

Инженеръ-технологъ В. В. Рюминъ.

ОПЫТЫ
ПО
ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ
НА САМОДѢЛЬНЫХЪ ПРИБОРАХЪ
И
ВЪ ФИЗИЧЕСКОМЪ КАБИНЕТѢ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ.

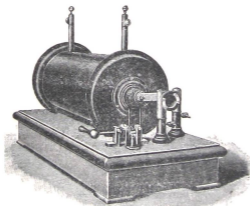
„Учите не одни уши, но и глаза слушателей“.

М. Фарадей.

ЧАСТЬ 2-я.

ОПЫТЫ СЪ ИНДУКТИВНЫМЪ ТОКОМЪ, РАЗРЯДАМИ ВЪ ГАЗАХЪ МАЛОЙ УПРУГОСТИ И СЪ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ВОЛНАМИ.

Со 63-мя рисунками



Цѣна 65 коп.

Оъ пересылкой 85 к., а совмѣстно съ первой частью 1 р. 75 к.

Издание книгоиздательства

„ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЖИЗНЬ“.

гор. Николаевъ (Херс. губ.), Спасская 7, св. домъ.

НИКОЛАЕВЪ.

Электрич. Типо-литогр. бр. Л. и И. Бѣлолинскія, уг. Соборной и Спасской.

1911.

Предисловіе ко второй части.

Первая часть этой книги вышла въ іюль 1910 г. и была отмѣчена многочисленными и весьма лестными для меня отзывами рецензентов*) и читателей**) Сознаю, что послѣднее обстоятельство налагаетъ на меня обязанность отнести съ большимъ вниманіемъ къ окончанію моей работы, чтобы она могла оправдать отзывы и ея началъ. Къ сожалѣнію, не считаю свою задачу выполненной такъ, какъ мнѣ бы того хотѣлось. Обиліе текущей повседневной работы въ періодической печати не оставляетъ у меня времени для надлежащей разработки 2-й части этой книги, а обѣщаніе, данное мною въ предисловіи къ 1-й части, закончить издание въ текущемъ 1910 г., не позволяеть откладывать ея выпуска въ свѣтъ. Надѣюсь, что тѣ пропуски, которые благодаря указаннымъ обстоятельствамъ пришлось сдѣлать въ собраніи опытовъ съ переменными токами и разрядами въ газахъ малой упругости, не являются особенно существенными и для большинства экспериментаторовъ не представляютъ затрудненій къ самостоятельному ихъ воспроизведенію.

Буду во всякомъ случаѣ весьма признателенъ за каждое указаніе, могущее принести пользу при дальнѣйшей обработкѣ темы, затронутой въ моей книжкѣ. Всѣ замѣчанія и описанія тѣхъ или иныхъ опытовъ, не вошедшихъ въ книгу, которыя пожелалъ бы сдѣлать читатель, покорнѣйше прошу направлять въ редакцію издаваемого мною журнала „Электричество и Жизнь“ (г. Николаевъ, Херс. губ., Спасская, 7).

Нахожу необходимымъ на этихъ же страницахъ отвѣтить коллективно на рядъ писемъ, полученныхъ мною отъ читателей 1-й части книги, за которыя приношу имъ свою глубокую благодарность. Мнѣ указывали, что списокъ приборовъ для опытовъ, составленный мною

*) Единственнымъ исключеніемъ въ ряду этихъ отзывовъ является рецензія въ „Жур. Мин. Нар. Пр.“. Въ ней, правда, упомянуты и положительныя стороны книжки: „яснѣе правдивый, въ научномъ отношеніи, языкъ“, „большое число полезныхъ указаній“ и т. д. но въ общемъ отзывъ отрицательный. Это отнюдь не мѣшаетъ мнѣ быть глубоко благодарнымъ рецензенту, такъ какъ своимъ добросовѣстнымъ разборомъ всехъ вольныхъ и невольныхъ моихъ промаховъ, до немногочисленныхъ опечатокъ включительно, онъ весьма облегчилъ трудъ подготовки 2-го изд. книжки. Если такое будетъ мною издано, то, понятно, я воспользуюсь въ немъ всеми указаніями, сдѣланными мнѣ моимъ компетентнымъ критикомъ.

Амн.

**) Нѣмецкіе авторы, даже такіе извѣстные, какъ, напр., Постке, находятъ возможнымъ печатно воспроизводить отзывы о ихъ книгахъ, присланные письменно отъ читателей и знакомыхъ. У насъ такая самореклама не принята, но я не могу не умолчать, что глубоко тронуть дружескимъ участіемъ многихъ неизвѣстныхъ мнѣ дотоль лишь, обратившихся ко мнѣ съ письмами по поводу 1 ч. моей книги, и за ихъ дружеское сочувствіе приношу имъ свою горячую благодарность.

во многом отличается от предложеннаго Министерствомъ Народнаго Просвѣщенія. Причина та, что, на мой взглядъ, лучше имѣть приборовъ меньше, но такихъ, съ которыми можно работать. Не секретъ, что въ нашихъ физическихъ кабинетахъ нерѣдко значительная часть приборовъ почти не выходитъ изъ за стеклянныхъ дверей шкаповъ по сложности обращенія съ ними, по отсутствію у экспериментатора надлежащаго источника тока, необходимаго для манипулированія съ этими приборами, и др. причинамъ.

Нѣкоторые корреспонденты запрашивали, у кого купить приборы. Рекомендовать опредѣленную фирму не считаю себя въ правѣ, могу лишь посовѣтовать не гнаться за дешевизной, памятуя, что въ физической кабинетъ приборъ покупается не на одинъ годъ. Если же я въ книгѣ ссыался на ту или другую фирму, то лишь потому, что самъ экспериментировалъ именно съ приборомъ этой фирмы. Гг. преподавателямъ при затрудненіи въ вопросѣ, какіе выписать приборы для физическаго кабинета, беру на себя смѣлость посовѣтовать, составляя кабинетъ, предварительно ознакомиться съ приборами, намѣченными для покупки, чтобы не вводить въ инвентарь излишнихъ неудобныхъ для манипулированія съ ними приборовъ.

Гг. любителямъ, для которыхъ въ большинствѣ случаевъ, вопросъ о стоимости играетъ первенствующую роль, рекомендую дешевыя модели, по которымъ они сами могутъ сдѣлать болѣе солидные приборы или варьировать ихъ устройство. Для этого круга читателей я ввелъ въ книжку описанія нѣкоторыхъ самодѣльныхъ приборовъ, не принадлежащихъ къ числу обычно устраиваемыхъ любителями. Нѣкоторые изъ моихъ уважаемыхъ корреспондентовъ совѣтовали пополнить книгу описаніемъ самодѣльныхъ электростатическихъ машинъ, гальваническихъ элементовъ, аккумуляторовъ, индукционныхъ катушекъ, моделей динамо-машинъ и т. п. Я не нашель удобнымъ послѣдовать ихъ совѣту, чтобы не увеличить безъ особой необходимости объемъ, а слѣдовательно и цѣну книги, такъ какъ описанія этихъ приборовъ имѣются въ цѣломъ рядѣ сборниковъ и въ многочисленныхъ журнальныхъ замѣткахъ. Надѣюсь въ дальнѣйшемъ собрать лучшія изъ такихъ описаній и послѣ надлежащей проверки на практикѣ издать ихъ въ особой книжкѣ, такъ какъ настоящая моя работа имѣетъ главной цѣлью описаніе опытовъ, производимыхъ при помощи приборовъ, устройство же приборовъ указывается лишь въ случаяхъ дѣйствительной къ тому необходимости.

Составитель.

Декабрь, 1910 г.

ГЛАВА I-я.

Опыты съ индуктивнымъ токомъ.

§ 1. Приборы, примѣрная стоимость ихъ, обращеніе съ ними.

Преимущественнымъ источникомъ индуктивнаго тока, какъ въ мастерской электротехника-любителя, такъ и въ физическомъ кабинетѣ средней школы, служить спираль Румкорфа. Для токовъ большей силы и меньшей частоты перемѣняють пользуются альтернаторами переменнаго тока, а для постояннаго тока динамо-машинами, дающими токъ, постоянный по направленію, но пульсирующий по силѣ.

Мы не будемъ описывать самодѣльное устройство этихъ приборовъ. Оно доступно лишь немногимъ опытнымъ любителямъ, имѣющимъ не мало свободнаго времени и средствъ, такъ какъ нельзя не признаться, что самодѣльные источники индуктивнаго тока при равныхъ качествахъ (если еще это удастся достигнуть любителю) обойдутся не много дешевле продажныхъ.

Небольшія катушки и модели динамо, не имѣющія серьезнаго значенія въ качествѣ источника тока, можно, конечно, дѣлать и самому, и по устройству ихъ имѣется не мало матеріала въ нашей оригинальной (работы В. И. Попова, журналъ „Электричество и Жизнь“) и переводной литературѣ (напр. Л. А. Боровичъ: „Индукціонная катушка“, Ф. Пауэль: „Какъ самому строить динамо-машинны и моторы“) и др. Повторять эти описанія здѣсь мы не имѣемъ мѣста. Замѣтимъ лишь, что при изготовленіи обмотокъ необходимо всегда пользоваться проволокой самаго лучшаго качества, такъ какъ длина искры въ индукторѣ и правильность дѣйствія генераторовъ тока главнымъ образомъ зависятъ отъ проводимости проволоки и совершенства ея изоляціи. Намъ нѣрѣдко приходилось видѣть разочарованіе любителей, устроившихъ приборъ по описанію, когда качества его оказывались много ниже ожидаемыхъ исключительно по внигъ самого любителя, взявшаго первую попавшуюся проволоку. Лучше всего испытать качества проволоки передъ примѣненіемъ ея въ дѣло и приобретать всѣ матеріалы у достойныхъ довѣрія поставщиковъ.

Что касается покупныхъ спиралей и динамо, то первая слѣдуетъ покупать у мастеровъ, специализировавшихся на ихъ изготовленіи и отнюдь (что въ особенности относится къ оборудованію физическихъ кабинетовъ нашихъ среднихъ школъ) не гнаться за дешевой, вторья надо заказывать фирмамъ, торгующимъ электротехническими принадлежностями, такъ какъ по каталогамъ продавцовъ физическихъ приборовъ онѣ расцѣнены обычно значительно дороже, чѣмъ у электротехниковъ.

Вообще надо замѣтить, что выработать примѣрный списокъ приборовъ и составить смѣту ихъ стоимости въ данномъ случаѣ нелегко, такъ какъ, смотря по размѣру динамо и индуктора, какъ число добавочныхъ къ нимъ приборовъ, такъ и стоимость указанныхъ источниковъ тока мѣняются въ широкихъ предѣлахъ. Приблизительно можно остановиться на нижеслѣдующихъ аппаратахъ:

Приборъ Вейнгольда для основныхъ опытовъ съ индуктив-		
нымъ токомъ		11 р. *)
Коммутаторъ Кольбе		13 "
Индуктивная катушка Гольдштейна		50 "
Разборная модель спирали Румкорфа		100 "
Катушка Румкорфа	отъ 80 до	200 "
Прерыватель Венельта		30 "
Маятникъ Вальтенгофена		30 "
Приборъ для демонстраціи дѣйствія телефона. (Если		
есть индукторъ Гольдштейна, то этотъ приборъ не		
нуженъ)		20 "
2 телефона Белля		18 "
Микрофонъ Юза		4 "
Домашній телефонъ		16 "
Микрофонъ съ угольными зернами		7 "
Приборъ для опытовъ съ говорящей вольтовой дугой 60 р. (предполагая,		
что дуговой фонарь имѣется въ наличности).		

