18.

**Примечание.** Сильным ученикам даю дополнительные задания:

**в варианте 1:** определить а) скорость парусника, с которой он подошел к острову; б) координаты клада относительно первоначальной стоянки парусника, направив ось  $X$  на север, а ось  $Y$  — на восток;

**в варианте 2:** определить а) путь, пройденный от первой стоянки парусника до клада; б) перемещение по острову в направлении клада.

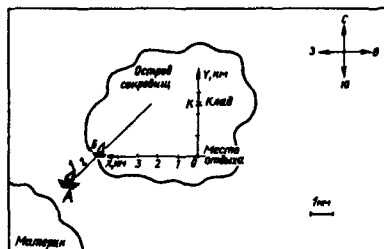


Рис. 18.

## Уроки конструирования "Я — изобретаю!"

В начальных классах обычно уделяется большое внимание самостоятельной работе учащихся по изготовлению различных изделий из картона, бумаги, пластилина и других материалов. В средних и старших классах такая работа обычно не проводится. Мотивируют это так: зачем изготавливать весы, если есть промышленные, эстетически оформленные, зачем тратить драгоценные учебные часы, взваливать на себя дополнительную педагогическую нагрузку? Доводы серьезные. Однако развитие творческого мышления учащихся, приобщение их к конструированию и изобретательству — важная задача, решение которой поможет ребятам стать полноценными людьми.

Наиболее эффективно, с моей точки зрения, можно развивать у школьников творческие способности на уроках физики, если включать в занятия конструкторские (К) и рационализаторские (Р) задания. Я такие задания практикую время от времени, посвящая им уроки, которые называю поэтически — "Я изобретаю!". В этом названии — и признание важности работы, и гордость за нее, и уверенность в успехе, и заведомо высокая оценка возможностей своего "Я"... Ребятам это нравится. На таких уроках я предлагаю придумать простейший прибор, сделать его, проградуировать, объяснить принцип действия, выдать главные технические характеристики изделия.

Как я строю эти уроки? Перед ребятами ставлю определенную цель: например, изготовить и отградуировать прибор. Как его изготовлять, не говорю, но предоставляю материалы, которые можно использовать, на начальном этапе подсказываю идею конструкции,

излагаю порядок конструирования (для каждого задания он индивидуален), т.е. план работы. Класс разбиваю на группы (по 3–4 человека); “ведущего специалиста” в группах они выбирают сами. По мере работы групп даю им индивидуальные консультации, делая отметки в своем блокноте.

Выполнение задания оцениваю следующим образом:

создание эскизного проекта — 1 балл,

объяснение работы устройства по проекту — до 5 баллов,

изготовление прибора — 1 балл,

градуировка прибора — 1 балл,

объяснение процесса градуировки — 3 балла,

предложение других способов изготовления прибора — 5 баллов,

составление указаний о технических возможностях прибора:

о цене деления — 1 балл, о пределе измерения — 2 балла, о применении — 1 балл.

Вот перечень части возможных заданий, относящихся только к измерительным приборам.

1. Изготовить и проградуировать термометр.

2. Сделать весы.

3. Изготовить и отградуировать датчик давления.

4. Сделать ареометр.

5. Изготовить и отградуировать спидометр.

◆ Привожу для примера подробные рассказы о нескольких таких заданиях, которые являются основой уроков “Я изобретаю!”.

## VII класс

### Тема “Давление”

**Задание:** сделайте измеритель давления, т.е. прибор, с помощью которого можно измерить давление внутри жидкости.

**Предлагаемые приборы и материалы:** полихлорвиниловая трубочка диаметром 2–5 мм и длиной 1 м, стеклянная U-образная трубочка или микроманометр, картон, спичечная коробка (без спичек), кусок оболочки от детского воздушного шарика, сосуд (банка) с водой, линейка, нитки, лабораторный штатив, кусочек скотча.

**Подсказка идеи:** давление жидкости (в том числе на дно и стенки сосуда) зависит от высоты ее столба и плотности жидкости. Если предполагается измерять давление только в воде, то эта зависимость становится более простой:  $p \sim h$ , так как  $\rho = 1$ .

**Порядок конструирования**

1. Придумайте проект измерителя давления.



2. Выделите в нем узел (датчик), который будет воспринимать давление, передаточный узел и индикатор (фиксирующий величину давления).

3. Обсудите проект.

4. Изготовьте прибор по проекту.

5. Отградуируйте его.

6. Оцените, что влияет на его чувствительность, и укажите, как можно ее повысить.

7. Определите, где и для чего ваш прибор можно применить.

◆ **Возможный вариант проекта** дан на рис. 19. Сам датчик можно изготовить так: куском оболочки от воздушного шарика затягивают открытую грань спичечной коробочки, а в дно вставляют конец полихлорвиниловой трубочки. Ниткой все плотно перевязывают, стыки хорошо заклеивают скотчем. Второй конец трубочки соединяют с микроманометром или U-образной стеклянной трубкой, заполненной подкрашенной жидкостью. Конструкцию укрепляют в лапке штатива. К одному из колен манометра прикрепляют полоску картона, на которую будут наносить деления.

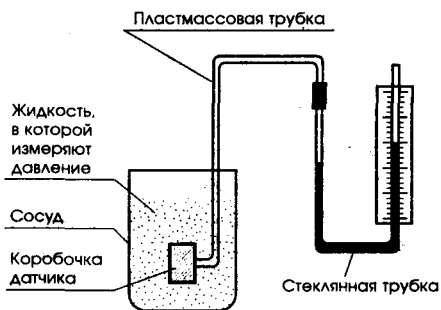


Рис. 19.

Погружая датчик на различную глубину в сосуд с водой, наблюдают за изменением уровня воды в манометре. Для градуировки каждый раз рассчитывают по формуле  $p = \rho gh$  давление на резиновую пленку датчика, а на картонной полоске делают горизонтальную отметку уровня жидкости в манометре; около нее ставят вычисленное значение давления.

**Указание.** Хорошие результаты можно получить, используя в качестве коробочки датчика небольшие пластмассовые флакончики из-под шампуня или клея.

Тема "Плавание тел"

**Задание:** изготовьте простейший вариант ареометра, т.е. прибора для измерения плотности жидкости.

**Предлагаемые приборы и материалы:** линейка, свечка, весы с разновесом, соль, сосуд с водой, пластилин, ареометр промышленного выпуска — эталон (один на класс).

**Подсказка идеи:** величина результирующей выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело ( $F_A - P$ ), зависит от плотности этой жидкости, а также объема тела, плотности его материала и ускорения свободного падения. Если объем и материал погружаемого тела не менять, а  $g = \text{const}$ , то, опуская тело в различные по плотности жидкости, мы получим разную выталкивающую силу и, следовательно, разную степень погружения тела.

#### Порядок конструирования

1. Выполните проект ареометра. Начертите эскиз прибора.
2. Решите, что будет “телом” ареометра, как вы будете менять плотность жидкости, как фиксировать (замечать) степень погружения прибора.
3. Изготовьте ареометр, учитывая, что его шкала должна находиться в жидкости длительное время.
4. Придумайте план измерения плотности жидкости и градуировки прибора.
5. Ответьте на вопросы: Как проверить точность показаний вашего ареометра? Как увеличить точность вашего прибора? Как его сделать более гигиеничным?

◆ **Возможный вариант конструкции** дан на рис. 20: в кусок пластилина вставить линейку. Добиться, чтобы линейка плавала вертикально, не прикасаясь к стенкам сосуда. Для того чтобы линейка сильно не намокала и тем не искажала показания прибора, ее поверхность натереть воском.

Для градуировки нужно приготовить последовательно разной насыщенности соляные растворы: взвесить соль, добавить в нее определенное количество воды. Рассчитать плотность получившегося раствора. Погрузить ареометр в раствор, отметить на линейке (шкале) уровень погружения и проставить рядом значение рассчитанной плотности. Затем процедуру повторить несколько раз. Полезно сравнить показания вашего прибора и ареометра промышленного изготовления.



Рис. 20.

## Тема "Рычаг"

**Задание:** изготовьте весы, отградуируйте их с точностью до 0,5 г.

**Предлагаемые приборы и материалы:** линейка с делениями, металлические монеты, ножницы, картон, клей, бумага, нитки, скотч, лабораторные весы с разновесом (одни на класс).

**Подсказка идеи:** в основу конструкции можно взять рычаг (с точкой опоры или точкой подвеса).

### Порядок конструирования

1. Выполните проект весов, сделайте эскиз.
2. Решите, что в качестве рычага вы будете использовать, как будет крепиться груз и гирьки, что будет индикатором.
3. Обсудите проект с товарищами.
4. Изготовьте весы.
5. Решите, как вы будете градуировать их.
6. Объясните работу прибора.
7. Определите точность и предел взвешивания.
8. Проверьте эти параметры на промышленных лабораторных весах.
9. Предложите еще один вариант конструкции весов.

◆ **Возможный вариант решения** дан на рис. 21.

Для градуировки весов нужно вначале взвесить на лабораторных весах монетку в качестве эталонной гирьки, подобрать несколько таких же монет; это будет разновес. К линейке прикрепить скотчем

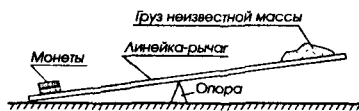


Рис. 21.

груз, линейку положить на опору и добиться ее равновесия; сделать на линейке отметку-штрих у точки опоры; этот штрих будет нулем шкалы. На другой конец линейки положить монету и снова добиться равновесия; сделать на линейке еще один штрих; рядом поставить цифру 1; полученный отрезок — единица измерений массы. На первую монету положить вторую, и все операции повторить; получим еще одно деление шкалы. Подобным образом поступить несколько раз.

Проведя градуировку линейки, ученики приходят к выводу: при взвешивании на таких весах даже не требуется набор гирь.

Тема "Тепловые явления"

**Задание 1:** изготовьте из колбы термометр, отградуируйте его.

**Предлагаемые приборы и материалы:** колба или небольшой стеклянный флакон из-под лекарств с плотно входящей пробкой, стеклянная трубочка, ножницы, картон, клей, большой сосуд с водой, в который входит колба (флакон), лабораторный термометр-эталон, кристаллик марганцовки, липкая лента.

**Подсказка идеи:** из курса физики известно, что, согласно молекулярно-кинетической теории строения вещества, все тела при нагревании расширяются. Используйте в процессе конструирования эту закономерность, а при градуировке — данный вам прибор-эталон.

**Порядок конструирования**

1. Выполните эскизный проект своего термометра.
2. Выделите мысленно: а) тело, которое при нагревании будет расширяться, — это рабочий узел; б) индикатор, который будет фиксировать изменения температуры.
3. Обсудите свой проект с товарищами.
4. Воплотите в жизнь проект.
5. Используя лабораторный термометр, предложите способ градуирования вашего термометра.
6. Выполните градуировку.
7. Ответьте на вопросы: Какова точность вашего прибора? Какова цена деления? Каков предел измерения? Как улучшить эти характеристики, т.е. сделать прибор более точным и пригодным для работы в большем диапазоне температур? Ответы запишите.
8. Укажите, где можно применить ваш термометр.

◆ **Возможный вариант конструкции термометра** показан на рис. 22.

**Идея проекта:** стеклянную трубочку до половины погрузить в жидкость, подкрашенную марганцовкой, так, чтобы в трубочке после того, как ее вынут, остался столбик жидкости. Затем трубочку вставить в пробку, пропустив насквозь; пробкой закрыть колбу (или флакон). За выступающим наружу отрезком трубки расположить вертикально полоску картона и укрепить ее с помощью клея или липкой ленты; на картоне потом будет нанесена шкала. Термометр готов.

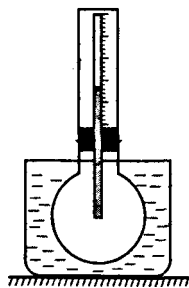


Рис. 22.

**Работа термометра.** Если погрузить колбу (флакон) в сосуд с теплой водой, то столбик жидкости поднимется вверх. Чем горячее будет вода в сосуде, тем выше поднимется столбик. Действие прибора основано на тепловом расширении воздуха в колбе (флаконе).

**Градуйровка прибора.** Измеряют лабораторным термометром температуру воды в сосуде, а на полоске картона делают отметку (черточку), возле которой ставят цифру, соответствующую показаниям лабораторного термометра. Доливают в сосуд немного горячей воды и повторяют процедуру. Так поступают несколько раз.

**Задание 2:** изготовьте термометр на термопаре.

**Предлагаемые приборы и материалы:** две металлические полоски, одинаковые по размерам, но одна из железа, другая из меди; по центру полосок на расстоянии 15 мм друг от друга просверлены отверстия диаметром 3 мм; болтики М3 и гайки М3, отвертка, проволока диаметром 0,2–0,3 мм, картон, ножницы, штатив, сосуд с водой, кусочки льда, нагреватель, лабораторный термометр.

