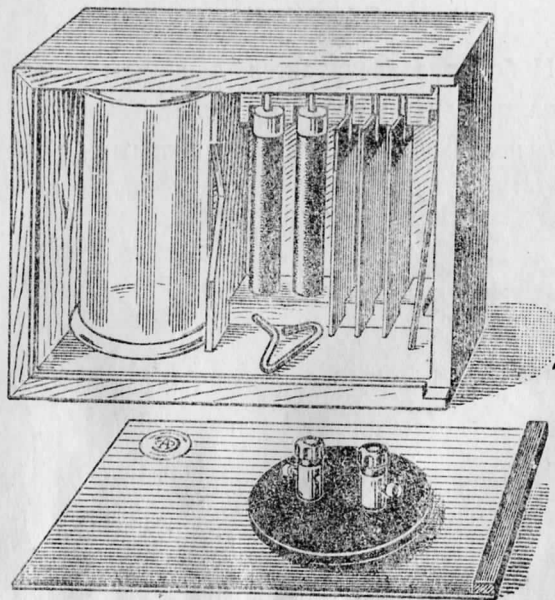


К набору
прилагается
бесплатно

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

1957

НАБОР ПО ЭЛЕКТРОЛИЗУ ГОРЯЧКИНА



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

ГЛАВУЧТЕХПРОМ

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ
УЧЕБНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ГЛАВУЧТЕХПРОМ**

**НАБОР ПО ЭЛЕКТРОЛИЗУ
ГОРЯЧКИНА**

Набор предназначен для демонстраций по электролизу в средней школе, но может быть использован и для лабораторных работ.

**НАБОР ИЗГОТОВЛЯЕТСЯ
ЗАВОДОМ**

«ФИЗЭЛЕКТРОПРИБОР»

г. Москва, Электрозаводская ул., 33.

НАБОР ПО ЭЛЕКТРОЛИЗУ ГОРЯЧКИНА¹

Назначение набора

Набор Горячкина предназначен для демонстрационных опытов по электролизу, но может быть использован для лабораторных работ.

Набор позволяет собрать некоторые приборы и продемонстрировать следующие опыты:

- 1) электролиз сернокислой меди,
- 2) элемент Вольта,
- 3) сравнение электродвижущих сил элемента для различных пар электродов и различных электролитов.
- 4) элемент с хромовой жидкостью,
- 5) определение электрохимического эквивалента меди,
- 6) опыты по гальваностегии,
- 7) электролитический выпрямитель.

Состав набора

В состав набора входят (рис. 1, 2, 3, 4).

- 1) изолирующая крышка (1) к станку, в которой могут быть закреплены различные электроды;

¹ Руководство составлено Е. Н. Горячкиным.

крышка снабжена двумя универсальными клеммами, служащими одновременно для закрепления электродов и присоединения к ним проводов;

2) батарейный стакан (2);

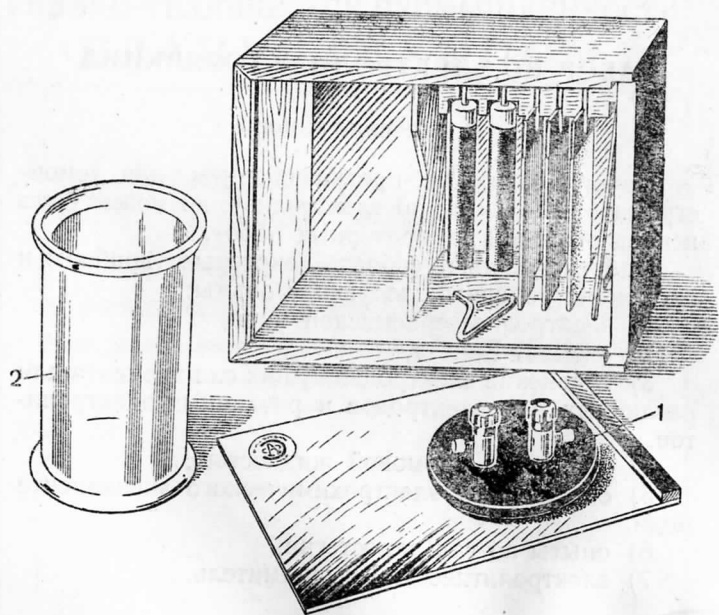


Рис. 1.