Свѣтовой телефонъ (добавочныя части къ предыдущему прибору) 50 р.
 Приблизительная стоимость (безъ динамо) 490—670 р.

Безъ катушки Гольдштейна можно обойтись, какъ и безъ модели Румкорфовой спирали, но имѣть послѣднюю весьма желательно въ виду ея достоинства для класснаго демонстраціи **). Вообще нельзя не пожалѣть, что въ большинствѣ нашихъ физическихъ кабинетахъ имѣются устарѣлыя маленькія катушки, годныя развѣ для опытовъ съ гейслеровыми трубками. Въ настоящее время, съ развитіемъ ученія объ электричествѣ, слѣдуетъ имѣть катушку, при помощи которой можно демонстрировать волнообразное распространеніе электричества въ діэлектрикахъ, т. е. дающую искру не менѣе 5 см., а если позволять ассигнуемая на пополненіе кабинета средства, то въ 20 см.

Маятникъ Вальтенгофена можно замѣнить магнитной стрѣлкой съ успокоителемъ, но опытъ съ маятникомъ настолько эффектенъ, что жаль обойти его молчаніемъ. Любитель безъ труда сможетъ соорудить этотъ не сложный приборъ по нашему рисунку (см. ниже).

Телефоны и принадлежности къ нимъ также рекомендуемъ приобретать у специалистовъ. Замѣчательные по силѣ микрофоны выдѣляются въ настоящее время германскимъ Акустическимъ Обществомъ. Приборы этой фирмы, дающіе возможность слышать сильно-глухимъ, весьма пригодны для демонстраціи

*) Цѣны намѣчены среднія, по прейсъ-курантамъ крупныхъ германскихъ фабрикъ, являющихся главными поставщиками нашихъ торговцевъ физическими приборами.

***) За недостаткомъ средствъ разборную катушку можно отчасти (но только отчасти) замѣнить таблицей Штернштейна, стоящей 1 р. 40 к. Ею таблицы вообще полезно имѣть въ физическомъ кабинетѣ, такъ какъ онѣ сохраняютъ время, которое учитель долженъ тратить на рисованіе схемъ приборовъ на доскѣ.

дѣйствія микрофона, во много разъ превосходящаго по силѣ звука обыкновенные микрофоны, принимаемые въ физическихъ кабинетахъ.

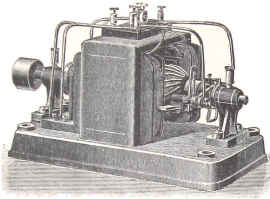


Рис. 1-п.

нiя, весьма удобно пользоваться ею, какъ источникомъ тока для опытовъ. Въ этомъ случаѣ установка состоитъ (рис. 2) изъ мотора-трансформатора М (умформера), динамо D, коммутатора R, вольт-амперметра g, реостата r и батареи аккумуляторовъ А. Выключая послѣднюю, пользуются токомъ центральной станціи (обычно это переменный токъ въ 110 или 220 вольтъ), трансформируя его въ 20-вольтный постоянный токъ, для зарядки аккумуляторовъ вклю-

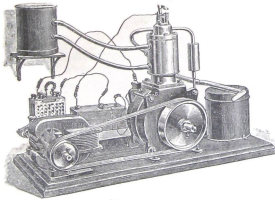


Рис. 3-п.

и гидро-электрическія установки, динамо которыхъ приводится во вращеніе турбинами, дѣйствующими напоромъ воды изъ водопровода.

Практическія указанія на обращеніе съ динамо читатель найдетъ въ книжкѣ Шульца „Болѣзни динамомашинъ“. Съ своей стороны укажемъ, что щетки

Что касается динамомашинъ, то, если она нужна лишь какъ физическій приборъ, можно посоветовать купить небольшую ручную динамо, рублей за 100. Такая динамо (рис. 1) даетъ электродвижущую силу 35 вольтъ, при силѣ тока въ 3 ампера. Эта же машина можетъ служить трансформаторомъ для полученія переменнаго и трехфазнаго тока отъ источника постоянного тока. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда имѣются провода отъ центральной станціи электрическаго освѣще-

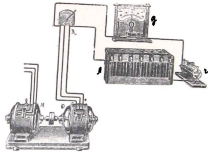


Рис. 2-п.

чаютъ батарею, пропуская токъ черезъ лампочку соответствующаго вольтажа. Такая установка стоитъ не менѣе 300 р. и доступна лишь въ городахъ съ центральной станціей и спеціальныхъ учебн. заведеніяхъ, имѣющихъ свою электрическую станцію,

Весьма компактная установка динамо съ газомоторомъ (рис. 3) появились недавно во Франціи (фирма Heller & Coudergъ въ Парижѣ), равно какъ

къ коллекторамъ не должны прилегать ни слишкомъ слабо ни слишкомъ сильно. Въ первомъ случаѣ онѣ даютъ искры (т. е. „искреніе коллектора“), во второмъ быстро истираются сами и истираютъ коллекторъ. Что касается искренія коллектора, то оно можетъ зависѣть и отъ неисправности въ сѣти. Обнаружить послѣднее можно, наблюдая показанія вольтметра (оно будетъ ниже нормальнаго) и амперметра (выше нормальнаго). Въ тѣхъ же случаяхъ, когда оно зависить отъ неправильнаго положенія щетокъ, неравномѣрнаго ихъ истиранія и отъ загрязненія поверхности коллектора, его легко устранить, исправляя указанныя дефекты. Значительно большаго труда стоитъ отыскать причину короткаго замыканія въ самой машинѣ, для чего машину нужно немедленно остановить и, вынувъ якорь, наслѣдовать при помощи гальванометра проводимость его обмотки. Чтобы обнаружить присутствіе короткаго замыканія обмотки съ желѣзными частями якоря, гибкій проводникъ включаютъ въ цѣпь съ гальванометромъ и гальванической батареей, соединяя свободные концы проводника, одинъ съ полюсами обмотки, другой съ сердечникомъ якоря. Сообщение внутри самой обмотки ищется подобнымъ же путемъ, для чего одинъ конецъ провода соединяютъ съ однимъ, а другой съ другимъ полюсомъ обмотки, провода же отъ гальваноскопа по порядку соединяютъ съ каждымъ двумя сосѣдними секціями обмотки. Если отклоненіе гальванометра въ одной изъ паръ секцій меньше, чѣмъ въ другихъ, то въ этой парѣ имѣется короткое замыканіе (соприкосновеніе проводовъ, лишенныхъ изоляровки). Отклоненіе больше нормальнаго указываетъ на разрывъ обмотки.

Классныя динамо должны имѣть футляръ, преграждающій доступъ къ нимъ со стороны учениковъ. Движущіяся части машинъ должны аккуратно смазываться, и въ случаѣ порчи машины лица, незнакомаго практически съ электротехникой, не должны пытаться самостоятельно дѣлать исправленія, а приглашать для этого опытныхъ мастеровъ. Направление тока въ динамо опредѣляютъ согласно оп. 22-у гл. III, ч. I-й. Для этого соединяютъ полюса проводникомъ и, расположивъ послѣдній параллельно надъ компасной стрѣлкой, медленно вращаютъ динамо. Компасная стрѣлка отклоняется влѣво отъ наблюдателя, стоящаго у ея южнаго конца и смотрящаго на сѣверный, если токъ идетъ по направлению взгляда, и справа, если онъ течетъ на встрѣчу. Проводникъ надо брать достаточно длинный, унося компасъ подальше отъ машины, чтобы она не вліяла на его нормальное положеніе. Провода сильнаго тока отъ электрическихъ установокъ должны быть скрыты внутри деревянныхъ желобовъ, если же ихъ приходится прокладывать по стѣнамъ, то прокладку надо вести на такой высотѣ, чтобы провода нельзя было достать руками.

Что касается обращенія съ индукторами (рис. 4), то ихъ не слѣдуетъ давать въ руки учащихся, за осторожность которыхъ не можетъ поручиться преподаватель (любители не должны давать ихъ своимъ знакомымъ), такъ какъ неумѣльнымъ обращеніемъ весьма легко ихъ совершенно испортить, а спираль большаго размѣра можетъ кромѣ того послужить причиной тяжелаго пораженія переменнымъ токомъ и даже смерти неопытнаго экспериментатора.

Никогда не слѣдуетъ переходить предѣла искроваго промежутка, а еще лучше всегда брать искры нѣсколько меньшія тѣхъ, на которыя рассчитана катушка. Токъ отъ батареи надо всегда пускать въ одномъ направленіи, такъ что-

бы отрицательный полюсъ разрядника соответствовалъ диску, а положительный—острію. При такомъ направленіи искры достигаютъ максимума длины и проскакиваютъ между остриемъ и центромъ диска, при противоположномъ направленіи первичнаго тока искры малы, не образуютъ непрерывнаго потока и направленіе ихъ весьма неправильно. Части катушки изъ вулканизированнаго каучука надо защищать отъ дѣйствія свѣта, для чего не слѣдуетъ оставлять катушку въ шкафу со стеклянными дверцами, куда ее ставятъ „для красоты“ въ нашихъ физическихъ кабинетахъ. Расстояние платинированнаго острія прерывателя до напаяннаго на противолежащую ему пластинку кусочка платины слѣдуетъ тщательно регулировать, подвинчивая штифтикъ такъ, чтобы онъ давалъ наибольшее число прерываній въ секунду.

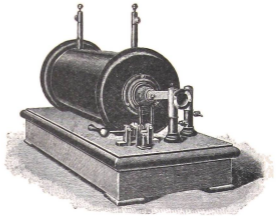


Рис. 4-й.

Приблизительно это расстояние въ катушкахъ среднихъ размѣровъ около 1-го мм. Важнымъ правиломъ обращенія съ катушкой Румкорфа является слѣдующее: никогда не начинать опытовъ, не сблизивъ полюсовъ разрядника, чтобы между ними, точно такъ какъ будетъ пущенъ первичный токъ, начали проскакивать искры. Въ противномъ случаѣ легко пробить изоляцію обмотки или нарушить цѣлость конденсатора.

Несоблюденіе этого правила весьма отзывается на качествѣ катушекъ въ физическихъ кабинетахъ нашихъ школъ, въ которыхъ не рѣдко встрѣчаются „слабо дѣйствующія“ катушки. Обыкновенно сваливаютъ вину на фирму, доставившую приборъ, хотя чаще всего въ порчѣ катушки являются виновными лица, не умѣющія съ ней обращаться и не соблюдающія упомянутаго правила.

Относительно другихъ приборомъ, упомянутыхъ въ нашемъ спискѣ, укажемъ, что для полученія хорошихъ результатовъ съ приборами для возбужденія индуктивнаго прямого тока необходимъ источникъ первичнаго тока силою около 20 амперъ, а при опытахъ съ микрофономъ источникъ тока долженъ быть возможно слабымъ: въ противномъ случаѣ необходимо въ цѣнь вводить сопротивление, чтобы не окислить искровыми разрядами шариковъ микрофона.

Что касается предосторожностей при обращеніи съ другими аппаратами, то мы укажемъ на нихъ при описаніи соответственныхъ опытовъ.

§ 2. Полученіе индуктивнаго тока.

Оп. 1. Индуктивный токъ въ прямомъ проводникѣ. Для опыта нуженъ сильный электромагнитъ, который удобнѣе положить горизонтально, сѣвернымъ полюсомъ внизъ, южнымъ вверхъ (рис. 5). Тонкая мѣдная проволока соединяется концами съ клеммами весьма чувствительнаго (лучше всего зеркалапаго) галь-

ванометра. Если быстро пересечь силовое поле магнита проводникомъ, такъ чтобы движеніе имѣло направленіе нормальное къ силовымъ линіямъ поля, а проводникъ былъ направленъ горизонтально, то въ моментъ пересѣченія силовыхъ линій поля гальванометръ вздрагиваетъ. При движеніи проводника въ обратномъ направленіи, наблюдается отклоненіе показателя гальванометра (ударъ) въ

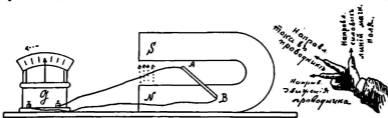


Рис. 5-я.