**Подсказка идеи:** в основу конструкции положите факт неодинакового теплового удлинения полосок разных металлов при их нагревании на одно и то же число градусов. Если полоски скрепить, то при нагревании пара изогнется и тем больше, чем больше повысится ее температура.

**Порядок конструирования**

1. Выберите способ: а) соединения полосок металла, б) нагрева пары, в) передачи изгиба к стрелке-указателю, с помощью которого малые перемещения термопары будут преобразовываться в значительные перемещения стрелки прибора, г) расположения шкалы.

2. Выполните эскизный проект термометра.

3. Обсудите его и проанализируйте с товарищами.

4. Изготовьте термопару и все устройство в целом.

5. Предложите способ градуирования термопары, используя для этого лед и кипяток.

6. Отградуируйте прибор.

7. Предложите, где можно применить такой термометр.

◆ **Возможный вариант конструкции** дан на рис. 23.

**Указание.** Главная сложность в градуировании та-

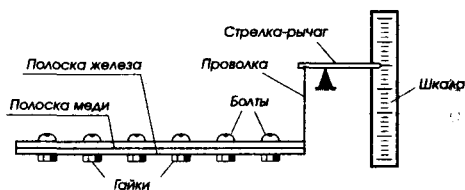


Рис. 23.

кого термометра заключается в том, что термопара сильно изгибается только при достаточно больших разностях начальной и конечной температур. Поэтому, используя кусочек льда, термопару надо вначале охладить, а потом опустить в кипяток.

## Тема "Электрические цепи"

**Задание:** придумайте схему электрической цепи, состоящей из источника тока, лампы, звонка и трех ключей, чтобы в ней выполнялись следующие условия: если замкнуть один ключ  $K1$ , то горит лампа, если замкнуть второй ключ  $K2$ , то работает звонок, а если замкнуть третий ключ  $K3$ , то одновременно загорается лампа и звенит звонок (лампа может гореть неполным накалом).

**Предлагаемые приборы и материалы:** источник тока, лампа, электрический звонок, ключ — 3 шт., соединительные провода.

**Подсказка идеи:** вначале составьте отдельные цепи: а) с лампой, б) звонком, а потом придумайте, как их объединить.

### Порядок конструирования

1. Определите, какие элементы схемы должны быть соединены последовательно, а какие параллельно.

2. Разработайте проект схемы. Начертите его.

3. Проследите мысленно: будут ли выполняться требуемые условия.

4. Соберите цепь по схеме и опробуйте ее.

5. Сделайте вывод.

◆ Возможная схема устройства дана на рис. 24.

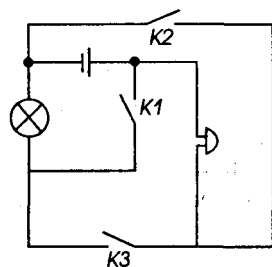


Рис. 24.

## Тема "Электроизмерительные приборы"

**Задание:** превратите компас в амперметр.

**Предлагаемые приборы и материалы:** компас, источник тока, реостат, ключ, соединительные провода, тонкая проволока, амперметр-эталон.

**Подсказка идеи:** в основу разработки положите явление взаимодействия магнитных полей: постоянного магнита и проводника с током.

#### Порядок конструирования

1. Вспомните, из каких узлов состоит амперметр.
2. Придумайте, как, используя данное вам оборудование, сделать прибор.
3. Воплотите свою идею. Опробуйте прибор.
4. Разработайте способ градуировки этого амперметра, используя амперметр-эталон.
5. Проведите градуировку.
6. Оцените технические возможности своего амперметра.

◆ **Вариант решения.** Чтобы компас превратить в амперметр, нужно поверх его корпуса намотать несколько витков проволоки, и этот большой виток соединить через ключ с источником тока. Пропуская по виткам электрический ток, мы создаем условия для взаимодействия магнитных полей: тока и магнитной стрелки. Стрелка компаса, как подвижная, отклонится, и это отклонение будет тем больше, чем больше сила тока, проходящего по виткам.

#### Тема "Генератор электрического тока"

**Задание:** создайте электрический измеритель скорости — спидометр, и отградуируйте его.

**Предлагаемые приборы и материалы:** электродвигатель-генератор лабораторный, источник тока, реостат, секундомер, вольтметр, два bruska, нитка, линейка, соединительные провода.

**Подсказка идеи:** спидометр — это прибор для измерения скорости перемещения. Если применить устройство, преобразующее механическое движение в электрический ток, то измеритель скорости получается довольно простым. Таким устройством, выполняющим роль датчика скорости, может быть миниатюрный генератор постоянного тока. Движущееся тело приводит во вращение ротор этого генератора, возникающая в нем электродвижущая сила фиксируется вольтметром. Эта ЭДС пропорциональна скорости вращения ротора, поэтому по отклонению стрелки можно судить о скорости перемещения.

#### Порядок конструирования

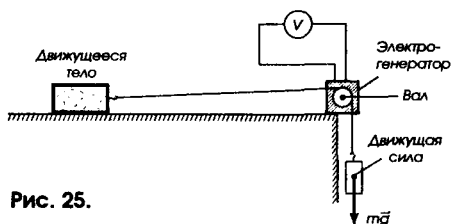
1. Выполните эскизный проект спидометра: начертите его схему.
2. Обсудите проект с товарищами и учителем.
3. Решите, как вы смонтируете узлы устройства.
4. Изготовьте спидометр по своему проекту.
5. Придумайте способ градуировки прибора.

6. Выполните градуировку, объясните ее.
7. Оцените технические возможности вашего спидометра.
8. Ответьте на вопросы: Как улучшить технические параметры прибора (предел его измерения, цену деления)? Как сделать прибор более компактным?

◆ **Возможный вариант выполнения задания** дан на рис. 25, где приведена принципиальная схема.

Градуирование можно провести так. Измерить линейкой перемещение бруска, а секундомером — время движения; вычислить скорость движения, считая его равномерным. Одновременно зафиксировать показание вольтметра и отметить положение стрелки чертой на приклеенной к верхней части шкалы бумажной полоске; рядом с чертой поставить значение вычисленной скорости. Операцию повторить несколько раз, меняя скорость передвижения бруска.

**Указание:** чтобы градуировка была физически корректна, нужно каждый раз добиваться равномерного перемещения тела.



Урок перед каникулами:

## Физическая игра "Поиск напитка бодрости"

(VII класс)

У школьников VII класса популярны различные игры, в том числе связанные с учебными предметами. Ведь ребята этого возраста еще любят играть, и чем неожиданнее игра, тем она интереснее для них. Об одной из них, опирающейся на пройденный материал по физике, заставляющей думать, и вместе с тем подвижной, я хочу рассказать. Называется она "Поиск напитка бодрости".

Эту физическую игру несложно организовать. Обычно я провожу ее на уроке перед Новым годом; она легко вписывается и в программы внеурочных мероприятий.

Играют команды, число которых не ограничено. Всю подготовительную работу выполняют старшеклассники.



### Ход игры.

Начинается игра с объявления по школьному радио: “Внимание! Внимание! Ребята седьмых классов и все, кто любит поиск, головоломные приключения, внимательно слушайте нас! Вчера в школу пришло загадочное письмо. От кого? Пока секрет! Вот что в нем написано: “О почтеннейшие юные физики! В вашей школе мною спрятан ценнейший напиток. Человек, который отведаст хотя бы глоток его, станет надолго бодрым и энергичным. Я дарю вам этот напиток, но его нужно найти. Путь поиска подскажут вам ответы на физические вопросы, записанные мною на особых листах, которые я кладу в конверты. Не бойтесь трудностей, мои юные друзья! Вперед! Да помогут вам ваши знания по физике и смекалка!”.

После объявления создаются команды поиска (например, две); в каждой — командир, его заместитель, рядовые члены (5–10 человек).

Вновь звучит объявление по школьному радио: “Командиров команд просят явиться в канцелярию школы для получения конвертов”.

◆ Вскрыв **первый конверт**, командиры находят в нем лист №1, в котором написано следующее: “Ответьте на 6 предложенных ниже вопросов и возьмите из каждого слова-ответа указанные мною буквы. Из них вы составите слово-пароль. С паролем обратитесь к учителю в очках, который ответит словами “Вам очень нужны” и передаст новый конверт №2”.

### Вопросы

1. Как называется состояние вещества, при котором молекулы движутся свободно, беспорядочно, с большими скоростями?

Возьмите из ответа третью букву.

2. Какое явление возникает при движении одного тела по поверхности другого?

Возьмите из ответа четвертую букву.

3. Как называется вещество, которое легко увидеть в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком и газообразном?

Из ответа возьмите тоже четвертую букву.

4. Как одним словом назвать явление сохранения скорости тела при отсутствии действия на него других тел?

Возьмите из ответа вторую букву.

5. Одна из физических величин, которая характеризуется числовым значением и направлением?

Из ответа вам нужна вторая буква.

6. Каким термином названо явление, суть которого в том, что соприкасающиеся вещества сами собой проникают друг в друга.

Из ответа возьмите восьмую букву.

◆ Во втором конверте тоже находится лист бумаги (№2); на нем — такой текст: “Дорогие друзья! Перед вами четыре латинские буквы:  $V, v, m, F$ , обозначающие физические величины. Запишите названия приборов, которыми можно измерить эти величины. Из названий возьмите указанные буквы: из первого слова — пятую, из второго — шестую, из третьего — вторую, из четвертого — третью, вторую и восьмую; составьте из них слово-пароль. С этим паролем обратитесь к учителю физики, который должен вам на него ответить “ценнейшее качество” и передать третий конверт”.

◆ В третьем конверте — лист № 3 и что-то, завернутое в бумагу. На листе написано: “О, почтенные! Я думаю, что вам не составит особого труда вычислить плотность пластилина, кусок которого неправильной формы я вам посылаю. Получите в кабинете физики весы, разновес, линейку и действуйте. Закончив работу, предъявите ее учителю физики и получите конверт № 4”.

◆ В четвертом конверте — два рисунка и текст такого содержания: “Используя рис. 26 — записку А (квадратный лист с таинственными символами) и дешифратор Б (лист с вырезами; рис. 27), вы должны составить слово — первую часть пароля, которое затем сказать дежурному сотруднику школьной столовой. В ответ вы услышите вторую часть пароля — “В жизни необходим” — и получите, подойдя к специальному столу, конверт №5.

Чтобы составить (узнать) слово-пароль, необходимо прочитать первое из приведенных далее заданий;

наложить дешифратор Б на записку А и поворачивать записку до тех пор, пока в окнах-прорезях не получите нужную формулу, соответствующую первому заданию;

при таком положении А и Б в правом нижнем углу, в вырезе дешифратора вы прочтете первую букву слова-пароля;

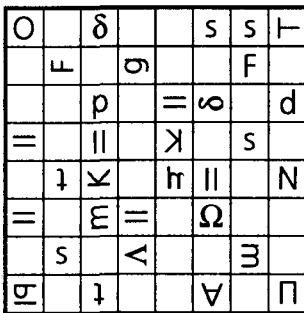


Рис. 26.

А

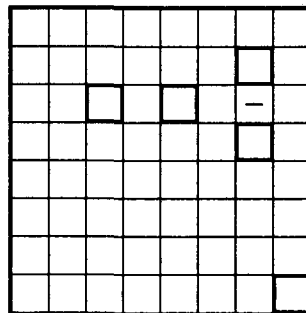


Рис. 27.

Б

повторите все действия применительно ко второму заданию, третьему, четвертому.

#### **Задания**

Найдите

- 1) формулу для расчета скорости тела при равномерном движении;
- 2) формулу, пользуясь которой можно определить давление;
- 3) формулу для вычисления плотности вещества;
- 4) формулу, по которой можно рассчитать массу тела.

◆ На листе №5, вложенном в пятый конверт, написано:

“О почтеннейшие! Ваши знания и смекалка привели вас к успеху. Поздравляю с победой! Напиток бодрости — перед вами.

**Старик Хоттабыч”**

Дежурный работник столовой протягивает команде, пришедшей к финишу, поднос со стаканами, наполненными молоком.

#### **Ответы и указания**

**К первому листу**

1 — Газ (з). 2 — Трение (н). 3 — Вода (а). 4 — Инерция (н). 5 — Сила (и). 6 — Диффузия (я). Пароль: знания.

**Ко второму листу**

1 — Мензурка (у). 2 — Спидометр (м). 3 — Весы (е). 4 — Динамометр (ние). Пароль: умение.

**К третьему листу (указание)**

Придайте пластилину правильную форму, например, куба или прямоугольного параллелепипеда, чтобы было легко вычислить его объем.