- 3) две медные пластины (3, 4) (рис. 2);
 4) цинковая пластина (5), неамальгированная;
 5) алюминиевый стержень (6) (рис. 3);

2

6) два цилиндрических угольных электрода (7, 8);

7) петля (9) для подвешивания предметов при гальваностегии (рис. 3).

Сборка прибора

Сборка прибора крайне проста и заключается в укреплении в крышке нужных для опыта электродов.

Перед укреплением электрода надо отвернуть боковой винт клеммы и затем вставить в канал клем-

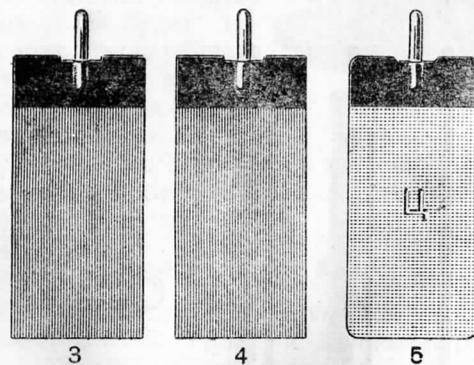


Рис. 2.

мы отросток нужного электрода. Электрод должен быть обязательно вставлен так, чтобы его верхний край вплотную прилегал к крышке. Затем, заворачивая боковой винт, закрепляют электрод. Головка клеммы, снабжённая винтовой резьбой, служит для зажимания провода. В крышке сделаны выступы

3

или прорезы для того, чтобы пластины, вставленные в крышку, располагались бы примерно в параллельных плоскостях и не могли бы коснуться друг друга.

Опыты с набором

Опыт 1. Электролиз раствора сернистой меди

В стакан наливают раствор сернистой меди произвольной концентрации; в крышке укрепляют два угольных электрода. Если эти электроды имеют следы, окислов и отмыть их не удаётся, очистку надо сделать при помощи мелкой наждачной или стеклянной бумаги.

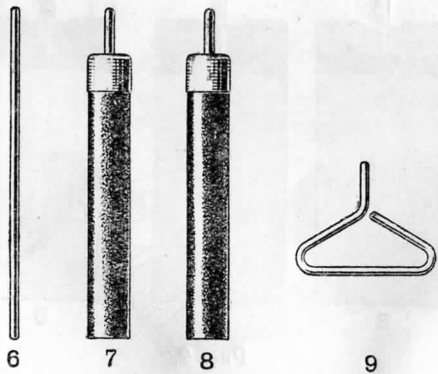


Рис. 3.

Погрузив электроды в раствор, пропускают ток не менее как от двух аккумуляторов, или элементов (рис. 5). Через 2—3 минуты вынимают крышку с электродами и демонстрируют, что один из углей, именно соединённый с отрицательным полюсом ис-

точника тока, покрыт налётом металлической меди.

Опыт служит для обнаруживания как самого факта разложения раствора солей, так и для выяснения направления тока. Затем изменяют направление тока на обратное, отметив бумажкой электрод, содержащий отложения меди. Через 3—5 минут обнаруживают отсутствие меди на отмеченном электроде и выделение её на другом электроде, являющемся теперь катодом.

Опыт показывает, что при электролизе на аноде происходит «растворение» металла. После опытов один из углей будет покрыт слоем меди; убирать его в таком виде в ящик, хотя бы после должной промывки, нельзя. Надо удалить медь. Для этого уголь включают к положительному полюсу батареи, а в качестве катода берут медную пластинку из набора.

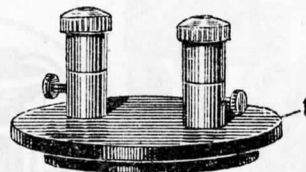


Рис. 4.

Опыт 2. Элемент Вольта

Для получения элемента Вольта в крышке укрепляют две пластины: цинковую амальгированную¹ и медную. Электроды погружают в раствор серной кислоты (10—20%) и присоединяют к электрическому звонку (рис. 6). Звонок звонит короткое время и затем прекращает работать вследствие поляризации элемента, что и служит предметом демонстрации. Элемент возобновляет своё действие после удаления газового слоя с медной пластины, для чего эту пла-

¹ Об амальгировании пластинок см. ниже, стр. 15.

стину вынимают, промывают водой и затем вытирают тряпкой или бумагой.

