

ПРИЛОЖЕНИЕ К ЖУРНАЛУ «ЮНЫЙ ТЕХНИК»

В.Б. ГРИНБЕРГ

ПРИМЕНЕНИЕ
МАГНИТНЫХ
ДЕРЖАТЕЛЕЙ
В ОПЫТАХ
ПО ФИЗИКЕ



15(321)

1970

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 продемонстрировать 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 120×150 см. Жест 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 120×150 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)¹ 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 магнитов².

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) (М—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).

¹ Здесь и ниже запись типа «2,2» означает рисунок 2, деталь 2.

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

Классная железная доска

$p v = \text{Const}$ при $t = \text{Const}$
 $\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_1}{v_2}$ при $V = \text{Const}$
 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}$ " $p = \text{Const}$

Рис. 1

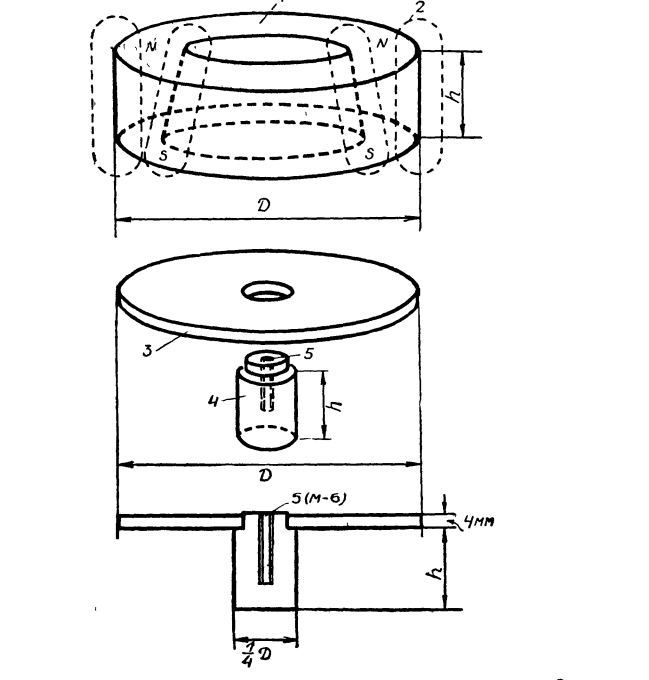


Рис. 2

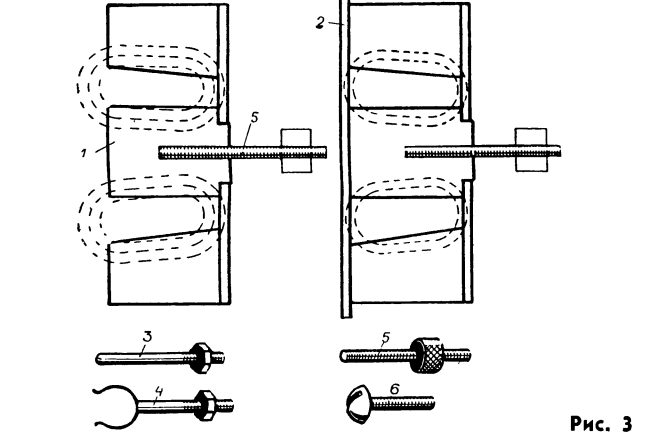


Рис. 3

ПОЛКИ

Чтобы, не меняя конструкции приборов, перенести их с демонстрационного стола на классную железную доску (например, трансформатор на панели, реостат и др.), нужны полки. Полки изготовьте из тонкой жести (0,3—0,5 мм). Она прочна, легко поддается сварке и дополнительно экранирует поле 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. Раскрой жести и процесс изготовления экрана показан на рис. 4. Пунктир означает линию сгиба, значок х — отгиб от нас, значок — точечную сварку или склепку, 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 надейте на шпильки держателей под клеммы. Для установления полки на железную доску вставьте в нее три магнитных держателя так, чтобы кромка (рис. 4, 1) детали В 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 вре-