**К четвертому листу**

Пароль: опыт.

#### **Методические указания для учителя**

На предложенные команде вопросы или задания отвечает тот ее участник, который быстрее сообразит.

Призы получают все играющие (независимо от их числа) по мере прибытия на финиш — в столовую.

Дешифратор и “записка” представляют собой квадраты, например, из 16×16 клеток тетрадного листа. На записке, помимо нужных букв, есть и лишние; нанесены они так, как показано на рис. 26; вырезы в дешифраторе сделаны по рис. 27.

При необходимости содержание игры можно изменить и приспособить к любой теме VII или VIII классов; для этого достаточно составить другие задания и вопросы.

# Приемы обучения

## Физические фокусы

### Введение

Фокусы, показываемые в цирке, вызывают оживленные дискуссии зрителей, будят мысль и, как правило, остаются в памяти, уж если не на всю жизнь, то очень надолго, поскольку стимулируют к поиску объяснения увиденного, к использованию своих знаний. Поэтому я решил будить любознательность ребят, учить их смотреть на обычные явления через призму физических закономерностей посредством опытов-фокусов, которые ставлю не только на уроках и физических вечерах, но даже во время перемен.

Если традиционный демонстрационный опыт, показываемый учителем, ученик обычно осмысливает сразу, то опыт-фокус, как правило, ставит его в тупик; для объяснения требуются раздумья и еще раз раздумья, а также внимательность и наблюдательность. Каждый опыт-фокус ученик старается повторить, а поскольку в ходе урока это сделать не удастся, то фокус он воспроизводит дома, показывая родителям, друзьям; совместно с ними ищет разгадку. Тем самым эксперимент-фокус повышает интерес к предмету и к знаниям. Разгадывая секрет фокуса, ученик экспериментирует, включает в работу свои умственные способности, начинает применять знания в незнакомой жизненной ситуации. Таким образом, этот прием — вид учебного эксперимента — развивает интеллектуальные и практические умения ребят. И что не менее важно, резко активизирует познавательный интерес.

Так как мои опыты-фокусы рассчитаны на учащихся, то они просты, связаны с учебным материалом, требуют самое доступное, даже элементарное оборудование, их разгадка имеет физический смысл, а не является следствием “ловкости рук” экспериментатора.

К экспериментам-фокусам я отношу такие физические опыты, результаты которых не только неожиданны для зрителей, но кажутся им невероятными.

Практика показала: опыт-фокус, предназначенный для урока, должен демонстрироваться в его конце; его не нужно объяснять и ставить более двух раз. При этих условиях практически все учащиеся стараются этот опыт воспроизвести, если не в классе, то дома. На

последующих уроках фокус иногда повторяю. Всегда же прошу дать его исчерпывающее объяснение, и оно обязательно бывает.

На уроке я показываю обычно один опыт-фокус, относящийся к изучаемому материалу, а все вместе — на физическом кружке или вечере “Физика в фокусах”.

Вот некоторые разработанные мною или “чужие”, но используемые у нас в школе опыты-фокусы.

## Механика

### К вопросу “Давление”

◆ Передо мной — набор слесарных инструментов: молоток, ножовка по металлу, напильник, толстые гвозди диаметром 5–6 мм, тонкие деревянные бруски. Я говорю, что умею забивать толстые гвозди в тонкий деревянный брусок так, чтобы брусок не треснул. Показываю гвоздь и брусок.

Затем беру молоток, гвоздь приставляю к бруску и ударяю по шляпке молотком. Держась за гвоздь, поднимаю вместе с ним брусок, чтобы все видели: гвоздь вошел в брусок и не расколол его. В чем причина?

(Секрет фокуса — в гвозде. Я его “готовлю” так: заранее острую часть отпиливаю, а стержень намагничиваю; если отпиливание произвести аккуратно, то кончик можно приставить к оставшейся части и он, намагнитившись, притянется к гвоздю. Отличить этот гвоздь от остальных практически будет невозможно. В начале фокуса я незаметно снимаю с гвоздя его кончик, а потом провожу манипуляции, о которых сказал выше. Без острого кончика действие гвоздя на брусок совершенно иное, чем прежде: он не является теперь клином, раздвигающим волокна дерева, а продавливает древесину, передавая давление вниз, и погружается в нее.)

### К вопросу “Атмосферное давление”

◆ Я ставлю на стол мензурку, доверху наполненную подкрашенной жидкостью. В руки беру изогнутую трубочку из стекла, имеющую два колена — А и Б (рис. 28). Прошу ребят перелить в эту трубочку часть жидкости, чтобы она оказалась в нижней части колена А. Пользоваться никакими приспособлениями нельзя, поднимать мензурку, переносить ее, наклонять тоже нель-

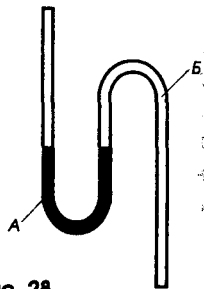


Рис. 28.

зя. Даю немного времени на размышление и попытки, а потом легко выполняю задание и прошу объяснить мои действия.

(**Секрет фокуса.** Изогнутую трубочку одним концом опускаю в мензурку; вода заполняет часть колена. Второй конец закрываю пальцем. Трубочку вынимаю из воды. Атмосферное давление поддерживает столб воды снизу и вода не выливается. Поворачиваю трубочку на  $180^\circ$  — вода оказывается в нужном месте под действием силы тяжести.)

◆ Показываю ученикам чистую сухую бутылку из-под лимонада и небольшую пробку, которая легко входит в горлышко, не касаясь его стенок. Держу бутылку горизонтально, а пробку кладу в горлышко так, чтобы небольшой кусочек пробки выходил наружу. Прошу учеников “загнать” пробку в бутылку своим дыханием.

(Это кажется очень простым делом. Одни пытаются дуть изо всех сил, но пробка, вопреки ожиданиям, выскакивает из горлышка, и тем энергичнее, чем сильнее дуют. Другие дуют тихонько, но упрямая пробка все равно не желает входить в бутылку.)

После серии неудачных попыток учеников задачу решаю я, причем мгновенно. В чем секрет моих действий?

(**Секрет фокуса.** Нужно приставить губы к горлышку бутылки и втянуть в себя воздух из нее. Как только я отвожу губы, атмосферное давление вталкивает пробку внутрь бутылки, поскольку там давление меньше. Если же дуть в бутылку, то воздух в ней сжимается и выталкивает пробку.)

## К вопросу “Давление в потоке жидкости и газа”

◆ Беру металлическую изогнутую трубку и небольшой шарик из пенопласта. Форма трубки и ее конструкция показаны на рис. 29. Предлагаю всем желающим повторить опыт-фокус, который я показываю: слегка дую в нижний отрезок трубки — и шарик “висит” в струе воздуха; если подуть сильно, то шарик поднимется к верхнему концу трубки, втянется в него, опишет круг внутри трубки и вернется в исходное положение. Одним дуновением я могу заставить шарик совершить 4–5 оборотов. (У зрителей не получается и одного.) В чем секрет поведения шарика?

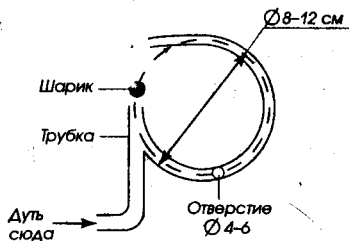


Рис. 29.

... (Технический секрет фокуса в том, что кольцевая часть трубки сбоку имеет небольшое отверстие диаметром 4–6 мм. Перед опытом я его закрываю, например, пластилином или липкой лентой. Когда я передаю прибор для повторения опыта учащимся, я боковую “пробочку” незаметно снимаю.)

### К вопросу “Трение”

◆ Беру пустую бутылку (из-под лимонада, молока, кефира), переворачиваю ее. Указательный палец прикладываю ко дну, а большой палец этой же руки упираю в стенку бутылки. Используя только эти два пальца, бутылку поднимаю и перемещаю. Почему мне это удается?

(Секрет фокуса состоит в том, что пальцы руки я предварительно хорошо протираю чистым и сухим носовым платком, который у меня находится в кармане; и тем самым я снимаю с пальцев слой жира и пота. Коэффициент трения пальцев о стекло от этого увеличивается, и бутылку удается держать довольно спокойно: она не выскользывает из рук.)

◆ Эту же бутылку я ставлю в угол между дверью и косяком двери. Прикладывая небольшие усилия, передвигаю ее несколько раз вверх-вниз и отпускаю... Бутылка повисает на высоте, скажем, на уровне глаз. Почему это происходит?

(Секрет фокуса в том, что поверхности, по которым передвигается бутылка, расположены под углом  $90^\circ$  друг к другу и сравнительно недавно окрашены масляной краской. Проводя бутылкой вверх-вниз по этим поверхностям, я с помощью трения нагреваю внешний слой краски, и он становится вязким; бутылка прилипает к нему. Если слоев краски нанесено несколько, то удается подвесить бутылку, наполненную водой, что вызывает еще больший восторг учеников.)

### К вопросу “Траектория”

◆ Ставлю на стол бутылку из-под лимонада, длинный штатив с муфтой и лапкой, в которой зажата нить с пластмассовым шариком на конце. Подвигаю бутылку ближе к шарiku и прошу учеников толкнуть шарик так, чтобы он, возвращаясь назад, ударился о стенку бутылки. Объясняя, что запрещается попадать в бутылку спереди или перебрасывать шарик через верх бутылки. Каждому желающему предоставляю 3 попытки, чтобы подобрать нужную траекторию движения шарика.

После ряда неудачных проб учеников я легко и непринужденно выполняю задание. Спрашиваю: “В чем секрет фокуса?”. Прошу изобразить траекторию шарика.

(**Секрет фокуса.** Шарик нужно направить прямо на бутылку, но перед тем, как отпустить, его нужно закрутить вокруг вертикальной оси, чтобы в полете он начал вращаться. Тогда во время полета на шарик будет действовать горизонтальная поперечная сила, которая всегда возникает при движении вращающегося тела в обтекающем его потоке воздуха — эффект Магнуса; направлена она будет в сторону, где скорости потока и вращения шарика совпадают. Она-то и отклонит шарик в сторону, обеспечив облет бутылки. Полет осуществляется по траектории, показанной на рис. 30.)

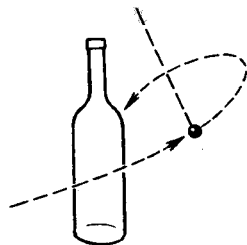


Рис. 30.

### К вопросу “Вращательное движение”

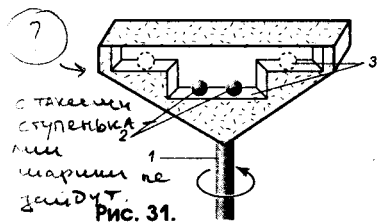


Рис. 31.

◆ Беру в руку за ножку 1 самодельное устройство, изображенное на рис. 31. Корпус изготовлен из оргстекла, а внутри имеются два шарика 2 и полочки 3. Быстрыми движениями за считанные секунды ставлю оба шарика на полочки: они сами взлетают туда.

Предлагаю зрителям сделать то же. Они так не могут.

После того, как секрет моих действий разгадан, прошу объяснить эффект.

(**Секрет фокуса** в том, что для достижения нужного эффекта я незаметно и быстро вращаю устройство, держа его за ножку, а ножка должна быть гладкой. Сила трения шариков о нижнюю полочку мала, она не может удержать шарики на круговой траектории, и шарики стремятся удалиться от оси вращения, подобно тому, как отлетают к стенкам сушильного барабана капли воды из положенного в барабан мокрого белья.)

### К вопросу “Инерция”

◆ Показываю маленький фанерный домик, где живет послушный человечек. Домик с нарисованными окнами и вырезанным дверным



проемом стоит на подставке, обтянутой сверху шелковистой тканью. Фигурка человечка вырезана из меди. Она укреплена на гладкой металлической пластинке, передняя часть которой слегка загнута вверх, как лыжа. Ставлю фигурку на подставку, накрываю ее домиком так, чтобы человечек оказался напротив двери. Предлагаю всем желающим, не сдвигая домик, выманить человечка наружу<sup>1</sup>.

После нескольких неудачных ребячьих попыток показываю, как это можно сделать.

(**Секрет фокуса.** Быстрым, резким движением пальца передвигаю ткань к себе — фигурка выйдет из домика. Домик более тяжелый, чем фигурка, поэтому он вследствие своей значительной инертности остается на месте, а фигурка приходит в движение.)

### К вопросу "Механические колебания и волны"

⊕ ◆ Беру бутылку из-под лимонада. В нее наливаю примерно на  $1/3$  воды. Затем достаю спичку, ломаю ее пополам, половинку без головки бросаю на поверхность воды. Говорю, что сейчас достану плавающую спичку, не отрывая бутылку от поверхности стола, не опрокидывая ее, даже вместе со столом, не используя другие предметы и не доливая воду.

