

ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ РСФСР

ПРИЛОЖЕНИЕ К ЖУРНАЛУ „ЮНЫЙ ТЕХНИК“

В. Б. ГРИНБЕРГ



ПРИМЕНЕНИЕ  
МАГНИТНЫХ  
ДЕРЖАТЕЛЕЙ  
В ОПЫТАХ  
ПО ФИЗИКЕ



15(321)

1970

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАЛЫШ»

## ДОРОГИЕ РЕБЯТА!

В этой брошюре вам будет рассказано о магнитных держателях, которые намного облегчат демонстрацию опытов по физике и другим предметам и увеличат их наглядность. Эти приспособления вполне доступно изготовить вашему школьному кружку физики. Предлагаемые магнитные держатели впервые применил и имеет на них авторское свидетельство учитель физики из г. Баку Вениамин Борисович Гринберг. Он и написал эту брошюру.

### ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНЫХ ДЕРЖАТЕЛЕЙ В ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ОПЫТАХ ПО ФИЗИКЕ

Магнитные держатели — хороший подарок физическому кабинету вашей школы. С их помощью учитель физики в процессе урока сумеет демонстрировать опыты не на столе, а на классной железной доске, в результате чего резко повысится наглядность этих опытов: ведь многие приборы на демонстрационном столе плохо видны из-за того, что лежат в горизонтальной плоскости на уровне глаз учащихся. К тому же демонстрация опытов при помощи магнитных держателей сокращает время установки приборов, упрощает ее. Здесь мы расскажем, как самостоятельно изготовить магнитные держатели, и опишем группу опытов по механике и теплоте, которые вам учитель с помощью этих держателей сумеет провести на уроках физики.

Прежде всего вы должны позаботиться о классной доске в физическом кабинете. Нужен железный лист размером  $120 \times 150$  см. Жесть непригодна, лист должен иметь толщину порядка 3 мм. Его можно приобрести через шефствующую организацию или через Металлосбыт, Металлолом. Лист укрепите рядом с классной доской, как ее продолжение, и окрасьте нитрокраской под цвет доски. На ней проводится обычная классная работа: решаются задачи, ведутся записи, вычерчиваются схемы и т. п. В нужный момент рядом с записями и чертежами можно собрать на магнитных держателях установку и производить опыт, конечно, если вам удастся всю классную доску сделать железной — это гораздо лучше (рис. 1). Размер  $120 \times 150$  см, приведенный выше, — это наименьший желательный размер.

Перейдем теперь к устройству магнитных держателей. Основная часть любого держателя — магнит. Наиболее подходящий — магнит кольцевой формы (рис. 2). Его полюсами являются верхний торец NN и нижний SS, так что поток силовых линий (рис. 2, 2)<sup>1</sup> исходит из одного торца и входит в другой.

Очевидно, магниты вы изготовить не сумеете. Их можно купить в магазинах изделий Главучтехпрома, но, к сожалению, они малы и слабосильны, поэтому пригодны лишь в ограниченной степени (см. описание ниже). Найти нужные магниты можно в старых динамиках типа 1—ГД—6 и в других давно вышедших из употребления приемниках сороковых, пятидесятых и начала шестидесятых годов. Всего для физического кабинета хорошо иметь 15 таких магнитов<sup>2</sup>.

### КРЫШКОВЫЕ КОЛЬЦЕВЫЕ ДЕРЖАТЕЛИ

Имея магнит, изготовьте к нему из мягкой стали крышку с керном, согласно рисункам 2, 3 и 2, 4. Если вы используете магнит из динамика 1—ГД—6, то там же имеется готовая крышка с керном, только последний надо укоротить до высоты  $h$ , ни в коем случае короче. Клеем БФ-2 крышку приклейте к торцу магнита керном внутрь. Если в одном торце магнита отверстие меньше, чем в другом, то крышку приклейте к первому (рис. 2, 1). Отверстие (рис. 2, 5) (M—6) служит для ввинчивания сюда шпильки с клеммой, различных стержней или других деталей, к которым затем будут крепиться демонстрируемые приборы. Держатель готов. В школьном кабинете вполне достаточно иметь 8 таких держателей.

### КАК РАБОТАЕТ ДЕРЖАТЕЛЬ

У открытого торца держателя (рис. 3, 1) поток силовых линий магнитного поля выходит в воздух. Этим торцом держатель прикладывается к классной железной доске (рис. 3, 2), так что в рабочем состоянии поток замыкается только через железо. При этом он экранируется, а крепление достигает наибольшей прочности (до 2 кг без соскальзывания). Приборы, предназначенные для демонстрации, или полки под эти приборы крепятся к держателю при помощи клеммы или скобы или просто ввинчиваются в отверстие (рис. 2, 5). Таким образом демонстрация становится видимой всему классу (рис. 9, 10, 24).

<sup>1</sup> Здесь и ниже запись типа «2,2» означает рисунок 2, деталь 2.

<sup>2</sup> Такие магниты легко изготовить на любом магнитном производстве. Подходящие размеры таковы:  $h = 25$  мм,  $D = 60$  мм.