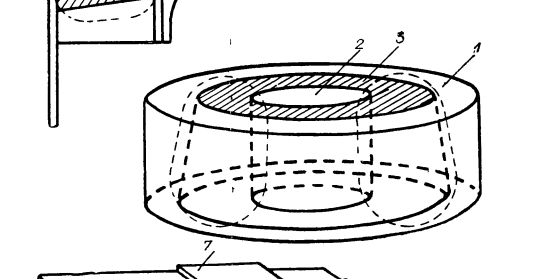
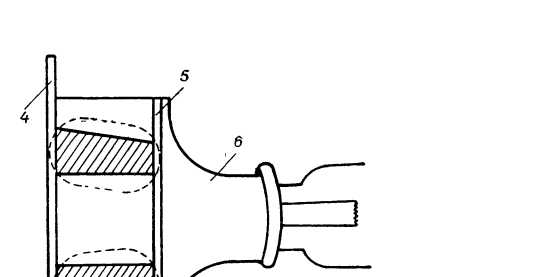
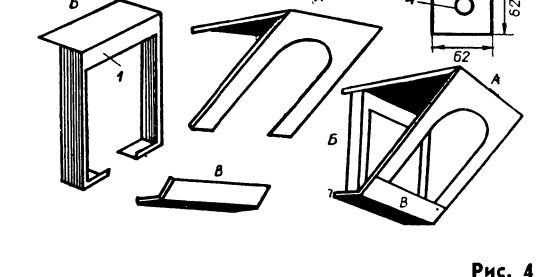
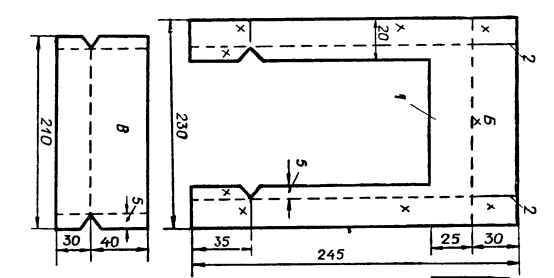
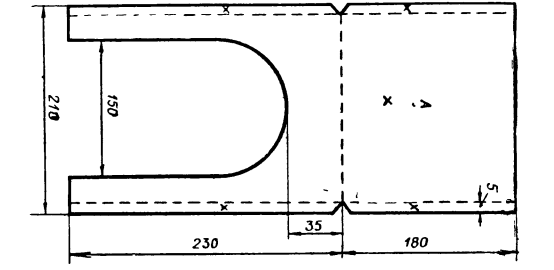


Рис. 5

мя проследите, чтобы полка не опиралась только на крышку одного держателя. Снимается полка в обратном порядке.

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

ШПИЛЬКИ, СКОБЫ, СТЕРЖНИ, БОЛТЫ

На рис. 3 показаны шпильки с клеммами, скобы, стержни и болты, винчиваемые в отверстие (рис. 2, 5) держателей. Размер нарезок отверстия и шпильки М—6. Шпильки (рис. 3, 5) с клеммами и болты (рис. 3, 6) употребляются для установления полок, для съемного крепления пластин и дощечек с отверстиями и т. д. Скобы (рис. 3, 4) разных размеров — для крепления предметов цилиндрической формы: мензурок, трубок, круглых стержней. Стержни (рис. 3, 3) используются как опоры для подвеса таблиц и т. п. Различные случаи употребления этих деталей вы увидите на рис. 17, 18, 19, 23, 24, 27 и др. Магнитные держатели бывают нескольких видов.