Выдерживаю паузу. Поворотом бутылки подгоняю спичку к стенке, одной рукой прижимаю бутылку к столу, удерживая ее в вертикальном положении, а ребром второй ладони резко ударяю о стенку бутылки в том месте, где находится спичка. Спичка буквально вылетает вверх. "Почему?" — спрашиваю я ребят.

(**Секрет фокуса.** От удара на поверхности воды образуется кольцевая волна. Она идет от стенок бутылки к центру и увлекает за собой спичку. В тот момент, когда со всех сторон в центр придут волны своими горбами, там в результате их сложения образуется максимум волны, — уровень воды поднимется и часть ее выплеснется, вынося с собой спичку.)

### К вопросу "Центр тяжести"

◆ Достаю из кармана яйцо и "волшебную" палочку. Положив палочку на стол, демонстрирую необычные способности яйца: оно может стоять на остром конце, стоять наклонно под любым углом; я могу закрутить яйцо, как волчок, и заставить вращаться на остром конце, на боку...

<sup>1</sup> Опыт-фокус заимствован у А.С.Холода (Физика в школе. 1991. № 4. С. 68).

Продолжаю фокус: беру в руки волшебную палочку и на ее конец ставлю яйцо вертикально, а затем, как бы случайно, переворачиваю палочку, и яйцо повисает на ней. Повторяю опыт, располагая яйцо на палочке горизонтально. Демонстрирую, что яйцо не приклеено и может висеть в любом положении.

Отрываю яйцо от палочки и ставлю на стол; пытаюсь снова поднять его “волшебной” палочкой, но сделать это не удается. В чем секрет фокуса?”

**(Секрет фокуса** — в яйце. Сделано оно так: в скорлупе сырого яйца тонким шилом проколоты два маленьких отверстия, через которые выдуто содержимое. Скорлупа промыта и тщательно просушена; затем в нее насыпаны сухие и не слишком мелкие металлические опилки из магнитного материала, который быстро и хорошо намагничивается, например от гвоздя диаметром 5–6 мм. Дырочки в скорлупе заклеены тонкой бумагой и закрашены белой краской.

Благодаря сыпучести опилок яйцо всегда находится в устойчивом равновесии, так как опилки всегда пересыпаются вниз, а центр тяжести яйца занимает самое низкое из возможных положений. Вторая часть фокуса связана с волшебной палочкой: она имеет на своем конце спрятанный небольшой магнит, поэтому яйцо может висеть на ней, около этого места и быть послушным.)

◆ Я (или ученик-фокусник) держу в руках “удочку” — метровую линейку, к концу которой привязана нитка длиной 60–70 см, а к ее концу — небольшое пластмассовое или металлическое кольцо диаметром 40–50 мм. Ставлю на стол бутылку из-под лимонада и предлагаю зрителям, держа “удочку” в вытянутой руке, надеть кольцо на горлышко бутылки, т.е. поймать бутылку.

Все усилия учеников напрасны, а я в течение нескольких секунд справляюсь с задачей. “В чем тут дело?” — вопрошаю я.

**(Секрет фокуса.** Кольцо нужно осторожно поставить вертикально на горлышко бутылки, а затем, медленно наклоняя, сместить центр его тяжести ниже уровня горлышка. После этого кольцо следует немного сдвинуть, и оно само наденется на горлышко бутылки.

*Примечание:* перед демонстрацией нужно потренироваться.)

## Молекулярная физика и тепловые явления

### К вопросу “Смачивание и несмачивание”

◆ В тонкий прозрачный стакан я наливаю воду, затем беру иголку и аккуратно кладу ее на поверхность воды. О! чудо: иголка не то-

нет! Вынимаю иголку, протираю ее платком, чтобы она не была влажной и передаю ученику, желающему повторить опыт. У ученика иголка сразу тонет. Тогда я снова беру иголку, протираю ее платком и вновь кладу на поверхность воды — иголка плавает. В чем секрет?

(Секрет фокуса. Чтобы иголка плавала, необходимо ее поверхность смазать веществом, которое не смачивается водой, а чтобы тонула — тоже нужно смазать, но веществом, которое хорошо смачивается водой. Секрет фокуса обеспечивает платок: на нем есть в одной части небольшое жировое пятно, а в другой — спиртовое или одеколоновое. Когда нужно, чтобы иголка плавала, протираю ее частью ткани, смоченной жиром; когда требуется, чтобы иголка тонула, очищаю ее от следов жира спиртом.)

### К вопросу "Испарение"

◆ Ставлю на стол два стакана с бесцветными жидкостями, на вид одинаковыми. Беру два термометра и спрашиваю ребят: "Какая температура жидкостей в этих стаканах, если они больше суток стояли в помещении?" Все дружно отвечают: "Одинаковая". "Сейчас проверим", — говорю я и опускаю термометры в стаканы. Через некоторое время демонстрирую это: не вынимая термометры из стаканов, я считываю их показания. Затем говорю, что нужно точнее убедиться в данном факте и лучше, во избежание ошибок, показания рассматривать вблизи, подобно тому, как мы поступаем с медицинским термометром: вынул его из подмышки и смотри. Вынимаю термометры, несколько раз, как бы невзначай, взмахиваю ими, смотрю на шкалы, демонстрирую ребятам; все видят: показания различны. Чем можно объяснить полученный результат?

(Секрет фокуса: в стаканы налиты разные жидкости: вода и спирт. Как только я вынул термометры из жидкостей и взмахнул ими, жидкости с их поверхности стали активно испаряться, а термометры охлаждаться, температуры снижаться. Спирт испаряется быстрее воды, поэтому термометр, вынутый из спирта, дает более низкие показания.)

### К вопросу "Теплоемкость"

◆ Ставлю на стол три одинаковых стакана. Наливаю в них одинаковое количество холодной воды. Прошу одного из учеников помочь мне. Пока тот выходит, наливаю в калориметр кипяток и опускаю в него три одинаковые по виду и по массе бруска: железный, алюми-

ниевый и фарфоровый. С помощью термометра измеряю температуру холодной воды в стаканах и прошу помощника, чтобы тот завязал мне платком глаза. Объявляю ребятам, что сейчас мой помощник будет с помощью пинцета вынимать бруски из кипятка и опускать их в стаканы с холодной водой (по одному в каждый), а я с завязанными глазами буду угадывать, в каком стакане какой брусок находится. Но помощник должен измерить одновременно температуру в каждом стакане и назвать ее мне. Я безошибочно определяю, где был какой брусок. Как мне это удается?

**(Секрет фокуса.** Я опираюсь на знания об удельной теплоемкости. Теплоемкость материалов разная: алюминия —  $0,92 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ , железа —  $0,46 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ , фарфора —  $1,1 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ; массы же брусков равны. Следовательно, разной должна быть и конечная температура воды: наибольшая будет в стакане, где был фарфоровый брусок, средняя — в стакане, где был алюминиевый брусок, наименьшая — где был железный брусок.)

## Электрические и магнитные явления

К вопросам "Электризация тел", "Взаимодействие зарядов"

◆ Кладу на спинку стула деревянную линейку так, чтобы она была в равновесии и неподвижна. Беру со стола стеклянную бутылку, тщательно протираю ее тряпочкой и подношу к линейке, не прикасаясь. Линейка выходит из состояния покоя и падает. В чем причина?

**(Секрет фокуса.** Протирая бутылку, я электризую ее трением, а она путем индукции — линейку. Происходит взаимодействие заряженных тел.

*Условие:* бутылка должна быть хорошо высушена.)

⊕ ◆ "Обидчивый шарик". На демонстрационный стол я кладу большой толстый (толщиной 4–5 мм) лист из оргстекла, тщательно протираю его куском газеты. Вынимаю из кармана шарик от настольного тенниса и кладу его на середину листа. Затем, изображая сосредоточенность, расставляю ладони у края оргстекла и начинаю медленно их приближать к шарiku. Шарик вначале стремительно катится к одной руке, а затем, коснувшись ее, откатывается, "обидившись". Чем объяснить такое поведение шарика?

**(Секрет фокуса.** Причины — электризация оргстекла, бумаги и рук, а также взаимодействие зарядов. Шарик, находящийся на по-

верхности оргстекла, получает от него заряд такого же знака, а руки от бумаги — другого. Разноименные заряды притягиваются, что видно из начального поведения шарика. Коснувшись руки, шарик приобретает заряд другого знака и поэтому отталкивается от руки.)

◆ На стол ставлю тонкостенный стакан, почти до верха наполненный водой. Беру стальную иглу, аккуратно кладу ее пинцетом на поверхность воды — игла плавает. К краю стакана подношу волшебную палочку, и все видят: иголка пришла в движение и стала удаляться. В чем дело?

(**Секрет фокуса.** Палочка берется эбонитовая или из оргстекла, ее предварительно электризуют. К такой палочке благодаря электростатической индукции притягивается не только иголка, но и вода. Вследствие притяжения воды на ней около палочки образуется бугорок, с которого как с возвышенности или наклонной плоскости скатывается иголка.)

### К вопросу "Магнитное взаимодействие"

◆ На столе — тонкостенный стакан, полный воды. Пинцетом осторожно опускаю на ее поверхность иглу — она плавает. Подношу волшебную палочку к иголке, и та послушно движется к палочке. Предлагаю ученикам повторить фокус, но у них он не получается. В чем секрет?

(**Секрет фокуса:** в палочке просверлено отверстие, в которое вставлен намагниченный гвоздик; он-то и притягивает иголку. Когда я передаю палочку зрителям, гвоздик незаметно вынимаю.)

## Оптика

### К вопросу "Отражение света"

◆ Я ставлю на стол "черный ящик" в форме куба с крышечкой сверху, у которого на задней и передней стенках по одной прямой насквозь сделаны отверстия. С задней (противоположной от зрителя) стороны около ящика устанавливаю лампочку. Свет от нее проходит через отверстие в задней стенке и выходит через переднее отверстие. Зрители это хорошо видят. У отверстия боковой стенки я тоже устанавливаю лампочку и, поворачивая "черный ящик", показываю, что свет и от этой лампы хорошо виден. Затем прошу у ребят какую-нибудь нетолстую книгу в твердой обложке. Получив, обертываю ее черной бумагой, сообщая при этом, что бумага особая: она меняет

свойства книги, и та становится прозрачной, т.е. через нее будет проходить свет. Объяснив это, поднимаю крышку, вставляю книгу в ящик; и все видят: как горела лампа, так и продолжает гореть; это значит, что свет проходит сквозь книгу. В чем тут секрет?

(Секрет фокуса в устройстве “черного ящика”. Его конструкция показана на рис. 32. Во втором случае зрители видят не проходящий сквозь книгу свет, а отраженный от стекла свет боковой лампы.)

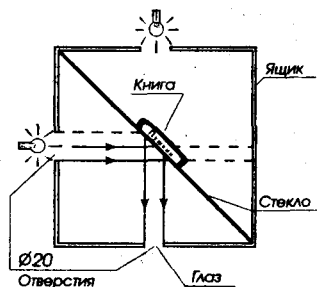


Рис. 32.

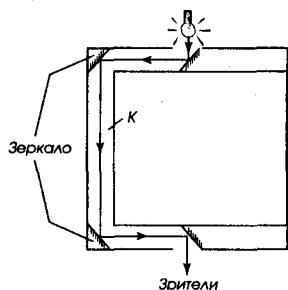


Рис. 33.

◆ Ставлю на стол еще один “черный ящик” с верхней крышкой, имеющий на противоположных стенках по отверстию. Показываю и объясняю: если в него поместить любой предмет, то он становится прозрачным, и через него легко проходит свет. Как устроен этот ящик?

(Секрет фокуса: конструкция ящика показана на рис. 33. В ней используется система из четырех плоских зеркал; три стенки сделаны двойными, образующими внутренний канал К. Система зеркал и канал обеспечивают лучу света всегда беспрепятственный выход наружу, поскольку на самом деле луч от предмета не зависит: он никогда через предмет не проходит.)

## К вопросу “Рассеяние света”

◆ Вырываю из блокнота лист белой бумаги и прошу какого-либо ученика печатными буквами написать на нем четырехзначное число или имя из четырех букв. Затем приклеиваю листок к фанерке надписью вовнутрь (снаружи она не видна). Пока выполняется эта процедура, говорю, что читать любую несложную надпись можно руками. Получив фанерку с приклеенным листком, провожу по ней ладонью, как бы разглаживая листок, и сообщаю, что написано на оборотной стороне листа. Что обеспечивает этот фокус?