Рис. 1

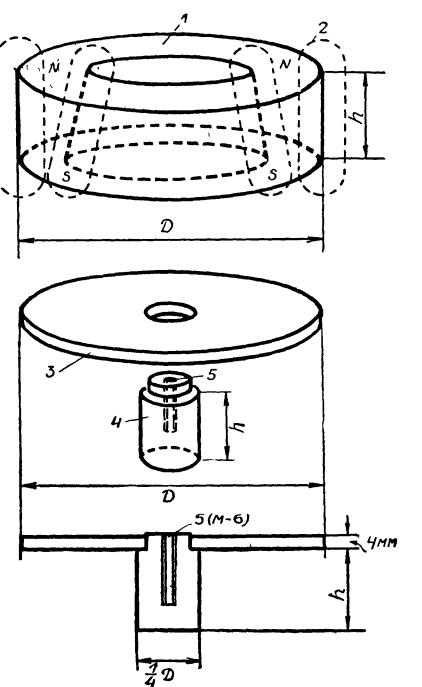


Рис. 2

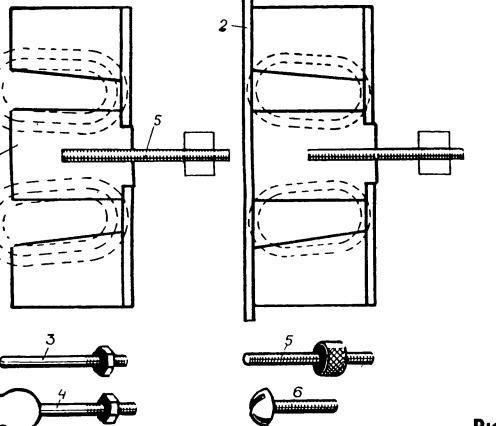


Рис. 3

**ПОЛКИ**

Чтобы, не меняя конструкции приборов, перенести их с демонстрационного стола на классную железную доску (например, трансформатор на панели, реостат и др.), нужно полки. Полки изготовьте из тонкой жести (0,3—0,5 мм). Она прочна, легко поддается сварке и дополнительно скрепляется полем магнитных держателей, вставляемых в полку. Правда, в рабочем состоянии, когда держатель находится на доске, магнитное поле вне железа очень слабое, но дополнительная экранировка не мешает. Раскройте жесты и процесс изготовления полок показан на рис. 4. Пунктир означает линию сгиба, значок х — отгиб на полки. Пунктир — точечную сварку или склейку, сплошная линия 2 — прорезь. Все размеры даны в мм.

Далее из 2 мм железа вырежьте квадратные 62 × 62 мм пластины (рис. 4, 3), которые подобно шайбам наденьте на шпильки держателей под клеммы. Для установления полки на железную доску вставьте в нее три магнитных держателя так, чтобы кромка (рис. 4, 1) детали Б оказалась слабо зажатой между пластиной 4,3 и крышкой держателя, и затем все это перенесите на доску. Очень важен последний момент: когда полка уже на доске, отвинтите клеммы настолько, чтобы все три держателя плотно прилегали к доске (проверить!). В то же время