Полезно также присоединить к элементу демонстрационный стрелочный гальванометр (с сопротивлением, соответствующим шкале в 1 вольт) и показать, что напряжение элемента равно около 1 вольта.

Для успеха опыта со звонком последний должен

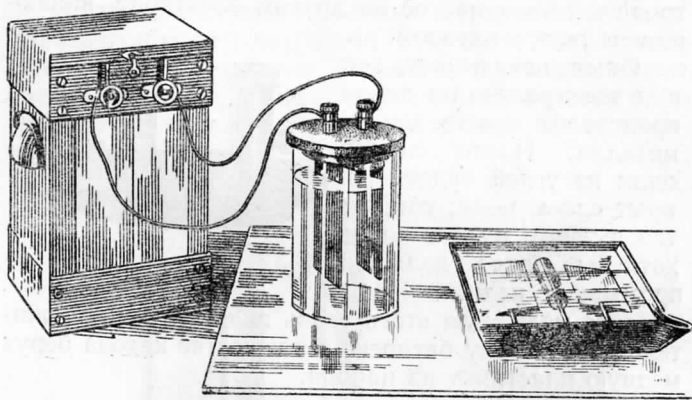


Рис. 5.

быть предварительно отрегулирован надлежащим образом, в противном случае он звонить не будет.

Лампочка карманного фонарика (3—4 вольта) от элемента Вольта накаливается весьма слабым красным накалом, едва заметным даже в темноте. Лампочка подобного типа в 1 вольт даёт заметный при свете накал. Входящая в набор цинковая неамальгамированная пластина служит для выяснения значения амальгамирования. У амальгамированной пластины реакция с кислотой на катоде обнаружи-

вается выделением на аноде газа водорода только в те моменты, когда от элемента берут ток¹. У неамальгамированной пластины реакция идёт на катоде всё время, вне зависимости от того, замкнут или разомкнут элемент.

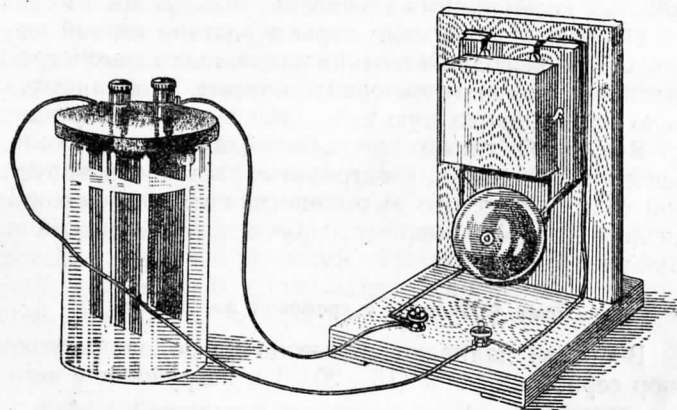


Рис. 6.

Опыт 3. Сравнение электродвижущих сил элемента для различных пар

Во избежание быстрого израсходования цинка неамальгамированную пластинку следует погружать в кислоту на короткое время. Пользование ею для других опытов нецелесообразно.

В крышку вставляют сначала электроды из одинаковых веществ (например, два угля, две медные

¹ Для выяснения принципа действия элемента ставят опыты с прибором, описанным в книге Горячкина Е. Н. «Методика преподавания физики», т. I, § 93, 3 (рис. 204).

пластины и т. д.) и отгружают их в раствор серной кислоты.

Демонстрационный вольтметр в этом случае покажет, что подобный элемент не даёт никакого напряжения. Затем в крышку вставляют пары возможных комбинаций из веществ: цинк, уголь и медь.

Погружая различные пары в раствор серной кислоты и производя измерения напряжения демонстрационным вольтметром, обнаруживают, что наибольшую электродвижущую силу даёт пара цинк—уголь.

Возможно также при электродах цинк—уголь испытать различные электролиты: растворы поваренной соли, хлористого аммония (нашатыря), соляной кислоты и др., измеряя получаемое напряжение вольтметром.