(Секрет фокуса. Волокна и поры бумаги рассеивают падающий на нее свет, поэтому прочитать текст, написанный на оборотной стороне листа, невозможно. Проводя рукой по листу, я незаметно слегка

смазываю поверхность бумаги маслом. Масло заполняет поры и капилляры бумаги и тем уменьшает ее шероховатость, ответственную за рассеяние света; кроме того, масло делает бумагу частично прозрачной. В результате, свет меньше рассеивается и больше проходит насквозь; поэтому запись легко просматривается, правда, изображение получается зеркальным.

*Указание.* Для успешного выполнения фокуса нужно немного потренироваться.)

◆ В своей практике я использую и другие опыты-фокусы, описание которых дано в литературе:

**Билимович Б.Ф.** Физические викторины. — М.: Просвещение, 1997. — № 12, 35, 50, 56 и др.

**Горев Л.А.** Занимательные опыты по физике. — М.: Просвещение, 1985. — № 109, 151, 322, 324, 355.

**Ланина И.Я.** Не уроком единым. — М.: Просвещение, 1991. — С. 39 (опыты “Горящий платок”, “Капризная вода”, “Волшебный палец”, “Волшебные спички” и др.).

**Перельман Я.И.** Занимательная физика. Кн. 1 и 2. — М.: Наука, 1991.

**Уокер Дж.** Физический фейерверк. — М.: Мир, 1989.

## Опыты с песком

### Введение

Это — серия экспериментов с обычным речным песком — песочком, в который с раннего детства привыкли играть все дети. Опыты демонстрируют как физические закономерности, так и некоторые необычные свойства песка. Они помогают формировать у ребят образы отдельных физических понятий, развивают образное мышление, а некоторые учат проводить сравнения и аналогии. Часть из них ученики выполняют фронтально, часть я осуществляю сам — в виде демонстраций. Опыты, как и фокусы, использую на уроках поодиночке при изучении соответствующих вопросов курса, иногда посвящая им целое занятие физического кружка.

Ставя эти опыты, я попутно привожу некоторые любопытные факты о песках из серии “Знаете ли вы, что ...?” (Например: среди различных типов песков встречаются такие, которые наводят ужас. Их называют зыбучими песками. Зыбучие пески, подобно болоту, в считанные минуты могут полностью засосать человека.) Ребятам обычно интереснее такая информация, а я предлагаю им почитать книгу: Ларионов А.К. Занимательная инженерная геология (М.: Недра, 1974) и самим подобрать захватывающие примеры.

Привожу описание опытов.

## Фронтальные эксперименты

### К вопросу "Молекулярное строение вещества"

◆ **Задание.** Используя лупу или увеличительное стекло, рассмотрите песчинки. Отмерьте объем песка в  $1 \text{ см}^3$ . Подсчитайте приблизительно, сколько песчинок находится в  $1 \text{ мм}^3$ , в  $1 \text{ см}^3$ . Проведите сравнение размеров песчинок и молекул.

◆ **Задание.** Сухой песок насыпьте в стакан. Что произойдет, если по дну и стенкам стакана постучать линейкой? Выскажите свое предположение и проверьте его на опыте. Чем вы объясните поведение песка? Проведите сравнение поведения песка и молекул вещества.

(*Ответ.* Между песчинками есть промежутки. При постукивании песчинки придут в движение и некоторые из них займут эти промежутки: песок будет уплотняться, и его объем уменьшится. Размещение песчинок в общих чертах напоминает расположение молекул и атомов в теле: возможна укладка рыхлая, средней плотности, плотная упаковка. Результат движения песка похож на диффузию. Различие: песчинки движутся только при постукивании по стакану, молекулы и атомы — всегда.)

◆ **Задание.** Насыпьте в небольшую коробочку сухой песок. Положите на его поверхность какой-либо груз, например гирьку массой 200 г. Посмотрите, как ведет себя песок под гирькой. Почему так? Что доказывает этот опыт? Какую аналогию вы можете провести?

(*Ответ.* Песок под гирькой уплотняется, так как между песчинками есть промежутки: рыхлая укладка становится более плотной под действием давления гири. Опыт доказывает, что между песчинками есть промежутки. Поведение песчинок напоминает поведение молекул в твердом теле, когда на него оказывают давление.)

**Задание.** Высыпайте сухой песок из стакана струйкой; что напоминает его поведение? А теперь положите в стакан сырой песок и переверните стакан. Как ведет теперь себя песок? Что он напоминает?

(*Ответ.* В первом случае песок напоминает своей текучестью жидкость. Во втором — твердое тело, так как сохраняет форму стакана. В сыром песке проявляют себя силы молекулярного притяжения, вызванные присутствием воды.)



## К вопросу "Давление"

**Задание.** Повторите предыдущий опыт. Внимательно рассмотрите след от гирьки. Какой еще вывод вы можете сделать?

*(Ответ.* Давление на песок передавалось вниз, т.е. в ту же сторону, куда действовал вес гирьки.)

**Задание.** Проведите еще один опыт с коробочкой, например спичечной. На поверхность песка положите коробку со спичками. Заметьте, как она погрузилась в песок. Теперь на коробку поставьте гирьку; пронаблюдайте эффект. Положите коробку на песок другой гранью; сделайте вывод. О чем говорит этот опыт?

*(Ответ.* Давление, производимое на песок, зависит от действующей силы — величины положенного на него груза, а также от площади опоры.)

**Задание.** Рассчитайте давление на песок, производимое а) гирькой, масса которой известна; б) спичечной коробкой с поставленной на нее гирькой. Сравните полученные данные. Сделайте вывод.

## К вопросу "Агрегатные превращения"

◆ **Задание (на дом).** Как в домашних условиях песок превратить в камень и этим камнем забить гвоздь? Выскажите свою идею и осуществите это превращение.

*(Ответ.* Песок нужно сильно увлажнить, а потом заморозить.)

## К теме "Звук"

◆ **Задание.** На газету насыпьте небольшой горкой сухой песок и начните катать по нему цилиндрическую тяжелую гирьку. Что вы слышите? Почему?

*(Ответ.* Песок поскрипывает. Песчинки имеют неправильную форму, и при трении гирьки о шероховатую поверхность возникает звук; кроме того, под действием приложенной силы некоторые из них разрушаются, тоже издавая звук.)

## К вопросу "Капиллярные явления"

◆ **Задание.** На газету насыпьте небольшую горку сухого песка, а у ее основания налейте немного воды. Пронаблюдайте, что произойдет. Объясните эффект.

*(Ответ.* Через некоторое время весь песок окажется сырым. Песчинки имеют неправильную форму и между ними есть небольшие промежутки, которые образуют капилляры. По капиллярам вода и поднимается.)

## Демонстрационные опыты

### К вопросам "Трение", "Плавание тел"

◆ В небольшой деревянный ящик насыпаю сухой песок. На поверхность песка кладу свинцовые шарики и металлические бруски, а в глубину закапываю легкие предметы — шахматные фигурки, бруски из пенопласта. Ящик ставлю на две подставки и начинаю по его дну интенсивно с разными интервалами постукивать молоточком, заставляя ящик вибрировать. Предлагаю пронаблюдать, что произойдет, и объяснить увиденное.

*(Ответ.* Возникают странные явления: лежащие на поверхности тяжелые металлические предметы быстро тонут в песке, а на смену им из песка выплывают, выскакивают легкие. Песок ведет себя, как вода: тяжелые предметы тонут в нем, легкие — всплывают. Причина такова: при вибрации сила трения между частицами рыхлого песка сильно уменьшается. При определенной частоте постукиваний, которая подбирается экспериментально, сила трения становится настолько малой, что грунт начинает вести себя, как жидкость.)

### К вопросу "Атмосферное давление"

◆ Для опыта я использую заранее изготовленное устройство: в дне металлической консервной банки пробиваю отверстие, куда вставляю металлическую трубочку диаметром 3–4 мм; место соединения тщательно пропаиваю.

Перевернув банку вверх дном, ставлю ее на предварительно сильно увлажненный песок (он имитирует болотистую почву) и соединяю трубочку с насосом Камовского. Начинаю быстро откачивать воздух. Наблюдаем эффект (банка углубляется в песок). Задаю вопрос: "Почему происходит то, что мы сейчас видели?"

*(Ответ.* За счет большого давления снаружи — атмосферного, и малого — внутри банки.)

### К вопросу "Электризация тел"

◆ Беру пластмассовую воронку и укрепляю ее в лапке штатива над электрометром с шаром. Начинаю сыпать на стенки воронки чистый, сухой речной песок, который скатывается по ней в шар электрометра. Прошу наблюдать за происходящим и объяснить его.

*(Ответ.* Стрелка электрометра отклоняется. Песчинки при движении по пластмассовым стенкам воронки, благодаря трению, электризуются — приобретают заряд, который затем, при попадании в

электрометр, передается ему. Если воронка подвешена очень близко к прибору, то ее заряд противоположного знака может оказать влияние на заряд электрометра.)

## Индивидуализация работы учащихся

Учить учиться. Эта проблема — одна из актуальных для школьного образования. Ведь важно не только вооружить учеников знаниями для жизни в быстро меняющемся, динамичном мире, но и дать им способы овладения новыми знаниями. Однако последнее не возникает само собой, оно — следствие дополнительных педагогических усилий, серьезной работы как учеников, так и моей. Понимая это, я сосредотачиваю на данной проблеме особое внимание и учу учиться. Я пришел к выводу: для достижения успеха нужно обязательно учитывать индивидуальные особенности и интересы учащихся, уровень их подготовки и будущую направленность жизненного пути. И одно из главных средств для реализации этого вывода — предоставление ученику возможности выбора работы. В связи с этим приходится создавать многовариантные задания, основа которых — базовые знания, нужные всем.

Поясню свою мысль примерами.

◆ В IX классе изучаем вопрос "Вес тела, движущегося с ускорением". Вместе с учениками рассматриваем простейший случай: перемещение по вертикали, ускорение тела  $\vec{a}$  направлено в ту же сторону, что и ускорение свободного падения  $\vec{g}$ .

Выбираем наиболее удобную систему координат, состоящую из одной оси  $Y$ , расположенной вертикально и направленной в ту же сторону, что ускорение  $a$ . Методом беседы анализируем ситуацию. В результате на доске появляются чертеж (рис. 34. I) и шаг за шагом — запись, выражающая ход рассуждений.

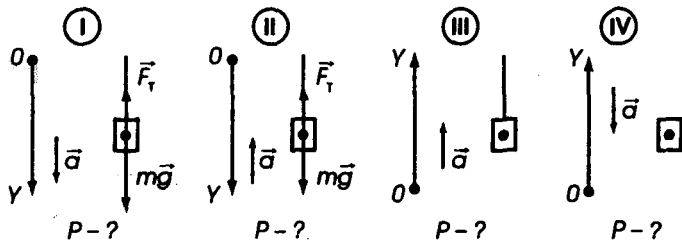


Рис. 34.

1.  $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ .
2.  $\vec{F}_T + m\vec{g} = m\vec{a}$ , где  $F_T$  — сила тяги (например, пружины динамометра).

3.  $-F_T + mg = ma$  — в проекциях на ось  $Y$  или

$$F_T = mg - ma.$$

4.  $|\vec{P}| = |\vec{F}_T|$ , где  $\vec{P}$  — вес тела.

5.  $|P| = m(g - a)$ .

6. **Вывод:** вес движущегося тела, направление ускорения которого совпадает с направлением  $\vec{g}$ , а  $a < g$ , меньше веса покоящегося тела.

Далее говорю: “Обратите внимание: ускорение свободного падения  $\vec{g}$  направлено вниз, ускорение движения  $\vec{a}$  тоже вниз. А что произойдет, если ускорение будет направлено вверх (рис. 34. II)?” Приглашаю к доске ученика-отличника и он, проводя вслух рассуждения, решает эту задачу и выполняет запись:

1.  $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ .

2.  $\vec{F}_T + m\vec{g} = m\vec{a}$ .

3.  $(Y) -F_T + mg = -ma$  или  $F_T = mg + ma$ .

4.  $|\vec{P}| = |\vec{F}_T|$ .

5.  $P = m(g + a)$ .

6. **Вывод:** вес движущегося тела, направление ускорения которого противоположно направлению ускорения свободного падения, больше веса покоящегося тела.

Выясняем, что будет, если ускорение  $a$  тела станет равно по величине ускорению свободного падения  $g$ .

Подчеркиваю: знание и понимание этих двух случаев, разобранных в классе, нужно всем, кто хочет иметь отметку “3”.

Если ученику нужна более высокая оценка или если он хочет развивать свою самостоятельность, он должен решить сам похожие задачи, условия которых заданы рис. 34, III и IV. Так он будет учиться переносить свои знания в новые условия и применять их. При этом он знает, что при контрольном опросе ситуацию (направления координат и ускорения) я предложу любую.