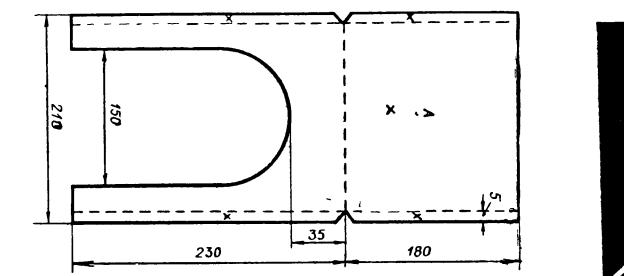


Рис. 6



Рис. 7

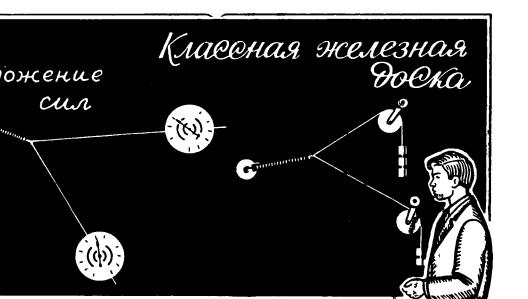


Рис. 9

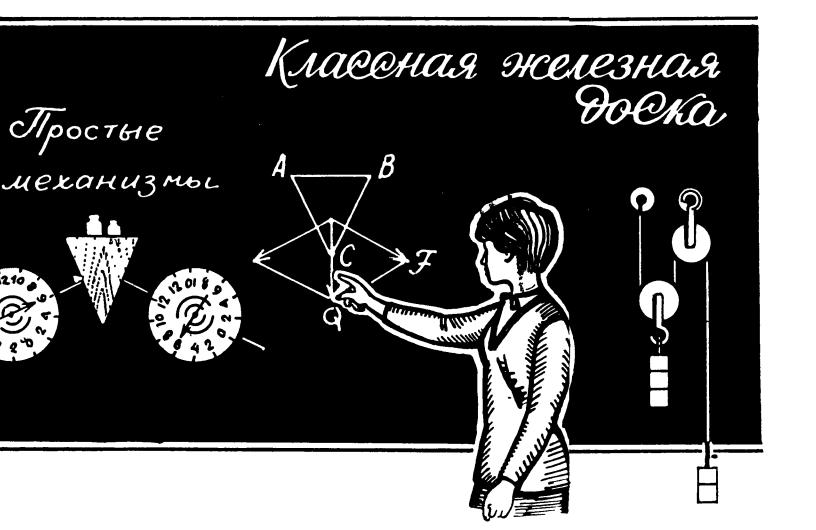


Рис. 11



Рис. 16

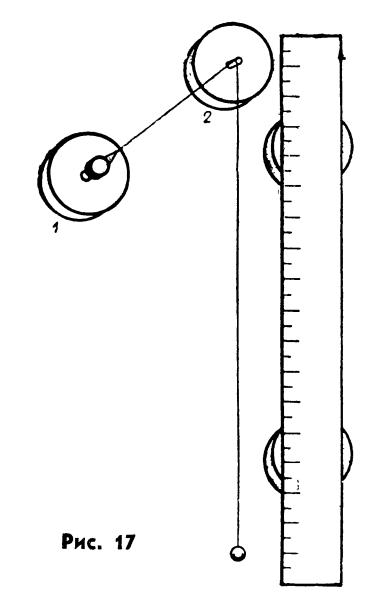


Рис. 17

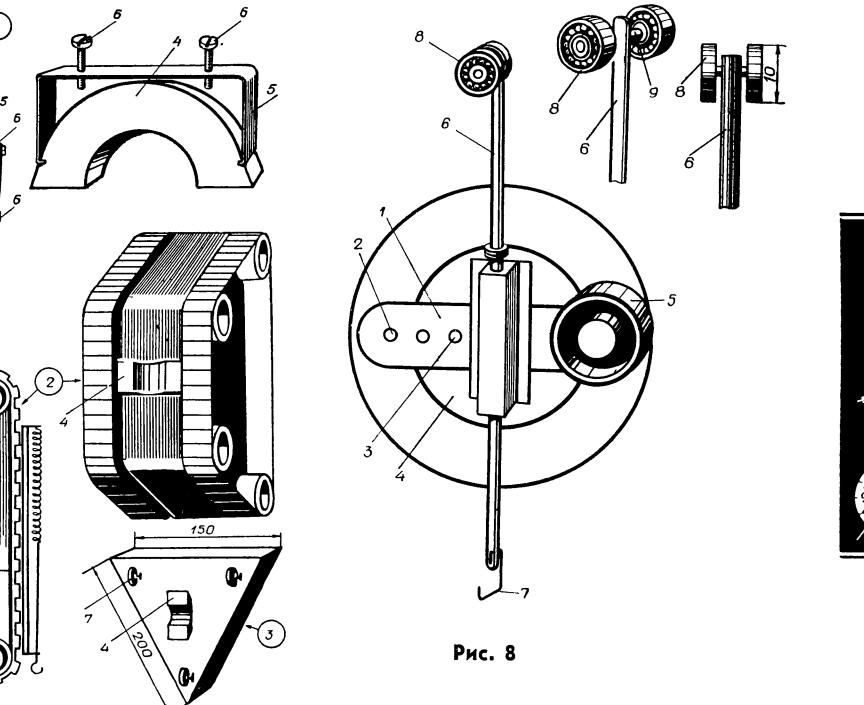


Рис. 10

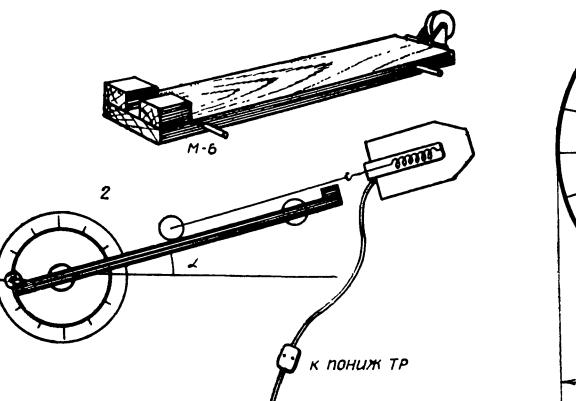


Рис. 12



Рис. 19

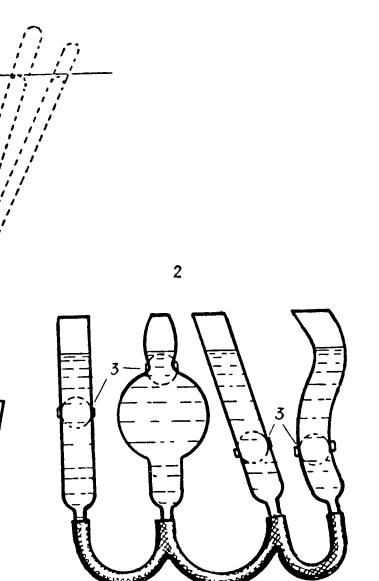


Рис. 15



Рис. 18



Рис. 19



Рис. 14

**КОАКСИАЛЬНЫЙ ДЕРЖАТЕЛЬ (рис. 5)**

Он отличается от описанного тем, что в нем крышка (рис. 2, 3) и отверстия (рис. 2, 5). Он состоит из колышевого магнита (рис. 5, 1) и цилиндра (рис. 5, 2) из мягкого железа, имеющих совершенно одинаковую высоту. Цилиндр установите в центре колыша и склейте с колышем, например, эпоксидной смолой (рис. 5, 3) или гудроном (асфальтом). Как видно на рисунке, магнитный поток коаксиального держателя открыт с двух торцов. Прикладывая держатель к нижним торцам к железной доске (5, 4), вы замкнете поток с одной стороны. Интересующий прибор — он должен содержать железную деталь — приложите к другому торцу держателя (на рис. 5 это патрон 6 с железной подошвой 5). Тем самым поток замкнется полностью через железо, и крепление достигнет наибольшей силы. Держатель выдерживает без соскальзывания приборы весом до 1 кг. По школьном физикану достаточно иметь набор из 7 таких держателей. Стержни (рис. 5, 3) используются как опоры для подвеса таблиц и т. п. Различные случаи употребления этих деталей вы видите на рис. 17, 18, 19, 23, 24, 27 и др. Магнитные держатели бывают нескольких видов.

Чтобы полка не опиралась только на крышку одного держателя. Снимается полка в обратном порядке.

В процессе объяснений преподаватель ставит на полку или иные приборы, предназначенные для демонстрации. Полки выдерживают, не скользя, приборы весом до 6—7 кг, но ставить на нее такие приборы не следует, они достаточно наглухи и на демонстрационном столе. Вообще не все нужно переносить на железную доску, лучше сочетать демонстрации на доске с демонстрациями на очень слабом, но дополнительная экранировка не мешает.