обратномъ же направленіи. Зная, въ какую сторону долженъ отклоняться показатель гальванометра, въ зависимости отъ направленія пропускаемаго черезъ него тока (что опредѣляется предварительно, включеніемъ его въ цѣпь съ гальваническимъ элементомъ), легко опредѣлить направленіе тока, пробѣгающаго по проводнику, при движеніи послѣдняго въ магнитномъ полѣ. Замѣтимъ, что напряженіе (электродвижущая сила) такого индуктивнаго тока въ прямолинейномъ проводникѣ будетъ весьма ничтожно. При достаточно сильномъ электромагнитѣ, силовое поле котораго имѣетъ напряженіе до 10000 силовыхъ линій на кв. см., при длинѣ проводника въ 5 см., при скорости его движенія 1 метръ въ секунду, разность потенциаловъ на концахъ проводника не превзойдетъ 0,05 вольта.

Оп. 2. Опытъ Фарадея. Знаменитый опытъ Фарадея, которымъ онъ впервые „превратилъ магнетизмъ въ электричество“, является варьяціей предыдущаго.

На желѣзный стержень (для сгущенія силовыхъ линій поля) навиваютъ нѣсколько рядовъ мѣдной проволоки (рядовъ около 30), повторяя обмотку въ 5—6 слоевъ (рис. 6). Свободные концы проволоки, очищенные отъ изолировки, соединяютъ съ гальванометромъ. Гальванометръ можно брать значительно меньшей чувствительности, чѣмъ для опыта съ индуктивнымъ токомъ въ прямомъ проводникѣ. При отрываніи стержня съ окружающей его обмоткой отъ концовъ магнита, двигая стержень такъ, чтобы его ось была параллельна прямой, соединяющей магнитные полюсы, замѣчаютъ рѣзкій ударъ гальванометра. При приближеніи стержня къ магниту ударъ наблюдается въ обратномъ направленіи. Можно и иначе убѣдиться въ существованіи тока въ проводникѣ, пересѣкая силовыя линіи магнитнаго поля, для чего къ концамъ стержня привязываютъ металлической проволокой, напр., два ключа и даютъ ихъ въ руки помощнику экспериментатора.

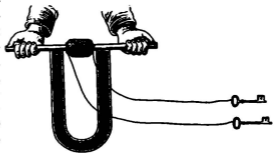


Рис. 6.

При движеніи стержня въ указанныхъ направленіяхъ лицо, держащее ключи, ощущаетъ прохожденіе черезъ руки электрическаго тока. Такъ какъ на многихъ лицъ даже слабые токи оказываютъ сильное физиологическое дѣйствіе, то не слѣдуетъ двигать въ этомъ случаѣ стержень быстро, а начавъ медленно приближать и удалять его отъ магнита, постепенно ускорять эти движенія, пока лицо, держащее ключи, не найдетъ, что ощущенія стали неприятны.

Оп. 3. Полученіе тока въ катушкѣ. Пустотѣлый деревянный или картонный цилиндр обматывается тонкой (діаметромъ въ 0,2—0,1 мм.) проволокой въ 2—3 слоя. Концы обмотки соединяютъ съ зажимами гальванометра. Быстро

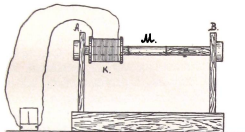


Рис. 7-й.

надвѣвая катушку на полосовой магнитъ, а затѣмъ снимая ее съ магнита, наблюдаютъ отклоненіе стрѣлки гальванометра. Опытъ этотъ можно производить на универсальномъ приборѣ для опытовъ съ индуктивнымъ токомъ Гольдштейна (описание см. оп. 4-й) Можно нѣсколько измѣнить опытъ, зажимая полосовой магнитъ между двумя деревянными стойками (рис. 7). Горизонтальныя части стоекъ должны быть достаточно длинными, чтобы на нихъ могла помѣститься катушка К. При подобной установкѣ катушку надвѣваютъ и снимаютъ съ магнита М, ведя ее въ одну сторону отъ А къ В или обратно.

Оп. 4. Полученіе индуктивнаго тока въ магнитномъ полѣ гальваническаго тока. Составляютъ двѣ цѣпи, одну съ первичной обмоткой изъ небольшого числа оборотовъ толстой проволоки, соединяемую съ источникомъ постоянного тока, напр., батареей гальваническихъ элементовъ или аккумуляторовъ: въ эту цѣпь вводятъ реостатъ и коммутаторъ. Вторая цѣпь

заключаетъ вторичную обмотку изъ большого числа витковъ тонкой проволоки и чувствительнаго гальванометра. Для сгущенія силовыхъ линий гальваническаго поля первой катушки внутрь ея можно вводить стержень мягкаго желѣза или стальной магнитъ. Последнее даетъ возможность на томъ же приборѣ, не пропуская токъ черезъ первичную обмотку, показать предыдущій опытъ. Упомянутый приборъ Гольдштейна (рис. 8 и 9) состоитъ изъ магнита М съ надвѣтой на него первичной обмоткой Р₁ и вторичной обмотки Р₂. На немъ можно продѣлать оп. 3-й, возбуждая индуктивный токъ въ первичной обмоткѣ, если надвѣвать и снимать катушку Р₁ съ магнита. Вводя спираль Р₁ внутрь спирали Р₂ или, наоборотъ,

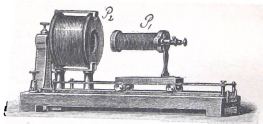


Рис. 8-й.

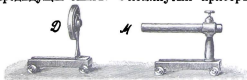


Рис. 9-й.

катушку Р₁ съ магнита. Вводя спираль Р₁ внутрь спирали Р₂ или, наоборотъ,

одѣвая и снимая P_2 съ первичной спирали, получаютъ токъ во вторичной обмоткѣ. Токъ можно усилить, надѣвая спираль P_1 на магнитъ M .

Оп. 5. Индукція при измененіи силы поля первичной обмотки. Въмѣсто того чтобы измѣнять взаимное положеніе спиралей, можно измѣнять напряженность поля первичной спирали, мѣняя направленіе тока коммутаторомъ или силу тока реостатомъ. Во всѣхъ случаяхъ ослабленія или размыканія тока отклоненіе показателя гальванометра будетъ происходить въ направленіи, обратномъ направленію его при усиленіи тока или его замыканіи. Вторичная спираль въ этомъ случаѣ остается все время надѣтой на первичную.

Оп. 6. Опредѣленіе направленія индуктивнаго тока въ катушкѣ. Зная, въ какую сторону отклоняется показатель гальванометра при прохожденіи тока во вторичной катушкѣ, можно опредѣлять въ предыдущихъ опытахъ направленіе индуктивнаго тока во вторичной катушкѣ. Зная же сверхъ того направленіе тока въ первичной катушкѣ, можно вывести правило, что индуктивный токъ имѣетъ одинаковое направленіе съ прямымъ токомъ первичной катушки при размыканіи и ослабленіи тока въ послѣдней или при удаленіи ея отъ вторичной катушки. Обратное при приближеніи первичной и вторичной катушки, равно какъ при усиленіи и замыканіи первичнаго тока, индуктивный токъ пробѣгаетъ въ обратномъ направленіи.

Оп. 7. Полученіе экстратока. Катушку съ обмоткой изъ большого числа оборотовъ тонкой проволоки вводятъ въ одну изъ вѣтвей мостика Уитстона (ч. I, гл. 3-я, оп. 95). Добившись передвиженіемъ скользящаго контакта установленія равновѣсія, т. е. нулевого показанія гальванометра (гальванометръ долженъ быть въ этомъ случаѣ достаточно чувствительнымъ), быстро размыкаютъ токъ въ цѣпи. Гальванометръ даетъ ударъ, при чемъ показатель отклоняется въ сторону, соответствующую усиленію прямого тока. При замыканіи тока ударъ показателя слабѣе (показатель отклоняется на меньшій уголъ) и направленъ въ обратную сторону. Токъ, усиливающій дѣйствіе прямого тока (при прекращеніи или ослабленіи его) и ослабляющій прямой токъ (при усиленіи или замыканіи), носитъ названіе тока самондукціи или экстра-тока и можетъ быть сравненъ съ инерціей матеріальныхъ массъ.

Оп. 8. Опытъ Гамбеля. Двѣ одинаковой силы компасныхъ стрѣлки устанавливаютъ въ нормальномъ положеніи. Подъ одну изъ нихъ кладутъ массивную металлическую (не желѣзную и не стальную) подкладку. Отведя обѣ стрѣлки на одинаковые углы отъ нормальнаго положенія, наблюдаютъ, что компасъ, положенный на металлической плитѣ, успокаивается скорѣе, чѣмъ не имѣющій подъ собой такой подкладки. Тотъ же результатъ замѣчается, если окружить одинъ изъ компасовъ ме-

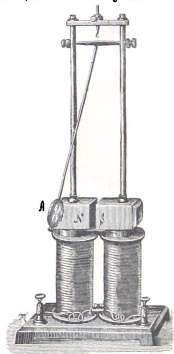


Рис. 10-а.

тадлической массивной обмоткой. При изменении магнитного поля, окружающего струю, в соединенных с нею металлических предметах возбуждаются индуктивные токи, противодействующие тому движению магнита, которое их вызвало.

Оп. 9. Опыт с маятником Вольтенгофена. Имѣя въ своемъ распоряженіи достаточно сильный электромагнитъ, можно продѣлать опытъ съ индуктивными токами Фуко. Токи возникаютъ при движеніи массивнаго проводника въ магнитномъ полѣ, которое препятствуетъ этому движенію. Для этого опыта имѣется специальный приборъ Вольтенгофена (рис. 10). Отклонивъ чечевицу маятника на уголъ около 45° , замѣчаютъ по часамъ, сколько времени онъ будетъ качаться. Повторяютъ опытъ, пустивъ предварительно сильный токъ въ обмотку электромагнита. Въ этомъ случаѣ чечевица маятника пересѣкаетъ силовыя линіи между полюсами магнита, и маятникъ останавливается тѣмъ раньше, чѣмъ гуще это поле, т. е. чѣмъ сильнѣе токъ въ обмоткѣ электромагнита. По каталогамъ фирмъ, торгующихъ физическими приборами, такой маятникъ стоитъ около 30 руб. Понятно, что, имѣя отдѣльный электромагнитъ, нѣтъ надобности покупать весь приборъ, а достаточно присоединить къ электромагниту маятникъ, чечевицей котораго можетъ служить массивный мѣдный шаръ или дискъ.

Оп. 10. Нагрѣваніе проводника индуктивными токами. Въ чечевицѣ вольтенгофенскаго маятника вытачиваютъ полшаровое углубленіе: тонкостѣнную стеклянную трубочку запаиваютъ на спиртовкѣ и раздуваютъ запаянный конецъ въ шарикъ того же діаметра, какъ углубленіе, выточенное въ чечевицѣ маятника. Внутрь трубочки пускаютъ каплю подкрашенной воды, укрѣпляя получившійся такимъ образомъ термостатъ шарикомъ въ углубленіи, а трубочкой по подвѣсу маятника. При качаніи маятника въ магнитномъ полѣ чечевица его нагрѣвается, причемъ капля жидкости въ термостатѣ поднимается вверхъ, такъ какъ воздухъ въ шарикѣ расширяется отъ нагрѣванія.