◆ При изучении движения по окружности решаем все вместе такую задачу:

Самолет описывает окружность в вертикальной плоскости радиусом 400 м. Как соотносятся вес летчика и сила тяжести,

если скорость самолета 100 м/с?  
Рассмотреть случаи I–IV, показанные на рис. 35.

Совместными усилиями разбираем случай I и делаем на доске чертеж с силами; остальные случаи желающие повышенной оценки анализируют самостоятельно.

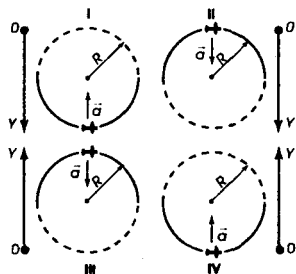


Рис. 35.

◆ При рассмотрении движения по окружности предлагаю и такую задачу:

Мальчик, масса которого 30 кг, съезжает на санках с горки. Определить его вес для случаев I–IV, показанных на рис. 36. (На чертеже требуется изобразить все действующие на мальчика силы.)

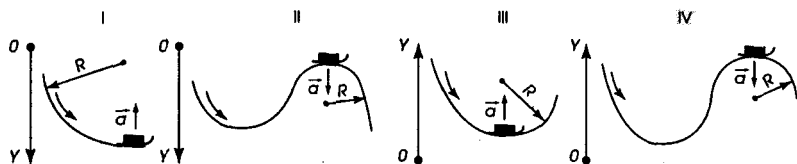


Рис. 36.

◆ Аналогичный прием использую при рассмотрении динамики движения тела по наклонной плоскости (по-разному направляю оси системы координат; рис. 37) и динамики движения связанных тел, у которых связующая нить перекинута через неподвижный блок.

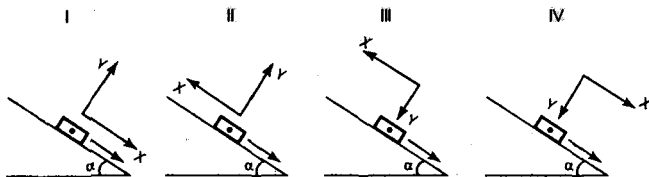


Рис. 37.

Манипулированию с осями координат начинаю учить буквально с первых уроков IX класса, и это дает свои результаты: ученики при-

лично ориентируются и в материале, и в ситуациях, развивается вариативность мышления.

◆ При изучении **электрических цепей** применяю такой прием индивидуализации работы: составляю три вида заданий:

I — собрать цепь по ее словесному описанию и из заданных приборов, рассказать, как она работает, нарисовать схему и продемонстрировать ее действие (сложное задание);

II — собрать цепь по данной схеме из предоставленных приборов и рассказать, как она работает (средняя сложность);

III — собрать простейшую цепь из данных приборов и включить ее (простое задание).

Каждый вид задания делаю в нескольких вариантах. Ученик может выбрать себе работу по силам, выполнять несколько разнотипных заданий, ряд однотипных. Заранее объявляю критерий оценок: выполнение заданий вида I — “5”, вида II — “4”, вида III — “3”.

◆ При организации **лабораторных работ** индивидуализацию ввожу так: тоже даю задания трех видов:

выполнить работу самостоятельно, ответить на дополнительные вопросы, вычислить погрешность (оценка “5”);

выполнить работу по краткому описанию, ответить на дополнительные вопросы, получить ответ с точностью до 0,01 (оценка “4”);

выполнить работу по подробной инструкции (оценка “3”).

Если подобную работу проводить целенаправленно и ежедневно, то на уроках никто не будет скучать: всем некогда, у всех есть дело, притом дело посильное. Свобода выбора нравится ребятам; она стимулирует сильных, не дает пасть духом слабым. Каждый может реально оценить свои возможности и интеллектуально расти.

◆ На **самостоятельных и контрольных работах** каждому даю “свою” задачу (например, меняю направления осей, числовые значения, сюжет, кому-то даю более сложные задачи, кому-то — легкие, стандартные), что полностью исключает списывание и слепое заучивание. Так у меня появляется еще одна возможность учитывать индивидуальные различия учеников.

## Эстафетный метод решения

### "Многовопросных" задач

Часто на своих уроках провожу решение задач методом эстафеты. Суть его такова: класс разбиваю на команды по рядам (первый ряд — первая команда, второй — вторая, третий — третья). Каждая должна как можно быстрее решить задачу, содержание которой заранее записываю на доске. Та команда, которая быстрее справится с заданием, причем сделает его правильно, получает приз — всем пятерки в журнал.

На доске записываю текст условия и перечень заданий, которые нужно выполнить; их обычно 5–7. Перед стартом даю ученикам 1 мин на совещание: чтобы они договорились, какая парта какое задание будет делать; вручаю каждой команде чистый лист бумаги (называю его маршрутным листом). Разъясняю правила:

- ◆ все задания должны быть выполнены на одном листе;
- ◆ поэтому, не дожидаясь его прибытия на парту, ученики работают в своих тетрадях или на черновиках, выполняя свое задание;
- ◆ в поступивший маршрутный лист вписывают чистовой вариант решения своей части: выкладки, их обоснование и расчеты;
- ◆ все делается в порядке следования заданий (записи на доске);
- ◆ ответы нужно подчеркнуть (для быстроты проверки);
- ◆ ученики с последующих парт могут исправлять неточности в верхней части маршрутного листа, если их обнаружат;
- ◆ решение (каждое) должно быть написано четко и аккуратно, отдельной строкой.

После этого разъяснения звучит сигнал, и эстафета начинается.

Приведу примеры таких задач.

#### **Вариант 1**

**Х класс. Тема "Электрические цепи"**

Десять параллельно соединенных ламп сопротивлением по 0,5 кОм, рассчитанных каждая на напряжение 120 В, питаются от сети напряжением 220 В через реостат.

**Нужно**

1. Начертить схему цепи.
2. Рассчитать общее сопротивление ламп.
3. Определить напряжение на реостате.
4. Узнать силу тока в общей цепи.
5. Рассчитать мощность тока, потребляемую реостатом.

Ученики, посоветовавшись, решили: первый пункт задачи — выполняет первая пара, второй — вторая, третий — четвертая, четвертый — пятая, пятый — третья.

На одном маршрутном листе появились такие записи:

1. Схема цепи — рис. 38.

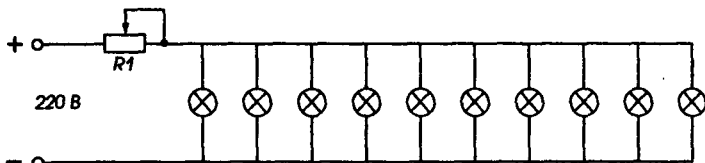


Рис. 38.

2. Общее сопротивление ламп.

$$\frac{1}{R_{\text{общ.}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} + \frac{1}{R_8} + \frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_{10}}.$$

Так как сопротивление всех ламп одинаково и равно  $R$ , то

$$\frac{1}{R_{\text{общ.}}} = \frac{10}{R} \rightarrow R_{\text{общ.}} = \frac{R}{10}; R_{\text{общ.}} = \frac{500 \text{ Ом}}{10} = 50 \text{ Ом}.$$

Ответ.  $R_{\text{общ.}} = 50 \text{ Ом}$ .

3. Напряжение на реостате. Так как реостат соединен последовательно с блоком ламп, то

$$U_{\text{общ.}} = U_1 + U_2,$$

где  $U_1$  — напряжение на реостате,  $U_2$  — напряжение на лампах. Отсюда  $U_1 = U_{\text{общ.}} - U_2$ ;  $U_1 = 220 \text{ В} - 120 \text{ В} = 100 \text{ В}$ .

Ответ.  $U_p = 100 \text{ В}$ .

4. Сила тока в общей цепи. Так как реостат и лампы соединены последовательно, то  $I_{\text{общ.}} = I_p = I_{\lambda}$

Рассчитаем силу тока, проходящего через все лампы. По закону Ома:

$$I = \frac{U}{R}; I_{\lambda} = \frac{120 \text{ В}}{50 \text{ Ом}} = 2,4 \text{ А}.$$

Ответ.  $I = 2,4 \text{ А}$ .

5. Мощность, потребляемая реостатом.

$$P = I \cdot U, \text{ или } P_p = I \cdot U, P_p = I(U_{\text{общ.}} - U_{\lambda}).$$

Так как соединение реостата и ламп последовательное, то

$$P_p = 2,4 \text{ А} \cdot (220 \text{ В} - 120 \text{ В}) = 240 \text{ Вт}.$$

Ответ.  $P_p = 240 \text{ Вт}$ .



Так как все команды получили одинаковую задачу, то проверку решения можно провести на доске и решение обсудить, прокомментировать.

Решение эстафетным методом позволяет снять психологическую нагрузку со слабых учеников: решать с соседом спокойнее, быстрее, да и посоветоваться можно; кроме того, можно выбрать задание по своим силам. Этот прием формирует и чувство ответственности; в голове у каждого бьется мысль — как бы не подвести команду, и это заставляет все делать четко, быстро и аккуратно.

Под эстафетную задачу легко подстроить практически любую задачу по физике, лишь бы она позволяла определять несколько величин.

### Вариант 2

Это более сложный вид эстафетного метода решения задач. Использую его на уроках повторения в сильных классах, а также на факультативных занятиях, занятиях кружка. Данный вариант похож на предыдущий: те же команды, те же маршрутные листы, но задача комплексная и задания составлены так, что каждое следующее вытекает из предыдущего. Поэтому последовательность решения тоже нельзя нарушать: если ошибается один участник команды, то остальные должны переделывать решение. В связи с этим перед проведением эстафеты сам я распределяю задания среди учеников или ребят пересаживаю. Вот как строится такое задание; поясню на примере.

**VII класс. Темы "Измерение физических величин", "Плотность", "Давление"**

**Даны:** линейка и брусок прямоугольной формы.

**Нужно**

1. Определить площадь большой грани бруска.
2. Зная площадь большой грани бруска, рассчитать его объем.
3. Зная объем бруска, найти его массу.
4. Зная массу бруска и площадь большой грани, вычислить давление, которое оказывает брусок на стол.
5. Зная площадь большой грани и объем бруска, рассчитать его высоту. Проверить правильность своего расчета измерением.

[Можно включить в задачу еще 2 дополнительных задания — 6 и 7, вытекающих из пунктов 2 и 3.]

6. Зная площадь большой грани бруска, определить площадь поверхности стола, за которым вы сидите.
7. Зная объем бруска, рассчитать, сколько брусков содержится в  $1 \text{ м}^3$ .

После того как парта закончила выполнение своего задания и передала эстафету — маршрутный лист, ученики имеют право проверить правильность своих действий у другой команды, если та тоже передала эстафету дальше. Например, ученик первой команды, увидев, что и вторая команда отправила свой маршрутный лист, подходит к ученику этой команды и проверяет, как тот вычислял, какой формулой пользовался, сколько получил (по решению на черновике). Если найдена ошибка, то команде, обнаружившей ее, дается поощрительный приз: 1 дополнительная минута для работы или одно очко; у команды, допустившей ошибку, они вычитаются. Команду, набравшую наименьшее число штрафных очков и закончившую эстафету с лучшим временем, поощряю.

◆ Вот еще 2 задачи для организации подобной эстафеты.

#### **VIII класс. Тема "Сила тока, напряжение, сопротивление"**

**Даны:** электрическая лампочка для карманного фонарика.

**Нужно**

1. Определить силу тока, на которую она рассчитана.
2. Узнать напряжение, на которое можно включать лампочку.
3. Вычислить мощность, потребляемую лампочкой.
4. Вычислить энергию, потребляемую лампочкой за 1 мин.
5. Рассчитать, на сколько градусов повысится температура капли воды массой 0,5 г, если вся энергия тока, проходящего через лампочку за 1 мин, пойдет на нагревание капли.

#### *Дополнительные задания*

1. Рассчитать, какое добавочное сопротивление необходимо соединить последовательно с лампочкой, чтобы ее можно было включить в сеть напряжением 220 В.
2. Сколько таких лампочек нужно для новогодней елочной гирлянды, которая будет включена в сеть на 220 В?

#### **IX класс. Темы "Математический маятник", "Кинематика", "Измерения"**

**Даны:** шарик на длинной нити, секундомер, шарик на короткой нити.

**Нужно**

1. Определить длину нити.
2. Зная длину нити, рассчитать время вертикального падения шарика со стола.

3. Зная время падения шарика со стола, определить скорость, которую он приобрел в момент удара о пол.

*Дополнительные задания*

1. Зная длину нити, найти площадь стола.

2. Зная длину нити, определить период колебания второго шарика на нити.