Опыт 4. Элемент с хромовой жидкостью

В стакан наливают примерно до половины раствор серной кислоты (15—20%) и погружают в него

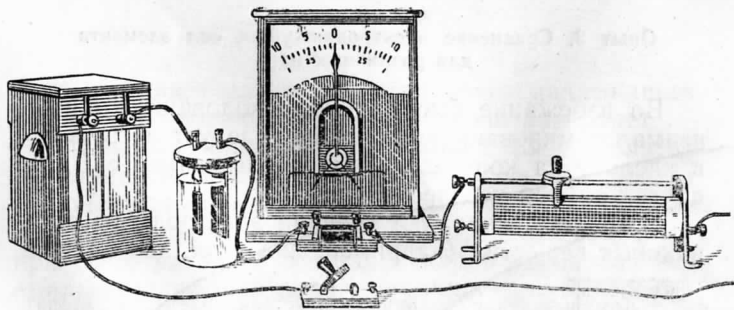


Рис. 7.

электроды — цинк и уголь. Звонок, присоединённый к собранному элементу, звонит только короткое время, т. е. до тех пор, пока элемент не поляризуется, как это было в опыте 2. В стакан доливают раствор деполяризатора (двуххромовокислый калий, растворённый в воде без примеси кислоты). Звонок начинает звонить непрерывно и притом много сильнее. От элемента можно накалить также лампочку от карманного фонарика. В результате получен элемент с хромовой жидкостью.

Собранным таким образом гальваническим элементом можно пользоваться для проведения некоторых опытов по электричеству.

Нормальный раствор для такого элемента следующей: воды — 100 частей, серной кислоты — 37 частей, двуххромовокислого натрия или калия — 16 частей. Элемент из набора даёт напряжение около 1,8 вольт.

Опыт 5. Определение электрохимического эквивалента меди

Прибор, кроме перечисленных опытов качественного характера, предназначен также для определения электрохимического эквивалента меди.

В стакан наливают раствор сернокислой меди (16%). Медные пластины очищают до блеска мелкой наждачной бумагой и для обезжиривания промывают в растворе соды. Касаться пальцами очищенных пластин нельзя — их надо брать для переноски за отрезки. Пластину, служащую катодом, взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г. Пластины укрепляют в крышке и погружают их в раствор, собрав предварительно цепь, как пока-

зано на рисунке 7, из двух аккумуляторов или элементов, реостата с ползунком, амперметра¹ и выключателя. Посредством реостата быстро устанавливают в цепи какой-нибудь определённый ток² (0,5—1А) и выключают ток.

Продолжительность замыкания цепи для подбора тока должна быть возможно более короткой, так как на катоде за это время происходит выделение меди и если замешкаться, то придётся вновь взвешивать пластину.

Замыкают цепь, заметив время по часам с секундной стрелкой. Электролиз производят в течение 15—20 минут (чем больше, тем точнее результат), следя за величиной тока и поддерживая последний неизменным при помощи реостата на протяжении всего опыта. Разрывают цепь, заметив время. Вынимают катод из раствора, тщательно высушивают фильтровальной бумагой и взвешивают. Определяют электрохимический эквивалент.

$$m = \frac{M}{I \cdot t},$$

где M — вес выделившейся меди, I — сила тока и t — время. Результатами опыта можно воспользоваться также для проверки амперметра.

¹ Амперметр должен иметь шкалу с делениями, позволяющими отсчитывать сотые деления ампера. Кроме того, он должен быть верен. Можно пользоваться также демонстрационным гальванометром с шунтом до 1 А, обязательно проверив его предварительно по хорошему амперметру.

² Для получения ровного и прочного выделения меди нормой является 1 А на 1 дм² поверхности катода.

Опыт 6. Гальваностегия

С прибором можно продемонстрировать принцип гальваностегии, покрыв медью какой-нибудь металлический предмет. Электролит для омеднения составляется из 3 частей сернокислой меди, 15 частей сегнетовой соли, 8 частей едкого натра и 100 частей воды. С раствором из одной сернокислой меди нельзя получить ровного и прочного осадка.

В крышку вставляют медную пластину, очищенную до блеска, и петлю для подвешивания предмета (рис. 8). Для омеднения проще всего взять металлическую пластину, подвесив её так, чтобы она была параллельна аноду, т. е. медной пластине¹.