Раскройте жесты и процесс изготовления полок показан на рис. 4. Пунктир означает линию сгиба, значок х — отгиб на полки. Пунктир — точечную сварку или склейку, сплошная линия 2 — прорезь. Все размеры даны в мм.

Далее из 2 мм железа вырежьте квадратные 62 × 62 мм пластины (рис. 4, 3), которые подобно шайбам наденьте на шпильки держателей под клеммы. Для установления полки на железную доску вставьте в нее три магнитных держателя так, чтобы кромка (рис. 4, 1) детали Б оказалась слабо зажатой между пластиной 4,3 и крышкой держателя, и затем все это перенесите на доску. Очень важен последний момент: когда полка уже на доске, отвинтите клеммы настолько, чтобы все три держателя плотно прилегали к доске (проверить!). В то же время

**ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ДЕРЖАТЕЛИ**

Часто встречаются магниты цилиндрической формы, такие, как в магнитных мыльницах, но более массивные. Имея их, вы можете изготовить цилиндрические держатели описанного типа с той разницей, что керн будет полностью через железо, и крепление достигнет наибольшей силы. Держатель выдерживает без соскальзывания приборы весом до 4 кг без соскальзывания. В этом случае держатель должен плотно прилегать к доске. Описанные приборы позволяют: 1) расположить приборы в любом месте железной доски; 2) как удобно и быстро перемещать детали; 3) легко заменять одни детали другими и изменять вариант опыта; 4) демонстрация на доске может быть дополнена соглашениями с ней рисунками и записями. В иных случаях детали устанавливаются непосредственно на схеме, предварительно изображенной на доске или на тонком бумажном листе, подвешенном к доске.

**МАЛЫЕ ДЕРЖАТЕЛИ**

Если запас кольцевых магнитов у вас незначителен, то можно сделать держатели комбинированного типа — со

съемной крышкой. Это тот же коаксиальный держатель с подготовленными для него запасными деталями: крышкой, шпильками, квадратными пластинами, скобами и т. п. В керне держателя сделайте несквозное нарезное нарезное отверстие и такое же сквозное в центре крышки. В нужный момент шпильки или скобу ввинтите в крышку и через нее в керн, после чего крышку привинтите к держателю как контргайку. У комбинированного держателя крепление все же слабее, чем у крышкового держателя.

Для описанных выше держателей характерно, что при работе их магнитный поток полностью замыкается через железо. Поэтому 1) они обладают наибольшей удерживающей силой при одном и том же количестве магнитного материала и 2) их магнитный поток в значительно большей степени экранирован и не влияет на приборы, которые установлены ими.

Для установления на доску тяжелых приборов (4—5 кг) или приборов, которые будут подвергаться во время демонстрации заметному силовому воздействию, нужно применять крышковые держатели, как наиболее надежные. В приборе, в стенке, обращенной к доске, сделайте несколько нарезных M-6 отверстий или приделайте к прибору пластины на 3-мм железе с нарезными отверстиями и винтите сюда шпильки с держателем. Отверстия в пластинах можно сделать и не нарезанными; тогда крепление прибора к держателям производится при помощи клемм, болтов. Во всех случаях крепления держатели должны плотно прилегать к доске. Описанные приборы показаны на рис. 9, 14, 24.

Приборы, которые вы намерены применять с коаксиальными держателями, должны содержать железную деталь. Если такой нет, снайдите прибор железной подошвой

из 2,5—3-мм железа — вид прибора и его конструкция при этом нисколько не изменяются. Примеры подошвы видите на рис. 5, 5 и 5, 7, 16. Установка прибора состоит в том, что к доске вы сначала приложите держатель, а к нему уже прибор с железной подошвой (рис. 16, 17, 33).

Другие какие-либо конструкции, применяемые с магнитными держателями, будут описаны при рассмотрении тех или иных опытов.

**МАГНИТНЫЕ ТЕЛЕЖКИ**

Представьте себе обычную тележку с мотором или без мотора. Если в основании тележки вы укрепите подковообразный магнит, то тележку можно перенести на железную доску (рис. 7). При помощи такой тележки вы можете демонстрировать в вертикальной плоскости разные виды движения — прямолинейные, криволинейные, равномерные, ускоренные — или использовать тележку по другому назначению. Магнит не должен касаться доски, так как создает значительное трение, но его полюсные плоскости должны быть параллельны доске и близко расположены к ней. Тележку выберите легкой и мотор с довольно большой мощности. Подходящими для этой цели будут целлулоидные игрушки на гусеничном ходу.

Наиболее удачная конструкция магнита для такой тележки показана на рис. 7, 4. На магнит 4 наденьте скобу 5 из 2-миллиметрового железа. В ней сделайте два отверстия с нарезкой для регулировочных винтов 6. На рис. 7, 1 показана установка магнита 4 в тележке. В тех случаях, когда регулировка расстояния от полюсов до доски несущественна, скоба 5 и регулировочные винты 6 не нужны, магнит 4 прикрепите или вклейте в тележку в каком-либо фиксированном положении.

В приведенных ниже опытах нам достаточно две тележки. Их мы и опишем:

1. Танк-тележка (рис. 7, 2) — это готовая электроигрушка, в целлулоидном основании которой сделайте прямоугольное отверстие и вставьте сильный магнит 4. При помощи деревянных клиньев, подбитых под оси, основание тележки отводится книзу, чтобы зазор между магнитом и железной доской, на которую поставлен танк, составлял 1—2 мм. Башню танка снимите и к крыше прикрепите динамометр Бакушинского. Благодаря двум моторам танк может совершать прямолинейное движение.