Оп. 11. Опытъ Флеминга. Для изученія свойствъ экстратока весьма полезно продѣлать опытъ Флеминга, показывающій, что вольтажъ экстратока можетъ

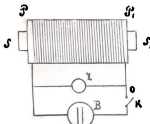


Рис. 11-я.

быть выше разности потенциаловъ прямого тока. Въ цѣль (рис. 11) включаютъ катушку съ обмоткой PP, и желѣзнымъ сердечникомъ SS, для сгущенія силового поля, источникъ тока В съ определенной электродвижущей силы и коммутаторъ К. Въ отвѣтвленіе О включаютъ маловольтную лампочку накаливанія Z, имѣющую вольтажъ немного большій, чѣмъ вольтажъ источника тока В. Можно, напр., взять 4-хъ вольтную лампочку при 2-хъ элементахъ Буизена, соединенныхъ

последовательно, въ качествѣ источника тока. Пустивъ токъ, прерываютъ его, наблюдая, что въ моментъ перерыва лампочка, не горящая при прохожденіи прямого тока, вспыхиваетъ.

Оп. 12. Опытъ Канны. Въ предыдущую установку включаютъ реостатъ С (рис. 12-й) съ жидкостью (см. ч. I стр. 69), такъ какъ въ реостатѣ съ проволокой возникаетъ индуктивный токъ, мешающій отчетливости опыта. Сопротивленіе реостата подбираютъ



Рис. 12-я.

такъ, чтобы при замкнутомъ токѣ лампочка L, введенная въ отвѣтленіе, слабо накаливалась. При быстромъ размыканіи тока лампочка ярко вспыхиваетъ, а при новомъ замыканіи вспыхиваетъ слабѣе и, какъ только индуктивный токъ достигнетъ максимальной силы, опять возвращается къ прежнему слабому свѣченію.

§ 3. Опыты съ катушкой Румкорфа.

Оп. 13. Демонстрированіе обыкновенной Румкорфовой спирали. Источникомъ прямого тока берутъ опускную батарею съ хромовой жидкостью (ч. I, стр. 38), для маленькихъ катушекъ достаточно 1-го—2-хъ такихъ же элементовъ. Для нормальнаго дѣйствія катушки токъ долженъ имѣть определенный вольтажъ въ зависимости отъ предѣльной длины искры, даваемой катушкой. Приблизительное отношеніе этихъ величинъ указано въ слѣдующей таблицѣ:

максимальная длина искры:	равность потенциаловъ и сила прямого тока:
2 см.	4 вольта, 1 амперъ.
3 "	4 " 1,5 "
4 "	6 " 2 "
5 "	6 " 3 "
10 "	8 " 4 "
15 "	10 " 4,5 "
20 "	12 " 5 "
25 "	16 " 6 "
30 "	20 " 6,5 "

чѣмъ и руководствуются при выборѣ источника тока, комбинируя элементы батареи при помощи пахитропа въ смѣшанное соединеніе (ч. I, стр. 77).

Для демонстрированія дѣйствія*) катушки ставятъ коммутаторъ такъ, чтобы она была выключена пѣзъ цѣпи, сближаютъ разрядники на разстояніе, меньшее предѣльной длины искры, опускаютъ электроды батареи въ жидкость, устанавливаютъ прерыватель такъ, чтобы онъ могъ начать дѣйствовать самостоятельно или отъ одного толчка, и, включивъ коммутаторомъ катушку въ цѣпь, даютъ (если нужно) толчекъ прерывателю, послѣ чего постепенно раздвигаютъ разрядники. Поворотомъ коммутатора на 180° можно измѣнить направленіе прямого тока, но, какъ выше было указано, въ большихъ катушкахъ этого дѣлать не слѣдуетъ. Въ нихъ направленіе тока надо всегда брать такое, чтобы на остріѣ получался положительный, а на дискѣ—отрицательный полюсъ. Умѣстно будетъ указать, что, если нѣтъ специальной демонстративной катушки (см. оп. 18-й), то для демонстраціи устройства и дѣйствія индуктора слѣдуетъ пользоваться небольшою самодѣльной или покупной спиралью, а дорогія катушки съ большимъ искровымъ промежуткомъ примѣнять лишь, какъ источникъ индуктивнаго тока, а не подвергать ихъ рискованнымъ экспериментамъ для наученія самого дѣйствія ихъ и устройства. Замѣтимъ также, что небольшую показательную спираль, которую не особенно жаль испортить, можно приобрести въ мастерской учебныхъ пособій Харьковскаго Отд. Императорскаго Техническаго Общества, всего за 4 р. 50 к.

*) Теоретическое объясненіе явленій, происходящихъ въ катушкѣ и прерывателѣ Венельта, см. книгу того-же автора „Ученіе о магнит. и эл.—въ въ общедост. налож.“ ч. III, стр. 138—139.

Оп. 14. Демонстрирование действия прерывателя Вагнера. Приведа въ дѣйствіе катушку Румкорфа съ обыкновеннымъ прерывателемъ въ видѣ молоточка Вагнера, поворотомъ головки винта приближаютъ и удаляютъ остріе винта къ пластинкѣ, несущей желѣзный якорекъ, и отъ нея. Замѣчаютъ, что, если винтъ отведенъ отъ пластинки настолько, что она не прикасается къ нему, токъ прерывается и не идетъ въ обмотку; когда винтъ выдвинутъ слишкомъ далеко, молоточекъ, притянувшись къ сердечнику катушки, не отрывается отъ него и индуктивнаго тока во вторичной обмоткѣ не получается. Отводя постепенно конецъ винта отъ пластинки, возбуждаютъ индуктивный токъ, наблюдая искры между разрядниками и измѣряя по высотѣ тона, даваемого ударами прерывателя, число размыканій въ секунду. Число прерываній соотвѣтствуетъ числу искръ, даваемыхъ приборомъ лишь при размыканіи тока, число же перемѣнъ направленія индуктивнаго тока будетъ, понятно, вдвое превышать число ударовъ молоточка.

Оп. 15. Демонстрирование ртутнаго прерывателя. Сравнительно скорая порча обыкновеннаго вагнеровскаго прерывателя и невозможность достигъ значительнаго числа перерывовъ тока побуждаютъ замѣнять его прерывателями другихъ системъ, напр., ртутнымъ. Онъ состоитъ изъ отдѣльнаго электромагнита, притягивающаго контактную пружину, другой конецъ пружины соединенъ съ желѣзной проволокой, опущенной во ртуть. При прохожденіи тока черезъ обмотку пружина притягивается къ сердечнику магнита, а проволока выступаетъ надъ ртутью, прерывая токъ. Въ моментъ перерыва пружина отпадаетъ отъ магнита и остріе проволоки, погрузившись въ ртуть, вновь замыкаетъ токъ. Для весьма большихъ катушекъ опусканіе и выниманіе проводника изъ ртути производится специальнымъ моторомъ; стоятъ такіе прерыватели (рис. 13) отъ 55 и до 100 руб., такъ что въ физическихъ кабинетахъ среднихъ школъ представляютъ излишнюю роскошь. Ихъ идею съ успѣхомъ можно объяснить на спиральи Роже (рис. 84, I-я части, оп. 59, гл. III).

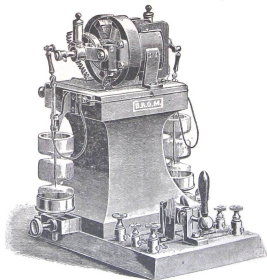


Рис. 13-я.

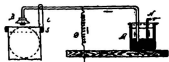


Рис. 14-я.

Оп. 16. Устройство самодѣльнаго ртутнаго прерывателя. А. А. Боровковъ *) даетъ описаніе самодѣльнаго ртутнаго прерывателя (рис. 14). „Для устройства его дѣлаютъ деревянный въ 0,7 см. толщины ободокъ s на выступающій конецъ сердечника катушки. Къ нему винтами, не доходящими

*) „Физикъ-Любитель“ №№ 84—85 за 1909 г.

до сердечника, прикрѣпляютъ латунную полоску с, согнутую въ видѣ перевернутой буквы П, съ отверстиями вверху. Въ эти отверстия вставляется ось—кусок толстой иглы, къ которой припаяна латунная проволока въ 2 мм., изогнутая, какъ указано на рисункѣ. Короткій конецъ ея снабженъ головкой отожженного желѣзнаго винта В, а другой опущенъ въ сосудъ М. Проволока съ осью должна вращаться очень легко въ отверстияхъ. Въ сосудъ наливаютъ ртути настолько, чтобы при опусканіи В до сердечника конецъ проволоки выходилъ изъ ртути*. Токъ въ ртуть вводятъ проводникомъ N, пружинка D заставляетъ проволоку опускаться во ртуть, отрывая В отъ сердечника въ моментъ прекращенія тока въ первичной обмоткѣ. Описание самодѣльнаго ртутнаго прерывателя съ отдѣльнымъ электромагнитомъ читатель можетъ найти у Л. А. Боровича, въ его книжкѣ „Индукціонная катушка“. Слѣдуетъ показать, что даже такой несложный прерыватель значительно увеличиваетъ максимальную длину искры.

Оп. 17. Демонстрированіе прерывателя Венельта. Для катушекъ очень большихъ размѣровъ, требующихъ источника тока не менѣе 50 вольтъ, удобно пользоваться электролитическимъ прерывателемъ Венельта, въ усовершенствованной конструкціи Карпантье. Стоитъ такой прерыватель около 30 руб. Въ стеклянный сосудъ прерывателя наливаютъ слабый растворъ (25° Боме) сѣрной кислоты, соединяя катодъ цѣпи съ свинцовой пластинкой, а анодъ съ платиновой проволокой. При дѣйствіи прибора замѣчается сильный шумъ и нагреваніе электролита, которое достигаетъ 90° Ц. Число перерывовъ тока доходитъ отъ 1000 до 3000 въ секунду и можетъ быть урегулировано помощью особаго штифта, измѣняющаго глубину погруженія въ жидкость платиновой проволоки.

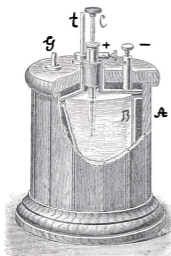


Рис. 15-я.

Рис. 15 показываетъ устройство прерывателя Карпантье. На немъ обозначены буквами: А—деревянный футляръ прибора, В—свинцовый листъ внутри стекляннаго сосуда, С—стержень для погруженія платиноваго анода, Г—трубочка для выхода водорода, образующагося во время работы прерывателя, t—термометръ для наблюденія за температурой жидкости.

Оп. 18. Устройство самодѣльнаго прерывателя Венельта. Весьма интересное устройство этого прибора предложено В. К. Эггартомъ*). Сосудомъ прерывателя служитъ стеклянная банка высотой около 2 дец., диаметромъ въ 1 дец. Банка наполняется слабымъ растворомъ соды и закрывается пробковой крышкой, сквозь которую пропущена мѣдная проволока, укрѣпляющая подъ крышкой свинцовый катодъ прибора. Сквозь стеклянную трубочку, тоже проходящую черезъ крышку, въ электролитъ опускается аллюминіевый анодъ въ видѣ проволоки, диаметромъ около 2 мм., длиной до 20 см. Проволока сжата резиновымъ патрубкомъ, надѣтымъ на стеклянную трубочку, и можетъ быть опущена на большую или

*) По книгѣ С. Сазоновой: „Опыты съ кат. Румкорфа“, изд. „Физ.-Любители“ 1908 г. стр. 85-я и слѣд.