Цепь собирают по схеме на рисунке 7, но не погружая электродов в жидкость. Когда цепь собрана, опускают электроды в раствор («под током») и посредством реостата устанавливают силу тока из рас-

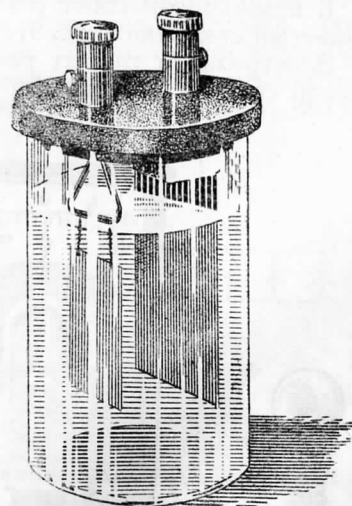


Рис. 8.

¹ О необходимой подготовке предмета и способах его механической и химической очистки см. книгу Горячкина Е. Н. «Методика преподавания физики», т. III, § 20.

счёта $0,5 \text{ a}$ на 1 дм^2 поверхности омедняемой пластинки. Время от времени поворачивают омедняемую пластинку к аноду другой стороной. Процесс омеднения займёт время 10—20 минут. После окончания омеднённую пластинку промывают и полируют мелом.

Опыт 7. Электролитический выпрямитель

В крышке укрепляют угольный электрод и алюминиевый стержень (рис. 9).

Электролитом служит раствор в воде двууглекислой соды (насыщенный) или лучше углекислого

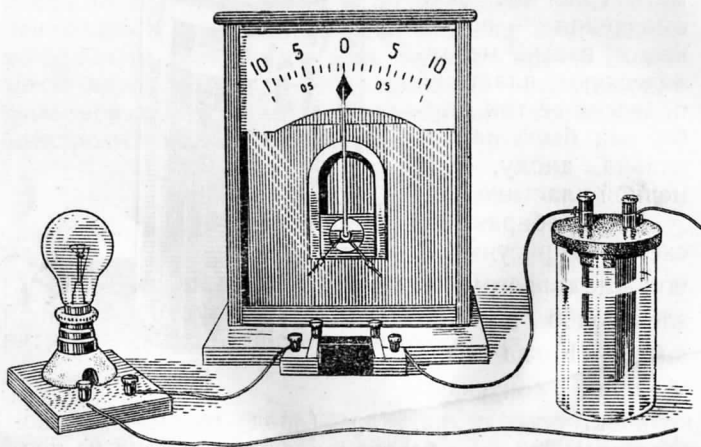


Рис. 9.

аммония (10%). При растворе углекислого аммония выпрямляющее действие сохраняется даже при кипе-

нии; при растворе соды выпрямление нарушается уже при температуре $60-70^\circ$.

Выпрямитель даёт выпрямленный ток только после формовки, заключающейся в образовании под действием тока плёнки окиси на поверхности алюминия. Эта плёнка обеспечивает одностороннюю проводимость от свинца или угля к алюминию.

Процесс формовки можно осуществить одним из указанных ниже способов. Наиболее быстро выпрямитель формируется, если в раствор погрузить сначала только кончик стержня (10—15 мм) и затем банку включить непосредственно (без реостата) в сеть освещения 120 вольт. Это возможно потому, что со-

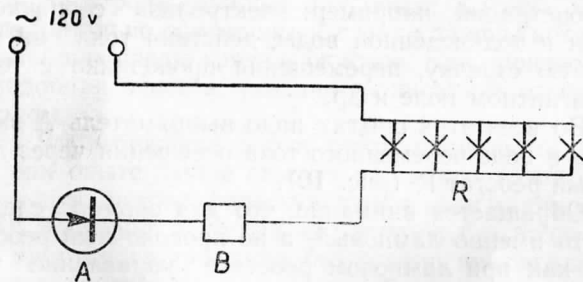


Рис. 10.

противление такого выпрямителя (неотформованного) достигает обычно величины порядка 10 омов и, следовательно, максимальный ток в момент включения будет не свыше 5—10 ампер. Однако эта величина тока через несколько секунд упадёт до 2—3 ампер вследствие формовки. Тогда стержень погружают постепенно глубже, насколько это возможно, и таким образом формируют всю его поверхность. Подобную формовку следует производить возможно

быстрее, чтобы не перегреть электролит. Если это случилось, то перед опытами нужно дать остынуть электролиту.

При другом способе формовки, рекомендуемом недостаточно опытному учителю, выпрямитель включают в сеть освещения через лампочку 100—300 ватт и через амперметр постоянного тока до 10 а (рис. 9). Палочку постепенно погружают в раствор по мере того, как показания амперметра при данном погружении перестанут увеличиваться. Формовка в этом случае займёт время от 5 до 10 минут.