Классная железная доска

Рис. 6

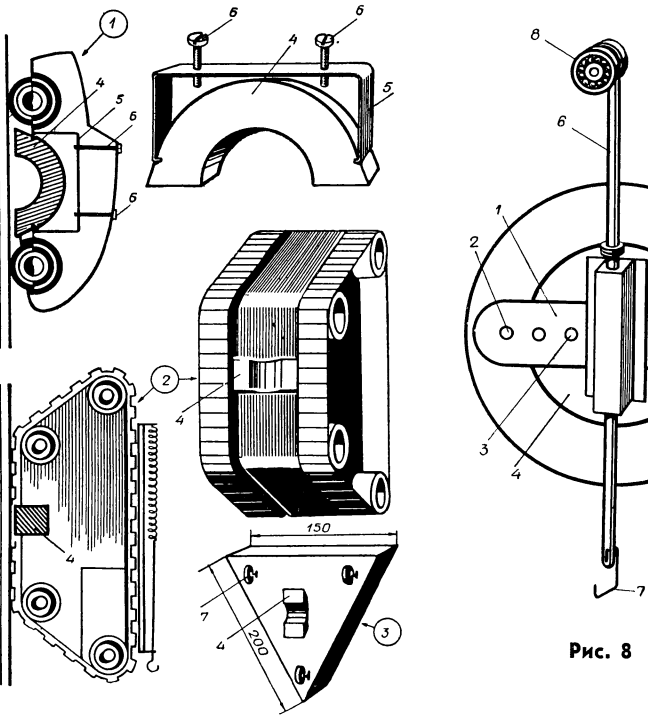


Рис. 7

Классная железная доска

Наклонная плоскость

Рис. 14

КОАКСИАЛЬНЫЙ ДЕРЖАТЕЛЬ (рис. 5)

Он отличается от описанного тем, что в нем крышки (рис. 2, 3) и отверстия (рис. 2, 5). Он состоит из кольцевого магнита (рис. 5, 1) и цилиндра (рис. 5, 2) из мягкого железа, имеющих совершенно одинаковую высоту. Цилиндр установите в центре кольца и склейте с кольцом, например, эпоксидной смолой (рис. 5, 3) или гудроном (асфальтом). Как видно на рисунке, магнитный поток коаксиального держателя открыт с двух торцов. Прикладывая держатель нижним торцом 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. В школьном физкабинете достаточно иметь набор из 7 таких держателей. Примеры работы с коаксиальным держателем показаны на рис. 16 и 33.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ДЕРЖАТЕЛИ

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

Классная железная доска

Сложение сил

Рис. 9

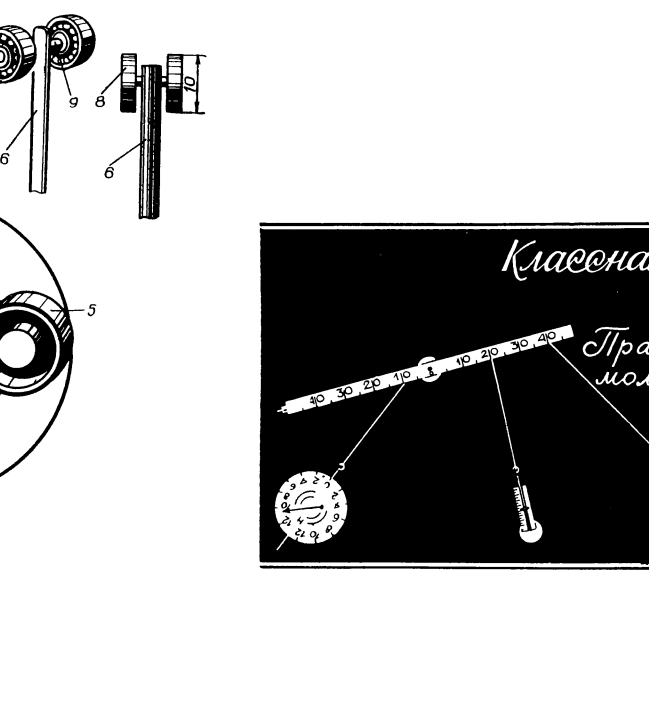


Рис. 8

Классная железная доска

Закон трения

Рис. 15

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 нескованное нарезное М-6 отверстие и такое же сквозное в центре крышки. В нужный момент шпильки или скобу винтите в крышку и через нее в керн, после чего крышку привинтите к держателю как контргайку. У комбинированного держателя крепление все же слабее, чем у крышечного держателя.

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 магнитом, а кольцо с крышкой (или без нее) — из мягкого железа. Кольцо должно быть довольно тонким, чтобы облегчить держатель. При одних и тех же размерах более выгодна кольцевая форма магнита в держателе — объем кольца больше, чем объем керна, и потому масса магнитного материала в кольце больше, чем в керне.