меньшую глубину. Чемъ слабѣе растворъ элестовита, тѣмъ меньше его сила. Въ предупрежденіе сглазвванія жидкости выше 60° приборъ ставить въ сосудъ съ колодной водой. По указанію конструктора такой прерыватель годенъ и для небольшихъ катушекъ.

Оп. 19. Демонстрированіе спирали Румкорфа-Эрвеке. Германской фирмой Эрвеке сконструирована весьма демонстративная спираль, предназначенная для изученія устройства этого прибора и для многочисленныхъ опытовъ по индукціи, а не только для полученія индуктивнаго тока. Для любителя, всегда имѣющаго возможность разобрать принадлежащій ему приборъ или сдѣлавшаго спираль собственноручно, нѣтъ надобности въ отдельной демонстраціонной катушкѣ, но для физическаго кабинета она является цѣннымъ пособіемъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда нѣтъ надобности въ отдельномъ источникѣ тока, для опытовъ, требующихъ данна искры болѣе 2 см., можно порекомендовать эту разборную модель, взамѣнъ обыкновенной румкорфовой спирали. Для богато обставленныхъ физическихъ кабинетовъ она тоже является не лишней, сохраняя болѣе дорогую катушку, примѣняемую для опытовъ съ беспроволочнымъ телеграфомъ, съ лучами Рентгена и пр.

Спираль Эрвеке (рис. 16) монтирована на вертикальной доскѣ F и снабжена прерывателемъ U, U₂ и коммутаторомъ X. Первичная обмотка P вынимается изъ вторичной и состоитъ изъ двухъ секцій a₁e₁ и a₂e₂, которыя особыми мѣдными дугами могутъ быть включены, какъ послѣдовательно, такъ и параллельно. Внутри этой первичной обмотки могутъ быть введены два сердечника H, одинъ массивный, другой изъ отдельныхъ желѣзныхъ проволокъ. Вторичная обмотка подобно первичной состоитъ изъ двухъ секцій A₁E₁ и A₂E₂, соединяемыхъ, по желанію, послѣдовательно или параллельно. Схема соединеній обмотокъ и таблица размѣровъ прибора помѣщены на оборотной сторонѣ доски, гдѣ сверхъ того подъ стекломъ вѣдлана модель обмотки въ разрѣзѣ. На лицевой сторонѣ доски подъ катушкой укрѣпленъ конденсаторъ C въ особомъ ящикѣ, крышка котораго легко можетъ быть снята, чтобы показать учащимся устройство этой части прибора. Конденсаторъ раздѣленъ на три части, такъ что при помощи трехъ замыкателей тока C₁, C₂ и C₃ можно ввести въ дѣйствіе 1/3 всей поверхности конденсатора, 2/3 и весь конденсаторъ, а размыкая все три выключателя, можно выключить цѣликомъ весь конденсаторъ изъ цѣпи.

Помимо своей наглядности спираль Эрвеке хороша тѣмъ, что при ея по-

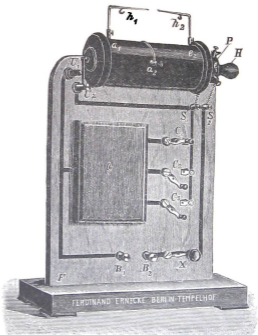


Рис. 16-а.

мощи можно производить ряд опытов по индукции, обращая ее въ приборы, упомянутые въ опытахъ 1—8, а также демонстрировать, какое влияние на длину искры оказываютъ конденсаторъ, сердечникъ и размѣры первичной и вторичной обмотокъ.

Источникомъ прямого тока для этого прибора могутъ служить два послѣдовательно соединенныхъ аккумулятора или два элемента съ хромовой жидкостью. Провода отъ батареи включаются зажимами B_1, B_2 . Для параллельнаго соединенія первичной обмотки мѣдныя дуги укрѣпляются въ клеммахъ A_1, A_2 и E_1, E_2 , клеммы E_2 и A_1 соединяются проводами съ клеммами S_1, S_2 проводовъ тока (рис. 17). Разрядники спирали снабжены особыми крючками h_1, h_2 для подвѣшивания гейслеровыхъ трубокъ.

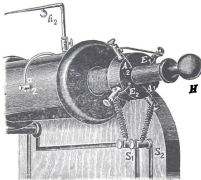


Рис. 17-я.

ки полосовой магнитъ, соединивъ зажимы разрядниковъ съ клеммами чувствительнаго гальванометра. Для усиленія дѣйствія обѣ секціи обмотки включаютъ параллельно. При вкладываніи и вынимаіи магнита наблюдаютъ отклоненіе показателя гальванометра.

Оп. 21. Видоизмѣненіе оп. 5-го. Внутрь вторичной обмотки вводятъ первичную, соединенную секціями параллельно. Коммутаторомъ X включаютъ и включаютъ токъ, идущій въ первичную обмотку отъ зажимовъ B_1, B_2 . Гальванометръ даетъ отклоненія. Первичную катушку вводятъ внутрь вторичной обмотки безъ желѣзнаго сердечника, затѣмъ вмѣстѣ съ сердечникомъ, причемъ въ послѣднемъ случаѣ отклоненіе гальванометра будетъ болѣе замѣтнымъ.

Оп. 22. Видоизмѣненіе оп. 4-го. Установка предыдущаго опыта; стержень (сердечникъ) для усиленія напряженія магнитнаго поля первичной обмотки берутъ изъ отдѣльныхъ проволокъ. Первичную обмотку, соединенную съ источникомъ тока, вводятъ во вторичную обмотку и выводятъ изъ нея, наблюдая отклоненіе показателя гальванометра. Такимъ образомъ, при наличіи демонстраціонной катушки приборъ Гольдштейна становится излишнимъ.

Оп. 23. Опредѣленіе направленія тока во вторичной обмоткѣ. Внутрь первичной спирали вводятъ проволочный сердечникъ, въ цѣпь включаютъ коммутаторъ и источникъ тока, напряженіемъ около 2-хъ вольтъ. Витъ прерывателя подвигиваютъ до соприкосновенія съ пружиной молоточка. При замыканіи тока въ цѣпи гальванометръ остается на нулѣ, т. к. одинаковые (при данныхъ условіяхъ) индуктивные токи размыканія и замыканія во вторичной обмоткѣ по направленію противоположны.

Оп. 24. Демонстрація роли разрядника. Въ предыдущей установкѣ включаютъ гальванометръ послѣдовательно съ разрядникомъ, острія котораго обложены на разстояніе 0,5—1 мм. Пуская токъ въ первичную обмотку, наблюдаютъ,

что стрѣлка гальванометра отклоняется при размыканіи (моментъ появленія искры), оставаясь на нуль въ моментъ замыканія, такъ какъ въ этомъ случаѣ индуктивный токъ не въ состояніи преодолѣть сопротивленія воздушнаго пространства между остриями разрядника. Чтобы замыканія и размыканія смѣнялись другъ друга не слишкомъ часто, винтъ прерывателя отводитъ настолько, чтобы его конецъ не касался пружинки молоточка, двигая послѣдній ударами пальца (остерегаясь одновременно касаться винта). При непрерывно колеблющемся прерывателѣ показателъ гальванометра остается все время отклоненнымъ въ одну сторону.

Оп. 25. Демонстрированіе роли конденсатора. Повторяютъ предыдущій опытъ, постепенно выключая конденсаторъ. Замѣчаютъ усиленіе искренія прерывателя (между платинированными остриемъ винта и противоположащимъ ему мѣстомъ пружинки) и ослабленіе искры между остриями разрядника. Отклоненіе показателя гальванометра уменьшается и при полномъ исключеніи конденсатора перестаетъ быть замѣтнымъ.

Оп. 26. Демонстрированіе роли сердечника. Повторяютъ оп. 24 при непрерывномъ колебаніи прерывателя и постоянномъ отклоненіи показателя гальванометра. Замѣняя проводочный сердечникъ массивнымъ, наблюдаютъ уменьшеніе отклоненія гальванометра, которое уменьшается еще рѣзче при полномъ удаленіи сердечника.

Оп. 27. Исслѣдованіе искры индуктивнаго разряда. Для опыта пользуются вышеописанной демонстраціонной катушкой или особой катушкой небольшого размѣра. Сближаютъ острия разрядника до 1 мм. и пускаютъ токъ въ первичную обмотку отъ 1-го—2-хъ элементовъ, постепенно раздвигая электроды разрядника. Замѣчаютъ, что искра, бывшая прямой и непрерывной, становится ломаной, болѣе тонкой и прерывистой, причемъ ея появленіе сопровождается характернымъ трескомъ. Усиливая токъ до максимальнаго безопаснаго для катушки данныхъ размѣровъ и въ то же время разводя острия разрядниковъ, находятъ предѣльную длину искры, которую не слѣдуетъ переходить, чтобы не испортить конденсатора и изоляціи обмотки.

Оп. 28. Опредѣленіе полюсовъ вторичной спирали. Въ концѣ предыдущаго опыта затемняютъ комнату, замѣчая, что послѣ прекращенія между разрядниками искроваго разряда свѣтотвоя явленія не прекращаются. Перескакивающая съ острия на острие искра замѣняется свѣченіемъ около острия. Это свѣченіе имѣетъ около одного острия форму кисти фіолетоваго цвѣта, на другомъ бѣлой точки. При помощи электроскопа, заряженнаго положительнымъ эл.—вомъ (оп. 5, гл. II, ч. I), опредѣляютъ, что свѣченіе въ видѣ кисти появляется на положительномъ, а въ видѣ точки—на отрицательномъ полюсѣ вторичной обмотки. Мѣняя коммутаторомъ направленіе прямого тока, замѣчаютъ перемѣну полюсовъ на острияхъ разрядника. На отрицательный полюсъ надѣваютъ мѣдный кружокъ (дискъ), сближаютъ концы разрядника и наблюдаютъ свѣтовой потокъ отъ острия на поверхность диска.

Оп. 29. Свѣтящійся лимонъ *). Для очень юной аудиторіи эффектнымъ опытомъ можетъ служить свѣченіе лимона, внутрь котораго воткнуты острия раз-

*) Замѣтивъ этотъ опытъ изъ книжки С. Сазонойной „Опыты съ катушкой Румкорфа“, рекомендую указать эту книжку любителямъ, желающимъ разнообразить и варьировать описанные нами основныя опыты, такъ какъ въ ней содержится описаніе болѣе нежели 240 опытовъ, въ которыхъ можно примѣнить спираль Румкорфа.

рядниковъ дѣйствующей спирали Румкорфа. Разстояніе между остріями берутъ, смотря по силѣ катушки, отъ 1 до 2 мм. При проскакиваніи искръ весь лючокъ свѣтится яркимъ желтымъ свѣтомъ. Опытъ, попятно, ведутъ въ затемненной комнатѣ.

Оп. 30. Прерывистость искры. Потокъ искръ разрядника при достаточномъ сближеніи полюсовъ и достаточной силѣ тока (см. таблицу 13-го оп.) кажется наблюдателю непрерывнымъ. Если немного отпустить винтъ прерывателя, такъ чтобы число перерывовъ, постепенно уменьшаясь, стало не болѣе 4-хъ въ секунду, то можно замѣтить, что разряды не представляютъ сплошного свѣтового потока, а состоятъ изъ отдѣльныхъ искръ. Удобнѣе наблюдать не самую искру, а освѣщаемый ею кусокъ бѣлаго картона, закрывъ предварительно искровой промежутокъ, а картонъ расположивъ за нимъ. При болѣе быстромъ колебаніи прерывателя прерывистость разряда обнаруживается вѣсколько болѣе сложнымъ путемъ. На ось малаго колеса центробѣжной машины надѣваютъ кружокъ чернаго картона съ наклеенной на него радіально бѣлой полоской. Можно для этого зачернить картонный кружокъ, оставивъ узенькій бѣлый секторъ. Если опытъ показывается классу, то машину располагаютъ вертикально. Заслонивъ искру отъ глазъ и вращая колесо машины не слишкомъ быстро, наблюдаютъ, что вращающаяся бѣлая полоска кажется глазу цѣлымъ рядомъ такихъ радіальныхъ полосъ, расположенныхъ по площади круга, какъ спицы въ колесѣ. При освѣщеніи же непрерывнымъ свѣтомъ площадь круга кажется сѣровой. Если вѣтъ подѣ руками центробѣжной машины, можно попробовать произвести опытъ, наклеивъ картонный кружокъ съ полосой на катушку отъ нитокъ и вращая послѣднюю на кругломъ карандашѣ.