## Сказки с физическими вопросами

На уроках в конце темы и во внеклассной работе с учениками VII–VIII классов я использую сказки с физическими вопросами. Сказки читаю обычно сам. Ребята с удовольствием их слушают и стараются отвечать на содержащиеся в них вопросы. А прослушав сказку до конца, просят почитать еще. Сказки беру известные и наполняю их физическим содержанием; стараюсь включать такие вопросы, которые бы побуждали учеников логически мыслить и применять свои знания к сказочной ситуации. В одних случаях вопросы касаются только одного материала (например, давления), но чаще — нескольких, входящих в пройденную тему.

Чтобы вызвать эмоциональный подъем, я перед чтениемставляю на свой стол картинку-заставку (например, рис. 39), а сам рассказ сопровождаю показом самодельных рисованных листов-иллюстраций с текстами (см. рис. 40 и 41).

Иногда даю такое домашнее задание: сочинить сказку, включив в нее физические вопросы. Лучшие сказки мы помещаем в физическую стенную газету; лучшим авторам обычно даю призы.

Приведу в качестве примера две такие сказки.

Сказка  
с физическими вопросами

«Три сестры»



Рис. 39.

## Хитроумный Иван

Захотел Иван жениться на красавице-царевне. Он знал, что многие сватались к ней, но никто не мог выполнить необходимого условия: решить задачи, которые она задавала каждому жениху. А всех, кто не справлялся с задачами, выгоняли из царства вон. Иван решился и пришел к царевне.

Красавица говорит: “Вот тебе первая задача: сделай так, чтобы то, что тебя окружает, но невидимо, стало видимым”.

“Это — пара пустяков, — отвечает Иван. — Дай-ка зеркальце, я сделаю так... а ты посмотри в него”. *Что сделал Иван и что могла увидеть царевна?*

Удивилась царевна и молвит: “Хорошо ты справился с первой задачей, посмотрю, что будет со второй. Вот тебе кувшин с водой. Сделай так, чтобы через 5 мин вода испарилась”.

“Нет ничего проще, — ответил Иван. — Это часто практикуют слуги в вашем дворце”. *Что имел в виду Иван?*

Царевна продолжает: “Вот тебе третья задача-вопрос: что на свете самое легкое, а давит сильно?”

Подумал Иван и говорит: “Уж не то ли это, с чем 8 пар лошадей справиться не могут?”

“Как раз это”, — отвечала царевна.

*Что было предметом разговора Ивана с царевной?*

Приздумалась царевна и задает свою четвертую задачу-вопрос. “Вот тебе две пуговицы, — молвила она, — одна деревянная, другая кожаная, но с виду они совершенно одинаковые. Ну-ка, добрый молодец, скажи: какая из них деревянная, но помни, пуговицу ломать нельзя”.

“Задача твоя чрезвычайно проста, — сказал улыбаясь Иван. — Нужно поступить так ... Кстати, путь ее решения мне подсказал давний-предавний знакомый-ученый”.

*Как Иван отличил пуговицы? О каком ученом шла речь?*

Видит царевна, что все Иван знает, и решила задать ему свой последний, самый трудный вопрос: “Мои ювелиры утверждают, что они могут отличить алмазное украшение от стеклянного, даже не прикасаясь к нему. Как они это делают?”

Подумал-подумал Иван и говорит: “Прекрасная царевна, решение этой задачи похоже на решение первой”.

*Как отличить стеклянную подделку украшения от настоящего алмазного?*

“Умен ты и образован, добрый молодец! Видно, судьба выйти мне за тебя замуж”, — молвила напоследок царевна.

### Ответы

1. Иван подышал на холодное зеркальце, и царевна увидела дотоле невидимые капельки воды, находившиеся в окружающем воздухе; они сконденсировались на стекле.

2. Иван предложил разлить воду по поверхности пола; подобные действия совершают слуги, моя пол.

3. Воздух, окружающий Землю, атмосферное давление.

4. Пуговяцы бросил в воду: деревянная осталась на ее поверхности, костяная утонула; об Архимеде.

5. Подышать на оба изделия одновременно, предварительно их немного охладив. Теплопроводность у алмаза очень большая, поэтому теплый воздух дыхания быстро прогреет алмаз; теплопроводность стекла много меньше, поэтому стекло будет долго оставаться холодным; вследствие этого водяной пар, содержащийся в воздухе, сконденсируется на нем в капельки воды — стеклянное изделие запотеет.

### Мудрый старик

У одного джигита был старый-престарый отец. Сын очень любил его и уважал за знания (рис. 40). Джигит каждый день, как только закончит свои дела, заходил к отцу, и отец спрашивал: “Что на свете нового, сынок?” И сын ему охотно рассказывал все, что видел и слышал.

Однажды приходит сын к отцу и говорит: “Видел я, как наш властелин — злой падишах — со своими визирями спустился к реке. На дне реки увидели они жемчужину: блестит она, переливается, манит (рис. 41). Но сколько ее под водой ни искали, найти не смогли. На дне ее нет, а как с берега посмотришь — все на том же месте блестит. Никто не может понять, в чем дело. Уж на что визири ученые, и те руками разводят”. Только два вопроса задал старик сыну, чтобы убедиться: жемчужина действительно существует. *Какие это вопросы?*

На другой день падишах со своей свитой опять пришел к реке. Снова стали слуги нырять за жемчужиной, однако найти не смогли. Тогда джигит подошел к падишаху и с поклоном сказал, где найти жемчужину. Слуги мигом выполнили совет и нашли драгоценность. Падишах только диву дался. Спрашивает у джигита: “Кто тебя надушил?” “Сам догадался”, — отвечал тот. Падишах стал ругать своих визирей, что сами не догадались так поступить.

Разозлились визири на джигита за то, что умом их превзошел. Решили они его погубить. Приходят к падишаху и говорят: “Хвастался

У одного джигита был старый-престарый отец. Сын очень любил его и уважал за знания.



Рис. 40.

Однажды приходит сын к отцу и говорит: «Видел я, как падишах со своими визирями спустился к реке. На дне увидели они жемчужину...



Рис. 41.

он, что все на свете знает. Пусть решит наши задачи, а не справится с ними — быть беде!»

“Быть по-вашему”, — отвечает падишах и велит позвать джигита.

Приходит джигит. Визирь дают ему два кувшина — с живой и мертвой водой. Живая вода — вода из горной речки, а мертвая — из той же речки, но кипяченая. И предлагают определить: в каком кувшине — живая вода, а в каком — неживая. Дали джигиту день на раздумья.

Джигит задумался и пошел к отцу, рассказал о задаче визирей. “Отличить очень просто”, — сказал отец. И добавил, что нужно сделать. *Что именно?*

Повеселел юноша. На другой день он приходит во дворец к падишаху и легко определяет, в каком кувшине какая вода. Видят визирь: решил джигит задачу. Еще большей злобой налились их глаза.

“Тогда различь два прозрачных камушка, — говорят они. — Один алмазный, а другой — стеклянный, но сделан как алмаз”. И снова дали день на размышления. Джигит пошел опять к отцу и все рассказал ему”. И эта задача чрезвычайно проста”, — отвечал

отец. И подсказал, как отличить камушки. *Что сказал мудрый старец?*

В назначенный час пришел джигит к падишаху и говорит: “Отличить камушки могу даже с завязанными глазами”. И проделал процедуру. Изумились визири: сколько лет прожили на свете, а такого не знали! Пуще прежнего разозлил их джигит.

“Видим: воду ты отличаешь, камни тоже, тогда отличи воздух. Вот тебе две запаянные банки: в одной находится воздух, а из другой его выкачали. В какой банке воздуха нет?”

Снова дали джигиту день подумать. Опять пошел он к отцу и рассказал о новой задаче. “Для решения ее требуется аккуратность и наблюдательность, — сказал отец. — Уверен, что ты справишься с ней”. И подсказал, как ее решить. *Как?*

Утром приходит джигит к падишаху и показывает: из какой банки воздух выкачан. Замолчали визири, подобрел падишах.

“Будешь главным моим визирем, если к утру решишь последнюю задачу, — сказал падишах. — Завтра тебе дадут два полена из одного дерева. А ты определи: какое из них отпилено от нижней части дерева, а какое — от верхней? А сейчас иди и думай”.

Опустил голову юноша и поплелся вновь к отцу. “Не горюй, сынок: задача легкая. Поступи так...”. *Как?*

На другой день пришел джигит к падишаху. Ставят перед ним два одинаковых полена, оба саженой длины, оба гладко отесанные, с виду не отличишь. Джигит определил, которое из них было отпилено от вершины дерева, а какое — вблизи корня.

Удивился еще раз падишах находчивости и уму джигита и молвил: “Отныне ты — мой главный визирь!”.

“Нет, — говорит джигит, — не рожден я быть визирем. И действовал я по мудрым советам отца”. “Будь по-твоему, — согласился падишах. — Но за смекалку я хочу щедро наградить тебя. Ты возьмешь из моей казны столько золота, сколько весит бык, пасущийся на лугу у озера. Ступай, определи массу быка и приходи за золотом. Только помни: к быку подходить нельзя, уж очень он боится”.

Обрадовался и одновременно опечалился джигит. Поплелся к отцу.

“Решить задачу — пара пустяков”, — весело сказал старик. И рассказал, как это сделать. *Как определить массу быка, не подходить к нему?*

Пошел джигит к падишаху и рассказал, как найти массу быка. Выслушал ответ падишах, надолго задумался и изрек: “Молодость

хороша силой, а старость — мудростью. Не прожить, видимо, на свете без стариков. Бери свою награду, а я издаю приказ об уважении стариков”.

#### Ответы

1. *Вопросы старика:* Есть ли на берегу дерево? Нет ли на том дереве гнезда птицы? *Ответ:* жемчужина находится в гнезде, в реке видно ее отражение.

2. Отличить кипяченую воду от некипяченой можно так: налить равное количество разной воды в два одинаковые сосуда, сосуды поставить на огонь и нагревать. В том сосуде, где вода закипит раньше, находится вода некипяченая.

3. Чтобы различить камушки, нужно попробовать нанести царапины на их поверхности. На алмазном следа не останется, так как он более твердый.

4. Чтобы узнать, в какой банке нет воздуха, нужно к одним торцам обеих банок прикрепить одинаковые кусочки воска, а противоположные торцы одновременно нагревать от одного источника тепла. Воск, прикрепленный к банке с воздухом, начнет плавиться раньше; тепло к нему будет поступать благодаря теплопроводности стенок и конвективным потокам воздуха, находящегося внутри банки. В вакуумной же банке нагрев воздуха будет происходить медленнее: только за счет теплопроводности стенок.

5. Различить древесину можно так: та, что расположена была ближе к земле, должна быть более плотной, чем удаленная от корня. Поэтому поленья надо опустить в воду; то, которое погрузится глубже, отпилено от нижней части ствола.

6. Нужно загнать быка на небольшой плот, плавающий в озере, и заметить уровень погружения плота в воду. Затем согнать быка на землю, а плот нагрузить камнями так, чтобы он осел до сделанной мысленно отметки. Камни снять и взвесить; их масса равна массе быка.

## Физика и поэзия, или

### Лирические вкрапления в урок

Стихи на уроках использую часто. Они могут быть эпиграфом, сопровождать постановку очередного вопроса, призывать к беседе лириков и физиков, в ходе которой ученики обычно приходят к выводу: как точно подметил поэт какое-то физическое явление. Стихи



ребята слушают внимательно, особенно те из них, кто обладает “поэтической душой”. Я заметил: физический вопрос, заданный через поэтический отрывок, почти всегда побуждает к мышлению, а это так важно!

Вот классический вопрос из учебника физики: “Почему снег белый?” Согласитесь: слишком сухо и скучно, никакой дополнительной информации! А я задаю этот вопрос после следующего четырехстишия, принадлежащего китайскому поэту Лю Дабао:

Яркий снег слепит глаза людей,  
Белый снег, он серебра белей,  
Он своей поспорит белизной  
С мягкой ватой, с рисовой мукой<sup>1</sup>.

И обсуждение идет значительно лучше.

Представлю вам небольшую часть составленной мною стихотворной подборки, предназначенной для уроков физики, которая охватывает разные разделы курса.

## Механика

◆ В вводную беседу к курсу VII класса включаю такие слова А.С.Пушкина:

О, сколько нам открытий чудных  
Готовят просвещенья дух  
И опыт, сын ошибок трудных,  
И гений, парадоксов друг,  
И случай, бог изобретатель.

А потом даю их комментарий.

◆ Изучая с ребятами сложение сил, читаю им басню И.А.Крылова “Лебедь, Щука и Рак”:

Однажды Лебедь, Рак да Щука  
Везти с поклажей воз взялись,  
И вместе трое все в него впряглись;  
Из кожи лезут вон, а возу все нет ходу!  
Поклажа бы для них казалась и легка:

<sup>1</sup> Этот и большинство других приводимых стихотворных фрагментов взяты из кн.: Тарасов Л.В. Физика в природе. — М.: Просвещение, 1988.