2. Клин-тележка (рис. 7, 3). Это клин из древесины. Основание его снабдите колесами 7 из шариков подшипников диаметром до 10 мм. Со стороны основания сделайте прямоугольное углубление, в которое вставьте подковообразный магнит-держатель 4 со скобой. С лицевой стороны клина в скобу винтите винты, регулирующие близость магнита к доске. Большой близости здесь по условиям работы клина не должно быть.

Переходим теперь к описанию опытов на магнитных держателях. Вам предстоит подготовить техническую сторону этих опытов, поэтому вы должны их проделать сами.

**ДЕМОНСТРАЦИЯ ОПЫТОВ ПО МЕХАНИКЕ НА МАГНИТНЫХ ДЕРЖАТЕЛЯХ. СТАТИКА**

Магнитные держатели в демонстрации опытов по механике позволяют: 1) расположить приборы в любом месте железной доски; 2) как удобно и быстро перемещать детали; 3) легко заменять одни детали другими и изменять вариант опыта; 4) демонстрация на доске может быть дополнена соглашениями с ней рисунками и записями. В иных случаях детали устанавливаются непосредственно на схеме, предварительно изображенной на доске или на тонком бумажном листе, подвешенном к доске.

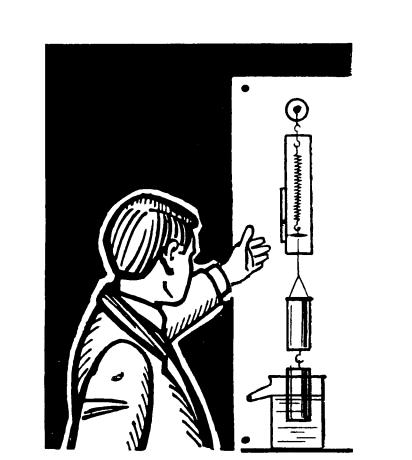


Рис. 20

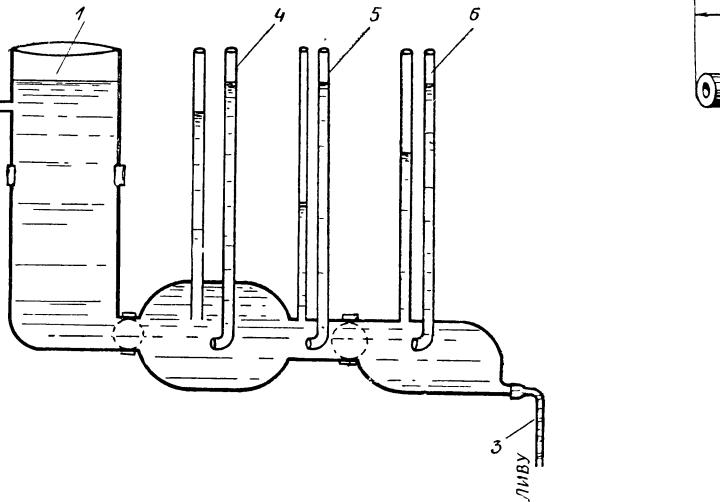


Рис. 23



Рис. 24

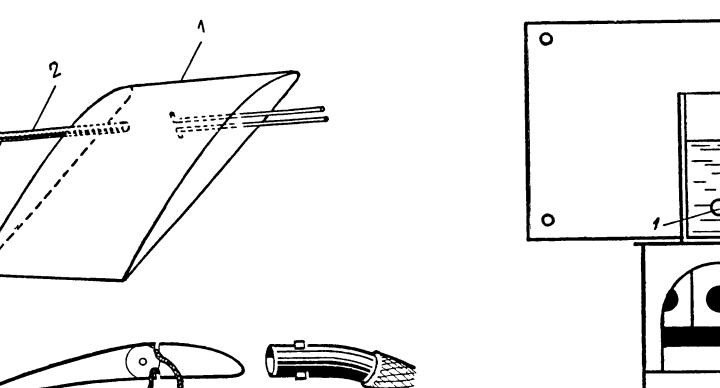


Рис. 21



Рис. 26



Рис. 27

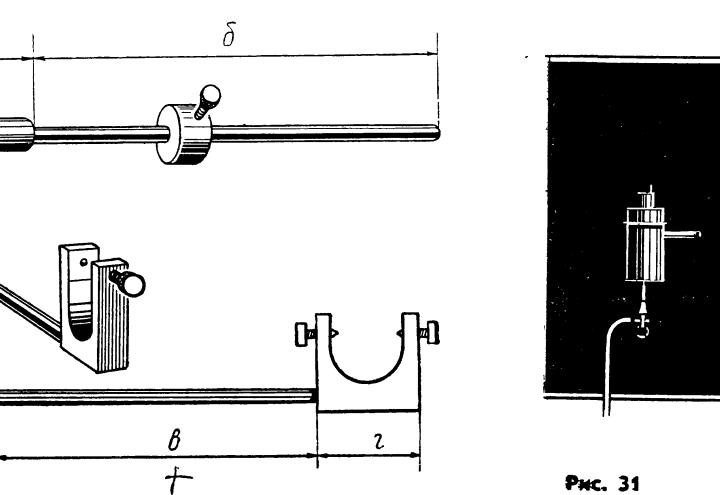


Рис. 31

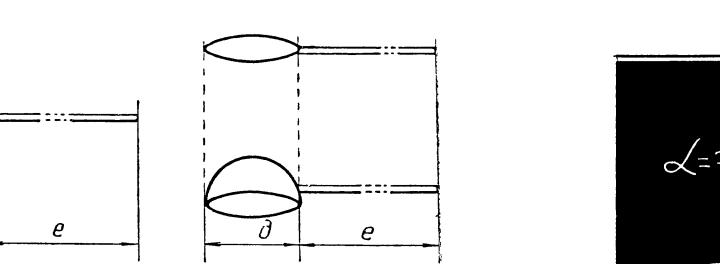


Рис. 25

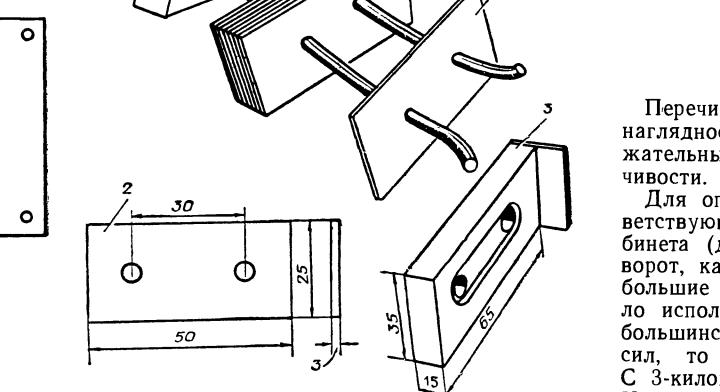


Рис. 28

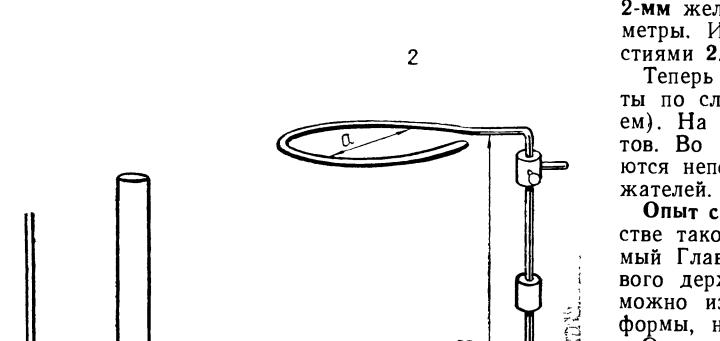


Рис. 29

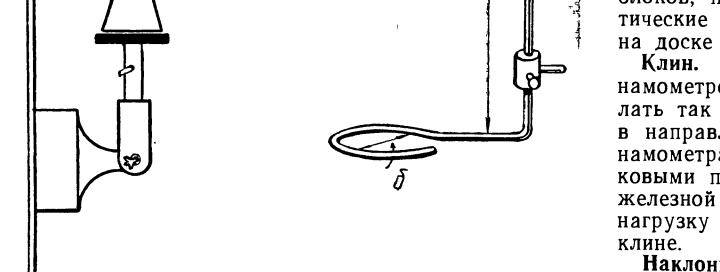


Рис. 30



Рис. 32



Рис. 33

регулирования длины нити достаточно передвигать держатель 1. Рядом линейка на коаксиальных держателях тоже удобно, ее нужно держать в руках и можно отодвинуть в любой момент.

К железной доске при помощи миниатюрных магнитных держателей легко прикрепить любой плакат, любую схему. Рядом с собранной установкой легко нарисовать схему установки, записать формулы, расчеты (рис. 15).