Оп. 31. Удлиненіе искры. Удлиненіе искры индукціоннаго разряда достигается тѣми же путями, какъ и электростатической искры (см. оп. 36—38 въ I ч.). Для этого увеличиваютъ проводимость пространства, раздѣляющаго острія, ставя между ними пламя свѣчи, оклеенныя станиолемъ стеклянныя пластинки и т. д.

Оп. 32. Разрядъ черезъ воду. На полюсы разрядника наматываютъ по отръзку мѣдной проволоки (если изолированной, то оба конца каждаго отръзка надо очистить отъ изолировки). Одну проволоку загибаютъ внизъ, а затѣмъ опять вверхъ, а другую только внизъ, такъ чтобы между ихъ концами образовался искровой промежутокъ въ 1—2 мм. Подъ проволоку подставляютъ стаканъ съ водой, опуская нижнюю проволоку ниже уровня воды, а верхнюю располагая надъ поверхностью. Приведя приборъ въ дѣйствіе, наблюдаютъ проскакиваніе искръ черезъ воздухъ и воду. Если катушка достаточно сильна, то можно оба конца проволоки погрузить въ воду, сблизивъ ихъ настолько, чтобы между ними проскакивала искра.

Оп. 33. Механическое дѣйствіе искры. Между сближенными остріями разрядника ставятъ перпендикулярно къ нимъ кусокъ тонкаго картона (игральную карту). Разсматривая ее на свѣтъ послѣ дѣйствія катушки, замѣчаютъ какъ бы проколы иглой, какъ это было при разрядѣ электростатической машины, въ оп. 42, I-й ч. Вообще, чтобы не повторяться, скажемъ, что при достаточной силѣ катушки съ ея искрами можно произвести большинство опытовъ, описанныхъ въ опытахъ съ искрой статическаго разряда.

Оп. 34. Огненный дождь. Съ одной стороны каждой изъ двухъ стеклянныхъ пластинокъ (напр., отъ фотографическихъ негативовъ) наклеиваютъ, оставляя бортики, листки станиоля. Пластины складываются незалеженными сторонами, оставляя между ними небольшой воздушный зазоръ. Последнее можно сдѣлать, капнувъ на углы одной изъ пластинокъ расплавленнымъ воскомъ. Приборчикъ ставятъ между острiями разрядника перпендикулярно къ нимъ, такъ чтобы оловянные листки касались острiевъ. Пуская катушку въ ходъ, наблюдаютъ цѣлый дождь мелкихъ тонкихъ искръ, проскакивающихъ между стеклами.

Оп. 35. Электрическое печатанiе. Имѣя достаточно сильную катушку, можно дополнить предыдущiй опытъ интереснымъ наблюдениемъ надъ влияниемъ эд—го разряда на поверхность стекла. Для этого поверхности стеколъ, обращенныя другъ къ другу, смазываютъ слегка глицериномъ и прокладываютъ между ними кусочекъ картона, вырѣзанный въ видѣ какой нибудь фигуры, профиля лица и т. п. По предыдущему разряжаютъ катушку въ теченiе нѣсколькихъ минутъ, затѣмъ замыкаютъ токъ, вынимаютъ стекла, снимаютъ картонъ и дышатъ на поверхность стеколъ. Разсматривая поверхность стеколъ подъ угломъ, видятъ на ней изображенiе той фигуры, которая была вырѣзана изъ картона.

Оп. 36. Переносъ металловъ индукционнымъ разрядомъ. На острiя разрядника насаживаютъ небольшiе шарикъ, одинъ мѣдный, другой никкелированный. После продолжительнаго дѣйствiя катушки въ одномъ направленiи разсматриваютъ мѣдный шарикъ и замѣчаютъ, что на сторонѣ, обращенной къ никкелевому электроду, онъ покрылся слоемъ этого металла. Замѣтимъ, что опытъ требуетъ тѣмъ болѣе продолжительнаго времени, чѣмъ слабѣе искра катушки.

Оп. 37. Физиологическое дѣйствiе индуктивнаго тока. Замѣтимъ, что дѣйствiе переменныхъ токовъ большой частоты на организмъ выражается болѣе-менными ощущениями (объ исключенiяхъ см. оп. 23 гл. III) послѣдняго, почему опыты надъ нимъ надо вести съ большой осторожностью. Катушка съ искровымъ разрядомъ около 25 см. можетъ убить человѣка. Не слѣдуетъ брать даже небольшихъ классныхъ катушекъ, а лучше пользоваться специальными, такъ назыв. медицинскими катушками, дающими искру въ доли миллиметра. Источникомъ прямого тока служить элементъ съ хромовой жидкостью, емкостью не болѣе полустакана. Клеммы вторичной обмотки соединяютъ мѣдными проволоками съ мѣдными же цилиндрами, которые экспериментаторъ беретъ въ руки. Если имѣть мѣдныхъ цилиндровъ, можно выточить ихъ изъ дерева и оклентъ стабилемъ. Помощникъ экспериментатора, повернувъ коммутаторъ катушки па замыканiе, постепенно опускаетъ электроды подъемнаго элемента въ жидкость, продолжая погружать до тѣхъ поръ, пока лицо, держащее цилиндры, не почувствуетъ неприятнаго ощущенiя. Отнюдь не слѣдуетъ дѣлать изъ этого опыта шутки, памятуя, что при достаточной силѣ тока руки держащаго цилиндры сводятся судорогой и онъ не въ состоянiи освободиться самостоятельно отъ цилиндровъ. Ощущенiя же, испытываемыя экспериментаторомъ, не только болѣзненны, но могутъ вызвать дальнѣйшiя неприятныя явленiя. Замѣняя одинъ изъ цилиндровъ кистью изъ тонкихъ металлическихъ проволочекъ, даютъ цилиндры въ одну руку субъекту, производящему опытъ надъ собой, а кисточкой касаются разныхъ частей его тѣла. Получается какъ бы дождь легкихъ покальванiй, благотворно дѣйствующихъ при многихъ нервныхъ болѣзняхъ. Примѣнять по-

добрый методъ успокоенія невралгическихъ болей безъ указанія врача, понятно, ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ.

Оп. 38. Примыненіе катушки Румкорфа къ спектроскопу. Для изслѣдованія спектра металловъ весьма удобно вмѣсто бузеновской горѣлки пользоваться спиралью Румкорфа (рис. 18). Установивъ спектроскопъ СВА, на трубу А надѣваютъ особый наконечникъ, служащій для закрѣпленія стеклянной трубочки (рис. 19), въ которую снизу и сверху впавлены стеклянныя палочки, изъ которыхъ выступаютъ концы платиновыхъ электродовъ или въ которую эти электроды впавлены непосредственно.

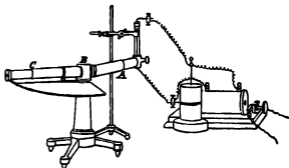


Рис. 18-я.

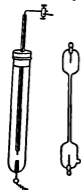


Рис. 19-я.

Первый сортъ трубочекъ съ близко сдвинутыми электродами примѣняется для наблюденія спектра солей, второй съ электродами, удаленными другъ отъ друга,—газовъ. Соль расплавляется и возлагается токомъ, если ничтожное количество ея помѣщено на нижній электродъ, соединенный съ отрицательнымъ полюсомъ вторичной обмотки индуктора, газъ вводятъ въ трубки въ весьма разряженномъ состояніи (какъ это дѣлаютъ, см. гл. II, оп. 6). Для усиленія индукціонной искры въ цѣпь вводятъ, какъ указано на рис. 18, лейденскую банку. Спектры чистыхъ металловъ можно получить, замѣняя платиновые электроды электродами изъ изслѣдуемаго металла.

§ 4. Опыты съ телефономъ.

Оп. 39. Опытъ Кольбе. Для послѣдовательнаго изученія теоріи дѣйствія телефона полезно начать съ опыта, напоминающаго экспериментатору или его ученикамъ о вліяніи перемѣщенія парамагнитнаго тѣла въ магнитномъ полѣ на измѣненіе напряженности поля. Такъ поступаетъ Б. Ю. Кольбе *) и этому указанію опытнаго педагога и экспериментатора слѣдуемъ и мы.

На столъ кладутъ сильный полосовой магнитъ, прикрываютъ его картономъ и, получивъ на послѣднемъ магнитный спектръ (оп. 10, гл. I, ч. I), приближаютъ къ одному изъ полюсовъ магнита кусокъ мягкаго желѣза. Силовые линіи поля вытягиваются по направленію къ приближенному куску, а по удаленіи его возвращаются въ прежнее положеніе. Понятно, что большой аудиторіи этотъ опытъ лучше показывать въ проекціи (см. оп. 13, I гл., I-II части).

Оп. 40. Появленіе индуктивнаго тока въ телефонной обмоткѣ. Демонстрировать появленіе индуктивнаго тока въ обмоткѣ магнита при измѣненіи силы поля послѣдняго подъ вліяніемъ передвиженія въ полѣ куска желѣза можно на приборѣ Гольдштейна (рис. 9). На магнитъ М надѣваютъ первичную

*) Б. Кольбе „Введеніе въ ученіе объ э—вѣ“, ч. II-я.

спираль, соединяя ее клеммы с клеммами апаріодического гальванометра. Приближая желѣзную мембрану Д, подставка которой скользитъ по рельсамъ, замѣчаютъ движеніе показателя гальванометра, какъ слѣдствіе появленія индуктивныхъ токовъ въ обмоткѣ.

Оп. 41. Демонстрированіе принципа телефонизированія. Остается показать, что индуктивный токъ, получающійся въ предыдущемъ опытѣ, можетъ въ свою очередь вызвать движеніе желѣзной мембраны. Для этого имѣется специальный приборъ, стоющій около 60 руб., но при налгчѣнъ полосовыхъ магнитовъ, легко осуществляемый домашними средствами. Рис. 20 изображаетъ части такого прибора. Онъ состоитъ изъ сильнаго магнита, якорь котораго обмотанъ тонкой изолированной шелкомъ мѣдной проволокой. Эта обмотка соединяется проводами съ идентичной обмоткой второй такой же части прибора. Перемѣщая передъ якоремъ перваго магнита кусокъ желѣза, мѣняютъ напряженіе магнитнаго поля и возбуждаютъ токъ въ обмоткѣ. Индуктивные токи второй обмотки мѣняютъ напряженность поля втораго магнита. Помѣстивъ передъ его якоремъ на тонкой упругой металлической нити тонкую желѣзную мембрану, замѣчаютъ дрожаніе послѣдней въ то время, какъ передъ якоремъ пріемника перемѣщаютъ кусокъ желѣза.

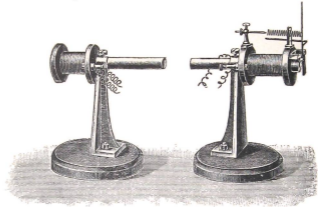


Рис. 20-в.