Да Лебедь рвется в облака,  
Рак пятится назад, а Щука тянет в воду.  
Кто виноват из них, кто прав, — судить не нам;  
Да только воз и ныне там.

Прошу сделать чертеж для описанной здесь ситуации и проанализировать описанный случай (и его варианты) с физической точки зрения. Получается интересная беседа.

◆ Проходим равновесие тел, и я привожу отрывок из стихотворения С.Я.Маршака “Ванька — Встанька”:

... У Ваньки, у Встаньки — несчастные няньки:  
Начнут они Ваньку укладывать спать,  
А Ванька не хочет — приляжет и вскочит,  
Уляжется снова и встанет опять...  
Лечил его доктор из детской больницы.  
Больному сказал он такие слова:  
— Тебе, дорогой, потому не ложится,  
Что слишком легка у тебя голова!

Затем говорю: “На уроках физики вы узнали, что такое центр тяжести и каковы условия равновесия тел. Используя эти знания, объясните устройство игрушки и секрет поведения Ваньки-Встаньки”.

◆ Когда проходим вопрос “Движение жидкости и газа”, даю сильным ученикам задание: проанализировать с точки зрения физики увиденную великим А.С.Пушкиным картину природы:

Буря мглою небо кроет,  
Вихри снежные крутя;  
То, как зверь, она завоет,  
То заплачет, как дитя,  
То по кровле обветшалай  
Вдрут соломой зашумит,  
То, как путник запоздалый,  
К нам в окошко застучит.

Предлагаю, в частности, ответить на вопросы: “Каким является движение вихря?”, “Почему снежный вихрь крутится?”, “Почему при этом воет, плачет, шумит, стучит?”

## Тепловые явления

◆ Рассмотрение процессов кипения, парообразования и конденсации пара завершаю стихами Леонида Мартынова “Вода”:

Ей не хватало  
Ила, тала  
И горечи цветущих лоз.  
Ей  
Водорослей не хватало  
И рыбы, жирной от стрекоз.  
Ей  
Не хватало быть волнистой,  
Ей не хватало течь везде.  
Ей жизни не хватало —  
Чистой,  
Дистиллированной  
Воде!

В ходе беседы выясняем физическую подоплеку строк, а именно: как образуется дистиллированная вода, почему в ней нет всего того, что необходимо для жизни растительного и животного мира, почему у нее нет вкуса. А заодно решаем, насколько верны слова

“Ей не хватало быть волнистой,  
Ей не хватало течь везде...”.

◆ Вопрос об отвердевании кристаллических тел хорошо иллюстрируют следующие слова И.В.Гете:

Глянем поглубже в расселины скал:  
Тихо в кристаллах растет минерал.

◆ Прочтя поэтические строки японского поэта Басе

С треском лопнул кувшин;  
Ночью вода в нем замерзла,  
Я пробудился вдруг ...,

я задаю вопрос: почему случилась авария с кувшином?

◆ На уроке, посвященном *агрегатным превращениям или влажности*, читаю строки И.А.Бунина:

Бледнеет ночь ... Туманов пелена  
В лощинах и лугах становится белее,  
Звучнее лес, безжизненной луна  
И серебро росы на стеклах холоднее.

Потом предлагаю вопросы: что такое туман? Как и при каких условиях образуется он? Что представляет собой роса? Каковы условия ее появления? Почему она блестит, как серебро?

### Электричество

◆ **Вопрос об электрическом токе в газах** иллюстрирую отрывком из стихотворения Н.Гумилева “Капитаны”:

Там волны с блесками и всплесками  
Непрекращаемого танца,  
И там летит скачками резкими  
Корабль Летучего Голландца.  
Ни риф, ни мель ему не встретятся,  
Но, знак печали и несчастий,  
Огни святого Эльма светятся,  
Усеяв борт его и снасти.

◆ **Рассмотрение вопроса о применении электрической энергии** начинаю стихами В.Я.Брюсова “Электрические светы”:

Мы — электрические светы  
Над шумной уличной толпой;  
Ей — наши рдяные приветы  
И ей — наш ответ голубой!  
Качаясь на стеблях высоких,  
Горя в предварьях синема,  
И искрясь из витрин глубоких,  
Мы — дрожь, мы — блеск, мы жизнь  
сама!

Прошу “перевести” с поэтического языка на язык научный (физический) те применения электричества, о которых говорит поэт, а потом добавить свои примеры.

◆ На уроке, посвященном магнитному полю, когда говорю о магнитном поле Земли, звучат два поэтических отрывка.

Первый — М.В.Ломоносова “О полярном сиянии”:

Что зыблет ясный ночью луч?  
Что тонкий пламень в твердь разит?  
Как молния без грозных туч  
Стремится от земли в зенит?  
Как может быть, чтоб мерзлый пар  
Среди зимы рождал пожар?

Второй, написанный почти спустя 200 лет, — М.А.Дудина:

Ах, как играет этот Север!  
Ах, как пылает надо мной  
Разнообразных радуг веер  
В его короне ледяной!  
Ему, наверно, по натуре  
Холодной страсти красота,  
Усилием магнитной бури  
Преображенная в цвета...

Прошу учащихся сказать, о каком физическом явлении в них идет речь, а потом проанализировать текст и определить, чем принципиально отличается первое описание от второго. (В первом устойчиво звучит вопрос “Какова причина явления?” — “Что зыблет ясный ночью луч? Что тонкий пламень в твердь разит?”; во втором уже есть указание на эту причину: “усилием магнитной бури преобразенная в цвета”.) Далее кратко излагаю современные воззрения на эту проблему.

## Оптика

◆ Когда говорю о **разложении белого света и спектрах**, “вплетаю” в свой рассказ поэтические строки Ф.И.Тютчева о радуге:

Как неожиданно и ярко  
На влажной неба синеве  
Воздушная воздвиглась арка  
В своем минутном торжестве!  
Один конец в леса вонзила,

Другим за облака ушла —  
Она полнеба обхватила  
И в высоте изнемогла.  
О, в этом радужном виденье  
Какая нега для очей!  
Оно дано нам на мгновенье,  
Лови его — лови скорей!  
Смотри — оно уж побледнело, —  
Еще минута, две — и что ж?  
Ушло, как то уйдет всецело,  
Чем ты и дышишь, и живешь.

После этого выясняем с ребятами физическое происхождение и суть этого явления.

◆ Перед рассмотрением **интерференции света** читаю отрывок из стихотворения С.Я.Маршака “Мыльные пузыри”:

Горит, как хвост павлиний,  
Каких цветов в нем нет!  
Лиловый, красный, синий,  
Зеленый, желтый цвет.  
Огнями на просторе  
Играет легкий шар.  
То в нем синеет море,  
То в нем горит пожар.  
В нем столько блеску было,  
Была такая спесь,  
А он — воды и мыла  
Раздувшаяся смесь.

Завершив чтение, задаю такие вопросы: “Почему мыльный пузырь — шар?”, “Чем можно объяснить возникновение этой удивительной яркой картины?” В ходе совместного обсуждения находим ответы, и далее я излагаю материал урока.

## Атомная физика

◆ На уроках “**Строение атома**” и “**Элементарные частицы**” обязательно цитирую отрывок из стихотворения В.Я.Брюсова: “Мир электрона”:

Быть может, эти электроны—  
Миры, где пять материков,  
Искусства, знания, войны, троны  
И память сорока веков!  
Еще, быть может, каждый атом —  
Вселенная, где сто планет;  
Там все, что здесь, в объеме сжатом,  
Но также то, чего здесь нет.

Обращаю внимание: когда было написано это произведение и на то, что поэт чувствует проблему непознанного микромира. Прошу привести строки, подтверждающие последнюю мысль. А затем рассказываю о сегодняшних научных представлениях об атоме и элементарных частицах.

### Научно-технический прогресс

◆ В урок о научно-техническом прогрессе и связанных с ним экологических проблемах естественно вписываются строки Н.А.Заболоцкого:

... Когда огромный мир противоречий  
Насытится бесплодной игрой, —  
Как бы прообраз боли человеческой  
Из бездны вод встает передо мной.  
И в этот час печальная природа  
Лежит вокруг, вздыхая тяжело,  
И не мила ей дикая свобода,  
Где от добра неотделимо зло.  
И снится ей блестящий вал турбины,  
И мерный звук разумного труда,  
И пенье труб, и зарево плотины,  
И налитые током провода.

Прошу привести строки, отражающие самочувствие природы после деятельности человека, связать слова “где от добра неотделимо зло” с развитием НТР и указать, к чему призывает автор технократов и поборников научно-технического прогресса.

# Содержание

Предисловие .....	3
-------------------	---

## 1. ОРИГИНАЛЬНЫЕ УРОКИ ФИЗИКИ

Урок-экскурсия "Физика на весенней тропе" .....	4
<i>(Темы "Тепловые явления", "Механика")</i>	

Урок конкретизации знаний "Физика за чашкой чая" .....	7
<i>(Тема "Тепловые явления")</i>	

### Уроки повторения и отработки знаний

Игра "Что? Где? Когда? Почему?" .....	13
<i>(Темы "Движение, силы, взаимодействие тел", "Электрические цепи")</i>	

"Блиц-турнир" .....	22
<i>(Тема "Механика": IX класс)</i>	

Урок решения задач — игра "Остров сокровищ" .....	25
<i>(Тема "Кинематика")</i>	

Уроки конструирования "Я — изобретаю!" .....	30
<i>(Тема "Измерительные приборы")</i>	

Урок перед каникулами: .....	39
Физическая игра "Поиск напитка бодрости"	
<i>(VII класс)</i>	

## 2. ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

Физические фокусы .....	43
-------------------------	----

Опыты с песком .....	54
----------------------	----

Индивидуализация работы учащихся .....	58
--	----

Эстафетный метод решения "многовопросных" задач .....	62
---	----

Сказки с физическими вопросами .....	66
--------------------------------------	----

Физика и поэзия, или Лирические вкрапления в урок .....	71
---	----



Учебное издание

**Виктор Иванович Елькин**  
**Оригинальные уроки физики**  
**и приемы обучения**

**Книга 2**

**Составитель и редактор Э.М.Браверман**

Корректор *О.М.Благова*  
Технический редактор *Г.Б.Андреева*  
Компьютерная верстка *Е.А.Макарова*

ИБ №268

ЛР № 020513 от 15.04.1997

Сдано в набор 08.02.2001. Подписано в печать 21.03.2001  
Формат 60×84 1/16. Усл. печ. л. 4,65. Печ. л. 5,0. Бумага офс.  
Печать офс. Доп. тираж 5000 экз. С 332. Заказ 3875.

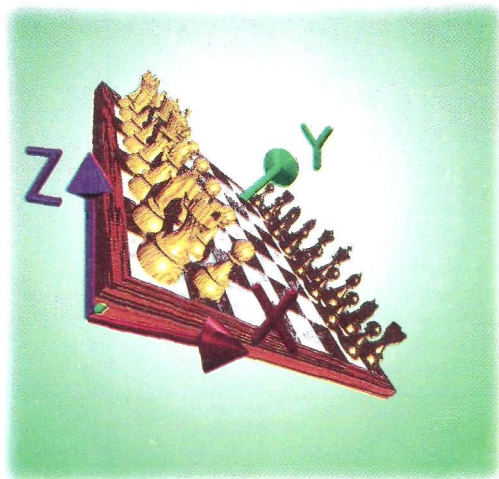
Издательство «Школа-Пресс»  
127254, Москва, ул. Руставели, д. 10, корп. 3  
Тел. (095) 219-5287. Факс (095) 219-5289

Отпечатано на ордена Трудового Красного Знамени  
ГУП Чеховский полиграфический комбинат  
Министерства РФ по делам печати,  
телерадиовещания и средств массовых коммуникаций  
142300, г. Чехов Московской области  
Тел. (272) 71-336. Факс (272) 62-536

КНИГА ПЕРВАЯ ЭТОГО ВЫПУСКА – **"НЕОБЫЧНЫЕ  
УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ФИЗИКЕ"**. В НЕЙ  
ПРЕДСТАВЛЕНЫ ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ –  
МИНИ-РАССКАЗЫ, НЕТРАДИЦИОННЫЕ ТЕСТЫ И  
ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ  
ВДУМЧИВОГО ВНЕКЛАССНОГО ЧТЕНИЯ.

**индекс:** 80234

ShkOlaPress



**Библио Глобус**

Москва, Мясницкая, 6  
<http://www.biblio-globus.ru>

Тел: 928-35-67  
924-46-80



ИЗДАТЕЛЬСТВО «БИБЛИО ГЛОБУС»  
Цена: 31.00 руб. 9785585272926