#### ГИДРОСТАТИКА

**Опыт Торичелли** (рис. 18, 1). Ванночку с ртутью поместите на полке, а трубку с помощью держателя со скобами 3 на доске<sup>3</sup>. Прочертите на доске горизонталь по верхнему уровню ртути в вертикально расположенной трубке. Можно легко показать, что высота столба ртути не изменяется при разных наклонах трубы. Здесь сразу видно преимущество магнитных держателей: возможность фиксирования трубы в любом положении, возможность наблюдать постоянство высоты ртутного столба при наклонах трубы. Если видимость опыта недостаточна, на доску можно предварительно навесить при помощи малых держателей листок тонкой белой бумаги, прижатую к доске мелкими держателями.

Без трубок 4, 5, 6 прибор можно изготовить в школьных мастерских из металла и стекла. Правда он будет показывать только изменение статического давления.

**ПАРЕНИЕ ШАРИКА**. Установите на крышечном держателе отверстием вверху выходную трубу пылесоса (см. следующую демонстрацию), включите его и внесите в воздушный поток (в области пониженного давления) цельлоидный шарик. Поддерживаемый с боков атмосферным давлением, а снизу аэродинамическим, шарик будет парить в воздухе.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ ОПЫТОВ ПО ОБТЕКАЕМОСТИ ТЕЛ

**Принцип аэродинамических весов**. Имеющийся в школе прибор не очень убедителен. Но тот же прибор, вернее часть его, использованная с магнитными держателями, позволяет осуществлять наглядную демонстрацию принципа аэродинамических весов.

Отвинтите основание прибора и замените его крышечным держателем, удалите плоскую пружину и шкалу. На рис. 24 показана установка прибора на доске. В гнездо слева вставьте тело, обтекаемость которого исследуется. Снизу к нему на держателях со скобами подведите выходную трубу пылесоса, справа от него — соедините рычаг с динамометром Бакушинского. Демонстрация начинается с уравновешивания тела скользящим грузом при нулевом показании динамометра. Затем включите пылесос и по показаниям динамометра установите неизменную силу лобового сопротивления. Чтобы сохранить неизменное положение тела, динамометр придется поднимать, перемещая его держатель.