МАЛЫЕ ДЕРЖАТЕЛИ

Это держатели той же конструкции, но малых размеров — 10, 20, 30 мм в диаметре. Магниты для этих дер-

Классная железная доска

Тростные механизмы

Рис. 11

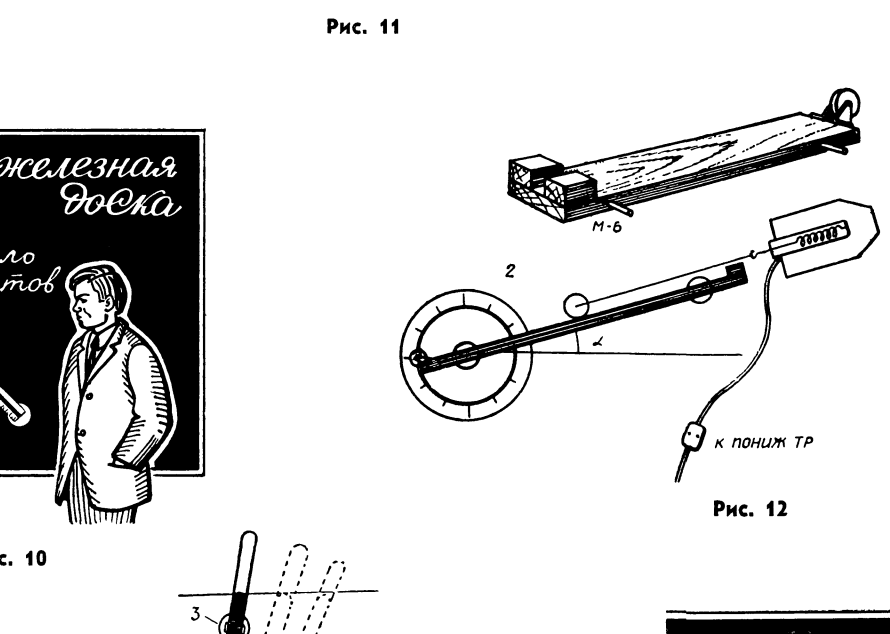


Рис. 10

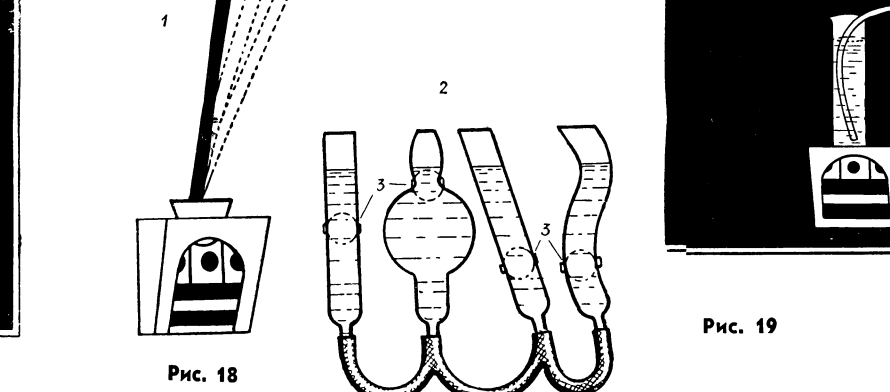


Рис. 12

жателей вы можете взять из наборов, выпускаемых Главучтехпромом.

Держатели крышечного типа служат для крепления чертежей к железной доске, коаксиального типа — для крепления мелких деталей.

ДЕРЖАТЕЛИ ДРУГИХ ТИПОВ

Для описанных выше держателей характерно, то, 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 значительной степени экранирован и не влияет на приборы, которые устанавливаются при помощи этих держателей на доске.

Но если вы не сумеете достать магниты описанных типов, можно воспользоваться в качестве держателей и другими магнитами, создающими сильное поле (как, например, подковообразные магниты, выдерживающие нагрузку до 4 кг без соскальзывания). В этом случае вы сами вместе с преподавателем физики и труда можете придумать удобную конструкцию держателя. Но во всех случаях желательнее магнит прикрывать экраном из 1—2-мм железа.