Оп. 42. *Опыты Рейса.* Хотя послѣ трехъ предыдущихъ опытовъ можно перейти къ демонстраціи телефона Белля, но въ память перваго неудачнаго конструктора телефона Рейса слѣдуетъ продѣлать такой опытъ: стальную вязальную спицу окружаютъ тонкой мѣдной изолированной спиралью (ее можно намотать на бумажную трубочку, въ которую вложить иглу) и, соединивъ концы обмотки съ клеммами вторичной обмотки катушки Румкорфа, пускаютъ въ спираль переменный токъ. Если приборчикъ достаточно удаленъ отъ индуктора и трескъ послѣдняго не слышенъ, то можно разслышать звучаніе иглы. Тонъ звука тѣмъ выше, чѣмъ чаще перерывы тока въ индукторѣ.

Въ каталогахъ одной изъ фирмъ, торгующихъ физическими приборами, мы нашли телефонъ Рейса, стоющій 40 руб. Понятно, что его пріобрѣтеніе является для нормальнаго физическаго кабинета едва ли не излишней роскошью.

Оп. 43. Демонстрированіе телефоновъ Белля. Два беллевскихъ телефона, соединенныхъ проводами съ включеннымъ постояннымъ источникомъ тока, обходятся при покупкѣ дороже современнаго хорошо дѣйствующаго домашняго телефона. Лучше купить одинъ телефонъ, но мотированный въ стеклянной трубкѣ (по каталогу Швабе стоитъ 12 р.) или разборную модель. На немъ можно показать внутреннее устройство телефона, состоящаго изъ магнита, якоря съ

обмоткой и желѣзной мембраны въ трубкѣ изъ діэлектрика. Имѣя пару беллевскихъ телефоновъ, включаютъ ихъ въ цѣпь съ сухимъ элементомъ и, говоря въ раструбу одного, предлагаютъ желающимъ слушать передачу звука мембраной второго телефона, въ точности повторяющей движеніе первой мембраны. Такъ какъ первая мембрана колеблется подѣ влияніемъ ударяющихъ въ нее звуковыхъ волнъ, то вторая мембрана своими колебаніями вызываетъ подобныя, но значительно болѣе слабыя звуковыя волны. Практическаго примѣненія телефонъ Белля въ своей первоначальной конструкціи въ настоящее время не имѣетъ.

Оп. 44. Устройство самодѣльного телефона. Рис. 21, заимствованный нами изъ книги Вейлера, представляетъ модель телефона, которую легко можетъ сдѣлать опытный любитель.

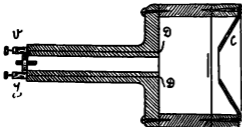


Рис. 21-я.

Трубка состоитъ изъ трехъ отдѣльныхъ частей, выточенныхъ изъ дерева или вулканизированнаго каучука на токарномъ станкѣ, свиченныхъ вмѣстѣ. Муштукъ С представляетъ усѣченный открытый съ обѣихъ сторонъ латунный конусъ, укрепленный на скошенныхъ краяхъ верхней части трубки. Діафрагма изъ лакированной (чтобы не ржавѣла отъ дыханія) желѣзной пластинки, толщиною въ 0,25 мм., зажимается между верхней и средней частью трубки. Провода D отъ зажимовъ V и Z, вводящихся въ цѣпь, идутъ къ обмоткѣ якоря магнита. Обмотка, якорь и магнитъ, не показаны на рисункѣ. Они дѣлаются, какъ въ телефонѣ Белля. Длина магнита, равная длинѣ 3-й части трубки, приблизительно 1 дец., при диаметрѣ около 1 см. Диаметръ желѣзнаго якоря тотъ же, длина около 2 см. Обмотка состоитъ изъ 2500 оборотовъ изолированной шелкомъ мѣдной проволоки, диаметръ 0,15 мм. Якорь пемного выступаетъ изъ обмотки и долженъ удерживать до 300 гр. Диаметръ діафрагмы около 6 см., разстояніе ея до якоря около 0,5 мм. *).

Оп. 45. Звучаніе телефона при измѣненіи сопротивленія въ цѣпи. Въ цѣпь послѣдовательно вводятъ источникъ тока (напр., сухой элементъ) и телефонную трубку. Въ какомъ-либо мѣстѣ проводникъ перерѣзываютъ и обнажаютъ его концы отъ изолировки. Эти концы наматываютъ на круглые желѣзные гвозди (проволочные, дюйма въ 2 длиною), которые кладутъ на столъ параллельно другъ другу. Положивъ на нихъ третій гвоздь, прикладываютъ къ уху телефонную трубку и слушаютъ звуки (трескъ), производимые мембраной телефона при перекатываніи третьяго гвоздя по первымъ двумъ.

Оп. 46. Демонстрированіе микрофона Юза. Въ цѣпь предыдущаго опыта вмѣсто гвоздей включаютъ микрофонъ Юза, на подставку котораго кладутъ карманные часы, пускаютъ ползать жука или прямо царапаютъ по ней ногтемъ. Звукъ значительно усиливается въ телефонѣ. Какъ и въ предыдущемъ опытѣ, измѣненіе сопротивл. цѣпи, измѣняя силу тока въ ней, вызываетъ появленіе индуктивныхъ токовъ въ обмоткѣ якоря телефона. Послѣдній, мѣняя напряженіе поля телефоннаго магнита, приводитъ мембрану въ ритмическое дрожаніе, отчего она звучитъ.

* Самодѣльный телефонъ болѣе сложной конструкціи описанъ еще въ прекрасной книжкѣ И. А. Купріянова, которую можно рекомендовать каждому начинающему любителю.

Оп. 47. Устройство самодельного микрофона Юза. Две деревянные дощечки а и в 8×5 см. соединяют под прямым углом (рис. 22), в вертикальной дощечке прорезывают два прямоугольных отверстия $1 \times 0,5$ см. с с₁ и пропускают в них два угольных стержня. На концах стержней высверливают ямки и довольно плотно укрѣпляют в них вертикально третью уголек, имѣющую вид цилиндрической палочки, діам. около 5 мм., съ остро зачищенными концами d e, такъ чтобы при малѣйшемъ толчокѣ, испытываемомъ приборомъ, стерженецъ легко перемѣщался. Противоположные концы горизонтальныхъ углей скрѣпляютъ съ проводами цѣпи. Введя по предыдущему микрофонъ въ послѣдовательное соединеніе съ телефономъ и элементомъ, слушаютъ, какъ онъ усиливаетъ слабыя звуковыя волны.

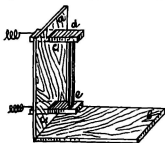


Рис. 22-п.

будетъ значительно громче, если вмѣсто примитивнаго юзовскаго микрофона взять болѣе чувствительный микрофонъ съ угольными зернами. Весьма чувствительны микрофоны, применяемые въ опытахъ съ свѣтовой телефоніей (см. ниже оп. 54), стоящіе по 13 р. 50 к. Къ сожалѣнію, демонстрированіе внутренняго устройства чувствительнаго микрофона рискованно, такъ какъ трудно, разобравъ его, не нарушить правильности дальнѣйшаго функционированія. Приходится демонстрировать лишь его дѣйствіе, для чего въ оп. 46 удлиняютъ провода и замѣчаютъ, что онъ измѣняетъ сопротивление въ цѣпи не только при непосредственномъ прикосновеніи къ его мембранѣ или другимъ частямъ, но и отъ звуковыхъ волнъ, заставляющихъ мембрану слѣдовать за своими колебаніями.

Оп. 48. Демонстрированіе чувствительнаго микрофона. Звукъ въ телефонѣ будетъ значительно громче, если вмѣсто примитивнаго юзовскаго микрофона взять болѣе чувствительный микрофонъ съ угольными зернами. Весьма чувствительны микрофоны, применяемые въ опытахъ съ свѣтовой телефоніей (см. ниже оп. 54), стоящіе по 13 р. 50 к. Къ сожалѣнію, демонстрированіе внутренняго устройства чувствительнаго микрофона рискованно, такъ какъ трудно, разобравъ его, не нарушить правильности дальнѣйшаго функционированія. Приходится демонстрировать лишь его дѣйствіе, для чего въ оп. 46 удлиняютъ провода и замѣчаютъ, что онъ измѣняетъ сопротивление въ цѣпи не только при непосредственномъ прикосновеніи къ его мембранѣ или другимъ частямъ, но и отъ звуковыхъ волнъ, заставляющихъ мембрану слѣдовать за своими колебаніями.

Оп. 49. Демонстрированіе микротелефона. Для изученія устройства современной конструкціи микротелефона, т. е. комбинаціи телефона и микрофона (въ общепитіи именно эта комбинація и носитъ названіе телефона), полезно приобрести дешевой домашній телефонъ, включаемый въ обыкновенную звонковую проводку. *) Такой телефонъ стоитъ отъ 7 до 16 руб. и можетъ дѣйствовать на десятки сажени. Если имѣется телефонный аппаратъ городской цѣпи, демонстрируютъ вызывной звонокъ, показываютъ мѣстную батарею, плавкій предохранитель и пр.

Оп. 50. Демонстрированіе микротелефона для глухихъ. Въ самое послѣднее время въ продажѣ появился рядъ специальныхъ аппаратовъ, имѣющихъ цѣлью дать возможность слышать глухимъ. Подобные аппараты состоятъ изъ комбинаціи телефона, крайне чувствительнаго микрофона и сухой батареи на 2—4 вольта (рис. 23). Въ отличіе отъ обыкновеннаго телефона, эти приборы воспринимаютъ звуковыя волны на большомъ разстояніи отъ ихъ источника, такъ что экспериментаторъ, обладающій нормальнымъ слухомъ, слышитъ самый ти-



Рис. 23-п.

*) Интересующіеся подробностями по установкѣ телефоновъ, найдутъ ихъ въ брошюрѣ М. А. Богдѣлова «Руководство къ установкѣ телефоновъ».

Хій шепотъ изъ конца въ конецъ большой комнаты. Стоять они отъ 25 и до 400 руб. Болѣе дешевый типъ помимо своего прямого назначенія является прекраснымъ класснымъ пособіемъ для демонстраціи микрофона. Въ своей учительской практикѣ авторъ настоящей книги примѣнялъ указанный аппаратъ и нашелъ его весьма цѣлесообразнымъ для демонстраціи оп. 44—46.

Оп. 51. Демонстрированіе громкоговорящаго телефона. Подобно предыдущему аппарату громкоговорящіе телефоны пока еще не вошли въ обстановку нашихъ физическихъ кабинетовъ, да и стоятъ они не дешево (по каталогу Р. Кольбе, СПб., отъ 75 р.), но демонстраціе ихъ дѣйствія передъ аудиторіей весьма эффектно, такъ какъ они позволяютъ слышать одновременно всѣмъ присутствующимъ, не требуя прикладыванія телефона къ уху. Рис. 24 изображаетъ разрѣзъ одного изъ такихъ аппаратовъ (конструкція Филлипа).

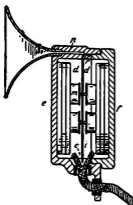


Рис. 24-я.

звукъ волны, усиливаемая рупоромъ.

На рис. 25 представленъ подобный приборъ, включенный въ городскую телефонную установку. Для полученія не только громкой, но и отчетливой рѣчи надо надлежащимъ образомъ регулировать разстояніе между мембраной и магнитомъ помощью особаго винта. Такая регулировка не представляетъ особой трудности, но должна производиться каждый разъ передъ демонстраціею прибора въ зависимости отъ напряженія прямого тока въ цѣпи.