Если у вас в школе аэродинамических весов нет, то только что описанную установку вы можете изготовить самим по рис. 25, где  $a = 40$  мм,  $b = 150$  мм,  $v = 120$  мм,  $d = 50$  мм,  $e = 125$  мм,  $g = 45$  мм. Тела обтекаемости можно изготовить из древесины на токарном станке.

**Обтекание крыла самолета**. Профиль крыла 1 изготовлен из толстого пlexiglasa по рис. 26. Шпилька 2 служит для крепления крыла с помощью держателя к доске. Отверстия снизу и сверху крыла сообщаются с коленами жидкостного манометра, тоже установленного на держателе. Напротив крыла поместите трубу от пылесоса. При включении пылесоса вы по показаниям манометра, убедитесь в наличии разности давлений под и над крылом самолета.

Удобство держателей здесь очевидно: благодаря им достигается свободный поворот крыла, т. е. изменение угла атаки, свободная коррекция положения трубы пылесоса, отсутствие винтовых креплений.

#### МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ

**Молекулярное сцепление. Диффузия**. На рис. 27 показана установка для демонстрации молекулярного сцепления между стеклянной пластинкой и водой и между свинцовым цилиндром. Далее может быть показана диффузия через пористую перегородку. Демонстрация производится по описанию в стабильном учебнике физики для 9 класса. При необходимости сцепления при помощи магнитных держателей. Преимущество такой демонстрации в том, что преподаватель не нуждается в собирать готовую установку перед уроком, он это может делать по мере объяснения.

**Опыт Плато**. Если каплю анилина (рис. 28, 1) поместить в раствор поваренной соли 2, плотность которого равна плотности анилина, то она будет находиться во взвешенном состоянии. Под действием молекулярных сил капля принимает шарообразную форму, что соответствует наименьшей площади ее поверхности. Этот опыт удобно демонстрировать на доске. К ней надо прикрепить лист белой бумаги и непосредственно под ним поместить полку с магнитными держателями, а на нее — сосуд.

**Кристаллические решетки** (рис. 16). Они изготовлены из железных проволок. Поэтому непосредственно устанавливаются на одном-двух коаксиальных держателях. Предварительно прикрепите к доске лист белой бумаги.

#### КИНЕМАТИКА И ДИНАМИКА

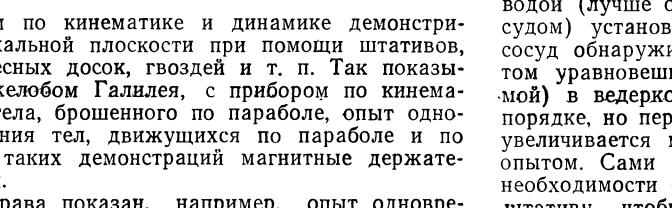


Рис. 32

Обычно опыты по кинематике и динамике демонстрируются в вертикальной плоскости при помощи штативов, струбцин, навесных досок, гвоздей и т. п. Так показывают опыты с желобом Галилея, с прибором по кинематике движения тела, брошенного по параболе, опыт одновременного падения тел, движущихся по параболе и по вертикали. Для таких демонстраций магнитные держатели очень удобны.

На рис. 16 справа показан, например, опыт одновременного падения тел. При обычной демонстрации опыта прибор подвешивается на гвоздях на стене, однако это делается потому, что при этом шарики во время полета часто задевают стену или падают на карнизы, так как одновременность падения нарушается. Еще хуже получается, если прибор крепить на штативе — тогда он и не устойчив и не вертикален, для его установки требуется много времени. При демонстрации опыта с магнитными держателями местоположение и высота прибора никак не ограничены, установка его проста и требует мало времени.

Для опытов по статике вы должны пересмотреть соответствующую группу приборов вашего школьного физика-бакинета (динамометры, наклонную плоскость, рычаги, винты, ворота, кабестан, блоки) и, если нужно, внести в них некоторые конструктивные изменения, чтобы их можно было использовать с магнитными держателями. Так как в большинстве случаев эти опыты связаны с измерением сил, то прежде всего позаботьтесь о динамометрах. С 3-килограммовыми беззенами ничего делать не нужно. У динамометров Бакушинского на тыльной стороне шкалы приклейте при помощи клея БФ-2 пластику (рис. 5, 7) из 2-мм железа. Наиболее удобны демонстрационные динамометры. Их основания снабдите пластины 1 с отверстиями 2. Как это сделать, показано на рис. 8.

Теперь ваш преподаватель может проделать любые опыты по сложению и разложению сил (их мы не описываем). На рис. 9 показаны различные варианты этих опытов. Во втором варианте вместо динамометров применяются неподвижные блоки, подвешенные на шпильках держателях, сквозь которые будет пролетать шарик.

В случае движения шарика по параболе можно навесить на доску лист белой бумаги, вычертив на нем параболу и разместив колечки на миниатюрных держателях.

Опыт с телом, имеющим ось вращения (рис. 10). В качестве такого тела возьмите рычаг с отверстием, выпускаемый Главвучтехпромом, наденьте его на стержень крышечного держателя и установите на доске. Вместе рычага можно из толстого дикта изготовить тело произвольной формы. Последний, будучи помещен на отдельный держатель, может как угодно поворачиваться на доске. Тут же на доске вы можете прочертить траекторию «снаряда», показать дальность полета в зависимости от угла вращения. Кроме того, рядом на доске можно произвести соответствующий расчет. Опыт может быть составной частью задачи.

#### ГИДРОДИНАМИКА

По этой теме можно показать много опытов (см. 4 сноски), но мы ограничимся следующими.

**Всасывающее действие струи**. Стеклянную трубку, имеющую в середине сужение с отводом, соедините при помощи

<sup>3</sup> Начало опыта проводится на демонстрационном столе, затем уже ванночку со ртутью и опущенную в нее трубку переносят на доску.