Отформованный выпрямитель может заменить собой источник постоянного тока для некоторых демонстраций, например: электролиза сернокислой меди и подкислённой воды, действия тока на магнитную стрелку, перемещения проводника с током в магнитном поле и др.

Во всех этих опытах надо выпрямитель А включить в цепь переменного тока освещения через ламповый реостат R (рис. 10).

Обращается внимание, что для опытов следует брать именно ламповый, а не проволочный реостат, так как при ламповом реостате управление всей установкой будет наиболее простым и безопасным. Ввёртывая одну лампу за другой, увеличивают силу тока до нужной величины.

У электролитического выпрямителя алюминий соответствует положительному полюсу, уголь — отрицательному.

Основные правила ухода и хранения набора

Как известно, работы по электролизу требуют растворов кислот, щелочей и различных солей.

Электроды, вынутые из раствора и недостаточно промытые, сильно разъедаются и могут испортить ящик, в котором они хранятся. Кроме того, электроды, окислившиеся или содержащие на себе остатки реактивов, могут вызвать при опытах побочные реакции с растворами, искажающие основное наблюдаемое явление.

При работе с набором надо выполнять следующие правила:

1) Все растворы должны быть заготовлены заранее и в случае надобности профильтрованы. Приготовление раствора в самом стакане для прибора допускать нельзя.

2) Электроды, нужные для опыта, должны быть предварительно осмотрены и с них удалены хотя бы мельчайшие следы грязи и окислов. Как производится подобная очистка, указано в описаниях опытов с набором.

3) Во избежание порчи стола растворами прибор при опыте лучше ставить на стекло (рис. 5), в небольшую фотографическую кювету или на тарелку.

4) Электрод, вынутый из раствора без надлежащей промывки и просушки, безусловно, нельзя класть непосредственно на стол, а тем более в ящик. Так как промывка занимает сравнительно длительное время, то использованные электроды, следует класть в кювету с водой (рис. 5). Наличие такой кюветы особенно необходимо при демонстрационных опытах.

5) Электроды после работы должны быть тщательно промыты водой, для чего их лучше всего поместить в кювете в водопроводную раковину и 3—5 минут промывать в проточной воде, открыв для этого кран. Все выделения, получившиеся в результате реакций на электродах, перед промывкой в про-

точной воде¹ необходимо удалить тряпкой или бумагой. После промывки электроды нужно высушить или, проще, вытереть досуха тряпкой, фильтровальной или обёрточной бумагой. Подобной же обработке подвергают и крышку.

В ящик надо укладывать только промытые и высушенные электроды и крышку.

При надлежащем обращении с набором, заключающемся главным образом в тщательной промывке электродов после опытов, он может служить весьма долгое время, за исключением только цинковой пластины. Цинковую пластину в случае износа можно своими силами заменить новой².

6) Цинковую пластину следует амальгамировать каждый раз непосредственно перед демонстрациями элементов Вольта и хромового. Амальгама выполняет своё назначение после нанесения ртути всего 2—3 дня вне зависимости от того, использовался ли электрод или нет¹.

¹ Об удалении меди с угля см. опыт 1.

² Об изготовлении (отливке) пластин см. Горячкин Е. Н. «Методика преподавания физики в семилетней школе», т. III, § 10.

¹ Об амальгамировании, см. Горячкин Е. Н. «Методика преподавания физики», т. II, § 44, 45.

К УЧИТЕЛЯМ ШКОЛ И ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Главучтехпром обращается с просьбой сообщить свои замечания по работе и использованию прибора «Набор по электролизу Горячкина, а также внести свои предложения по улучшению конструкции.

Замечания и предложения следует направлять по адресу: Москва, Чистые Пруды, 6, Министерство просвещения РСФСР, Главучтехпром.

Издание 7-е.

Редактор Л. И. Фёдоров. Техн. редактор А. А. Пономарёва.

Подп. к печати 19/III-1957 г.

А 02639.

Бумага 70×108¹/₃₂.

Печ. л. 0,5 (0,68).

Уч.-изд. л. 0,60.

Зак. 460.

Бесплатно.

Тираж 14 000.

Типография 14-й ф-ки ГУТП, Москва, Озерковская наб., д. 4.