Классная железная доска

Приборы, содержащие готовую железную деталь - 1

Приборы с железными подошвами - 2

Рис. 16

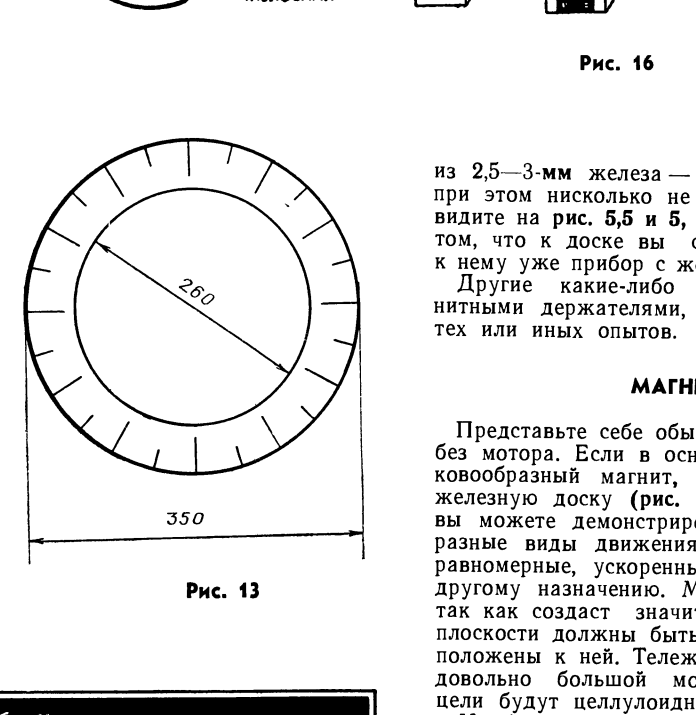


Рис. 17

Классная железная доска

Сифон

Рис. 18

из 2,5—3-мм железа — вид прибора и его конструкция при этом несколько не изменяются. Примеры подошв вы видите на рис. 5, 5 и 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 обыкновенную 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 создаст значительное трение, но его полюсные плоскости должны быть параллельны доске и близко расположены к ней. Тележку выберите легкой и мотор к ней 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 не существенна, 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 игрушка, в целлулоидном основании которой сделайте прямоугольное отверстие и вставьте сильный магнит 4. При помощи деревянных клиньев, подбитых под ось, основание тележки отводится к низу, чтобы зазор между магнитом и железной доской, на которую поставлен танк, составлял 1—2 мм. Башню танка снимите и к крышке прикрепите динамометр Бакушинского. Благодаря двум моторам танк может совершать прямолинейное движение или делать повороты большей или меньшей крутизны.

2. Клин-тележка (рис. 7, 3). Это клин из древесины. Основание его снабдите колесами 7 из шариковых 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 проработать 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 угодно и быстро перемещать детали, 3) легко заменять одни детали другими и изменять вариант опыта, 4) демонстрация на доске может быть дополнена согласованными с нею рисунками и записками. В иных случаях детали устанавливаются непосредственно на схеме, предварительной изображенной на доске или на тонком бумажном листе, подвешенном к доске.

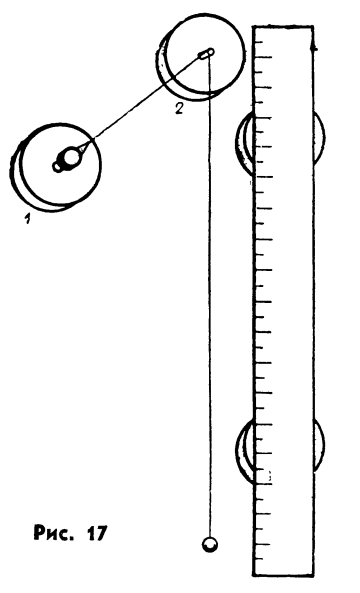


Рис. 19

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, изготовьте 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 пластинки 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. ТЕПЛОЕ 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 Знаменский⁵. 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 обратную 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: $P_{\text{газа}} = P_{\text{атм.}} + P_{\text{рт.}}$

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.

⁵ 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.



ДЛЯ УМЕЛЫХ РУК



Художник Л. Вендров
Научный редактор А. Чеботарева

Редактор **Н. Сеидерова**
 Художественный редактор **Г. Коптелова**
 Технический редактор **И. Колодная**
 Корректор **Н. Пьянкова**
 Сдано в производство 30/IV-70 г.
 Подписано в печать 20/VII - 70 г. Л46833
 Формат 70 × 108¹/₁₆. 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. 30