<sup>4</sup> Опыты описаны в книге «Лекционные демонстрации по физике», авторов Грабовского М. А., Млодзеевского Е. А., Телесникова Р. В., Шашковской М. П., Яковлевой И. А. под ред. Ивероновой В. И., но выполнение их с помощью магнитных держателей дает дополнительные удобства

**Деформация твердого тела.** 1. Подвесьте на двух держателях два резиновых шнура одинаковых сечений, но разной длины с петлями на концах. Отметьте на доске их начальные длины. Затем подвесьте одинаковые грузы (из наборов). Покажите различную степень удлинения. Рядом на доске продемонстрируйте растяжение прямоугольной резиновой пленки.

2. Поместите две эластичные линейки на стержнях двух держателей. Покажите изгиб и прогиб.

3. **Кручение.** Найдите резиновый шнур 1 диаметром 4—5 мм и длиной 50—60 см, изготовлене точно по рис. 29 50 пластинок 2 из фанеры и две «щечки» 3 из дерева. Особенно точно нужно просверлить отверстия в пластинках в соответствии с диаметром шнура. Изогнув шнур вдвое, нанизайте на него сначала одну «щечку», затем пластиинки и, наконец, вторую «щечку». Завяжите концы. Снабдите боковые стороны щечек железными пластинками. Прибор готов, он наглядно показывает кручение. Гораздо выразительней получилось бы, если прибор набрать из бритвенных лезвий, но их потребуется около 1500 штук.

## КАЛОРИМЕТРИЯ. ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ

Прежде всего надо подготовить горелку по рис. 30 слева. Это обыкновенная газовая горелка, перенесенная на другое основание, на котором она может поворачиваться. При такой конструкции горелка может быть помещена на коаксиальный держатель в разном удалении от доски. Может ставиться на полку.

Изготовьте штатив для нагревателя из 5—6-мм проволоки, изогнутой, как показано на рис. 30 справа. Муфты с винтами и нарезным стержнем М-6 служат для магнитного крепления штатива.

На рис. 31 показан типовой опыт по определению удельной теплоемкости вещества. Демонстрация отличается полной наглядностью действий преподавателя. Рядом расчет.

Если в вашей школе имеется модель опыта Джоуля, продемонстрируйте его на магнитных держателях.

**Тепловое расширение.** Установка для демонстрации теплового расширения твердых тел показана на рис. 32. В чугунном основании пирометра сделано отверстие, чтобы сюда могло проникнуть пламя горелки.

## СВОЙСТВА ГАЗОВ

**Задачи 626—627** Знаменский<sup>5</sup>. В узкой стеклянной трубке, расположенной горизонтально, находится столбик воздуха длиной 30,7 см, запертый столбиком ртути длиной 21,6 см. Как изменится длина воздушного столбика, если трубку поставить отвесно отверстием вверх? Отверстием вниз? Атмосферное давление равно 747 мм.рт.ст. Как изменится длина воздушного столбика, если трубку расположить под углом 30° к горизонту отверстием вниз?

Решение этих задач полезно сопроводить опытом. Для этого оборотную сторону деревянной шкалы, на которой укрепляется трубка, снабдите железной 2-мм пластинкой. Навесьте на доске бумажное градусное кольцо, в центре поместите коаксиальный держатель и на нем трубку. Рядом на доске произведите все записи (рис. 33 справа).

**Закон Гей-Люссака** (рис. 33 слева). Ту же трубку выдвиньте из шкалы так, чтобы только открытый конец ртутного столбика оставался у шкалы. При этом длина воздушного столба должна быть порядка  $\frac{2}{3}$  глубины кипятильника. Соберите установку на доске. Заметьте начальное показание комнатного термометра и начальное положение верхнего конца ртутного столбика. Когда вода закипит, начинайте очень медленное опускание трубки в кипятильник — так, чтобы воздух не прорвался через ртуть. Достигнув полного погружения воздушного столбика, снимите опять показание по шкале у верхнего уровня ртути. Процесс изобаричен:  $P_{газа} = P_{атм.} + P_{рт.}$

**Объединенный газовый закон.** Без особого труда можно изготовить увеличенную копию прибора, выпускаемого учебной промышленностью. Железная шкала будет служить и для магнитного крепления прибора.

В ограниченных рамках этой брошюры невозможно детализировать описание каждого опыта, но мы рассчитываем на ваше творчество. Оно подскажет вам удачное техническое решение. На помощь вам придут преподаватели вашей школы по физике и труду.

<sup>5</sup> П. А. Знаменский, С. С. Мошков, М. Ю. Пиотровский, П. А. Рымкевич, И. М. Швайченко «Сборник вопросов и задач по физике для 8—10 классов средней школы», Учпедгиз, 1959.

8 к.

# ДЛЯ УМЕЛЫХ РУК



Художник Л. Вендроз  
Научный редактор А. Чеботарева

Редактор И. Сендерова

Художественный редактор Г. Коптелова

Технический редактор И. Колодная

Корректор И. Пынкова

Сдано в производство 30/IV-70 г.

Подписано в печать 20/VII - 70 г. №46833

Формат 70 × 108<sup>1/16</sup>. Печ. л. 0,75

Усл. печ. л. 1 Уч.-изд. л. 1,48

Изд. № 371. Заказ № 0130. Тираж 118 615

По оригиналам издательства «МАЛЫШ»

Комитета по печати

при Совете Министров РСФСР.



Московская типография № 13

Главполиграфпрома Комитета по печати

при Совете Министров СССР.

Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 38