Оп. 52. Демонстрированіе звукового прерывателя. Звуковой прерыватель дѣлаютъ подобно самодѣльному телефону (оп. 44, рис. 21), но безъ магнита и длинной трубки. Мембрану зажимаютъ между двумя деревянными цилиндрами, оставляя одинъ открытымъ, а къ другому привинчивая или приклеивая дно изъ дощечки или толстаго картона. Въ центрѣ два ввинчиваютъ винты, такъ чтобы острие его доходило почти до самой мембраны противъ центра послѣдней. При зажимѣ мембраны прокладываютъ между кольцами мѣдную проволоку, касающуюся мембраны и служащую однимъ проводомъ для включенія прибора въ цѣпь; другой проводъ паматывается на винтъ. Включая аппаратъ въ цѣпь Румкорфовой спирали, прерыватель которой снять или зажавъ между сердечникомъ спирали и молоткомъ вагнеровскаго прерывателя пробку, замѣняютъ его описаннымъ приборомъ. Говоря въ раскрубъ звукового прерывателя, приводятъ въ дрожаніе мембрану. Когда послѣдняя момен-

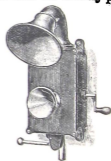


Рис. 25-я.

там касается винта, токъ въ цѣпи замыкается, когда мембрана отъ винта отходитъ, токъ вновь прерывается. Заставляя звучать передъ приемникомъ прерывателя камертонъ, въ разрядникѣ катушки получаютъ рядъ искръ.

Оп. 53. Говорящій конденсаторъ. Въ установкѣ предыдущаго опыта замѣняютъ разрядникъ катушки листовымъ конденсаторомъ (его устройство см. ч. I, гл. 2-я, оп. 61), включая его въ зажимы вторичной обмотки. Звуковой прерыватель можно замѣнить чувствительнымъ микрофономъ.*) Прерыватель или микрофонъ удаляютъ возможно дальше отъ конденсатора. Если передъ нимъ говорить, пѣть, свистать, то конденсаторъ довольно отчетливо воспроизводитъ тѣ же звуки. Для отчетливости воспроизводимыхъ конденсаторомъ звуковъ надо опытнымъ путемъ найти наилучшее отношеніе емкости этого прибора къ силѣ и направленію первичнаго тока.

Оп. 54. Говорящая Вольтова дуга. Аппаратъ для демонстраціи въ средней школѣ явленія Симона и Дудделя выработанъ фирмою Ф. Эрнике въ Берлинѣ. Онъ состоитъ изъ весьма чувствительнаго микрофона, монтированнаго на квадратной доскѣ съ петлями для подвѣшиванія на 2-хъ гвоздяхъ въ любомъ мѣстѣ класса. Микрофонъ соединенъ проводами длиною въ 20 метровъ съ аппаратомъ, воспроизводящимъ воспринимаемые имъ звуки. По желанію этотъ проводъ можетъ быть значительно удлиненъ безъ ущерба для ясности воспроизводимого звука. Провода ведутъ къ трансформатору (рис. 26), одна обмотка кото-

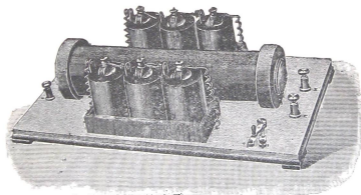


Рис. 26-я.

раго включена въ цѣпь, состоящую изъ микрофона, источника слабого постоянного тока и коммутатора, монтированнаго на той же доскѣ, на которой установленъ трансформаторъ. Вторая обмотка включается въ цѣпь постоянного тока высокаго напряженія, питающую дуговую лампу. Лампа снабжена ручнымъ регуляторомъ и специально приготовленными для нея углями. Питаютъ ее отъ городского или училищнаго электрическаго освѣщенія, или же отъ динамо-машины; она требуетъ 110 вольтъ напряженія и введенія въ цѣпь сопротивленія, рассчитаннаго такъ, чтобы черезъ нее проходило не болѣе 10—14 амперъ. Соединеніе отдѣльныхъ частей указано на схемѣ рис. 27. Токъ отъ батарей В проходитъ черезъ микрофонъ М и черезъ первичную обмотку трансформатора S_1 , за-

*) Стоитъ такой микрофонъ въ отдѣльности 13 руб. 50 коп.

мыкаясь или размыкаясь коммутатором t . Внутри первичной обмотки проходит вторичная S_1 , являющаяся частью проводника A , питающего вольтову дугу L , т. е. включенная въ него послѣдовательно. При свистѣ, пѣньи или говорѣ передъ микрофономъ въ первичной обмоткѣ мѣняется сила постоянного сла-

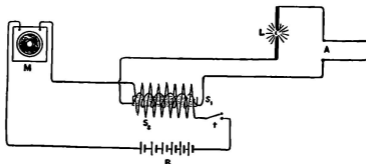


Рис. 27-я.

баго тока, причемъ въ обмоткѣ S_1 возбуждается соотвѣтственно индуктивный токъ, который, налагаясь на прямой токъ высокаго напряжения, усиливаетъ его (когда совпадаетъ съ нимъ по направленію) или ослабляетъ (идя на встрѣчу). Для усиленія колебанія индуктивнаго тока трансформаторъ снабженъ желѣзнымъ сердечникомъ, состоящимъ изъ отдѣльныхъ проволокъ мягкаго желѣза. На доскѣ трансформатора укрѣплены 4 клеммы, отмѣченныя двѣ буквами MM и соединяемыя съ микрофономъ (безразлично въ какомъ порядкѣ), а двѣ знаками $+$ и $-$ вводящія трансформаторъ въ цѣпь постоянного тока для дуговой лампы. Положенія коммутатора (выключателя) отмѣчены буквами e для замкнутаго тока, a для разомкнутаго. Гдѣ-либо по сосѣдству съ трансформаторомъ и послѣдовательно съ нимъ вводятъ въ проводъ A сопротивление, понижающее силу тока до 10—15 амп. Производя опытъ, доводятъ угли до соприкосновенія, а затѣмъ, когда токъ пойдетъ черезъ лампу, разводятъ ихъ для полученія дуги на возможно большее разстояніе. Чѣмъ больше будетъ свѣтовая дуга, тѣмъ громче она будетъ передавать звуки, воспроизведенныя передъ микрофономъ.

Эти звуки слѣдуетъ производить громко и отчетливо, и дуга воспроизведетъ ихъ тоже громко (усиливъ) и съ сохраненіемъ тембра, т. ч. они будутъ слышны во всѣхъ углахъ аудиторіи. Лучше всего передается свистъ и пѣніе. Объясняется явленіе тѣмъ, что измѣненіе силы тока, питающаго дугу, подъ вліяніемъ индуктивнаго тока вторичной обмотки, включенной въ цѣпь, мѣняетъ температуру дуги, вызывая вокругъ нея соотвѣтственно то охлажденіе, то нагрѣваніе воздуха, что, въ свою очередь, влечетъ образованіе воздушныхъ волнъ, въ точности, но съ большей мощностью, воспроизводящихъ звуки, которые были воспроизведены передъ микрофономъ и, мѣняя его сопротивление, вызвали измѣненія силы тока въ первичной обмоткѣ.

При сборкѣ аппарата надо обращать особое вниманіе на правильное соединеніе проводниковъ съ клеммами. При случайномъ включеніи въ проводъ A первичной обмотки, т. е. при соединеніи его концовъ съ клеммами MM сильный токъ пройдетъ черезъ микрофонъ и сожжетъ его. Оканчивая опытъ, перымымъ дѣломъ переводятъ выключатель на букву a .

Не слѣдуетъ помѣщать лампу вблизи трансформатора, а удалять ее болѣе чѣмъ на 1 м., т. к. спираль S, при прохожденіи тока развиваетъ сильное магнитное поле, которое можетъ отклонить пламя дуги. Последнее легко демонстрировать, умышленно приближая дуговую лампу къ трансформатору. Понятно, что надо остерегаться смотрѣть на дугу незащищенными глазами, т. к. ея свѣтъ можетъ вызвать повреженіе сетчатой оболочки глазъ и даже полную слѣпоту.

Стоимость всего описаннаго аппарата, не считая пошлныя, 191 герм. марка (около 90 руб.), угли отдѣльно по 1 маркъ 65 пфениговъ.

Расходъ на покупку можетъ быть значительно уменьшенъ (на 75 марокъ) въ томъ случаѣ, когда физическій кабинетъ школы имѣетъ дуговую лампу (наприм., въ проекціонномъ фонарѣ), т. ч. выразится всего приблизительно въ 60 рубляхъ.

Оп. 55. Свѣтовой телефонъ. Звуки, воспринятыя микрофономъ, могутъ, какъ извѣстно, быть воспроизведены телефономъ, который не соединенъ съ микрофономъ проводами. Первой формой такого телефона безъ проводовъ является свѣтовой телефонъ. Въ немъ передача достигается при помощи селена, проводимость котораго мѣняется въ зависимости отъ степени освѣщенія. Опыты Симона показали, что при возбужденіи индуктивнаго тока въ проводѣ, питающемъ вольтовую дугу, джаулево тепло, а слѣдовательно и температура дуги мѣняется. Измѣненію же температуры отвѣчаетъ измѣненіе интенсивности свѣта дуги. Такимъ образомъ, включая микрофонъ станціи отправленія въ цѣпь, подобную описанной въ приборѣ для поющей вольтовой дуги, а телефонъ на пріемной станціи соединяя съ селеновымъ пріемникомъ свѣтовыхъ лучей дуги, можно въ телефонѣ услышать звуки, произведенные передъ микрофономъ. Тотъ же фирмой Эрнеке сконструированъ демонстративный свѣтовой телефонъ для классныхъ опытовъ. Аппаратъ состоитъ изъ станціи отправленія и полученія и схематически изображенъ на рис. 28-мъ. Буква M обозначаетъ микрофонъ, T—трансформаторъ, L—вольтовую дугу. Для отклоненія ея лучей въ параллельное положеніе и тѣмъ самымъ для направленія ихъ безъ ослабленія на далекое

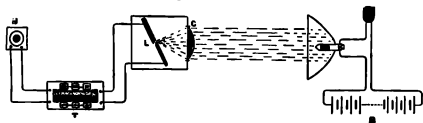


Рис. 28-я.

разстояніе приборъ дополнить камерой C съ плосковыпуклымъ стекломъ, въ главномъ фокусѣ котораго помѣщаютъ пламя дуги. Полученный свѣтовой лучекъ направляютъ на вогнутое параболіческое зеркало пріемной станціи, которую можно расположить въ концѣ длиннаго корридора школьнаго зданія или на дворѣ. Въ главномъ фокусѣ параболіческаго зеркала укрѣпляютъ селеновый пріемникъ Руммера, впаиваяный внутри стеклянной трубочки. Выпичиваніемъ и вывнчиваніемъ трубочку можно немного перемѣщать по оси зеркала, добиваясь того, чтобы селенъ занялъ наиболѣе освѣщаемое пространство. Двѣ клеммы

соединяють селеновый приемникъ съ проводами цѣпи, въ которой включены 20 сухихъ элементовъ, обозначенныхъ на чертежѣ буквой В, и телефонъ Н.

Звуковыя волны колеблютъ мембрану микрофона М и тѣмъ мѣняютъ сопротивление вторичной обмотки трансформатора, вызывая соответственно колебаніе силы тока въ его первичной обмоткѣ, а слѣдовательно и въ яркости свѣта дуги. Измѣненіе же степени силы свѣта, падающаго на селеновый приемникъ, лучей отъ вольтовой дуги, измѣняетъ его проводимость и, слѣдовательно, колеблетъ силу постоянного тока въ цѣпи станціи получения, вызывая въ телефонѣ звуки той-же высоты, какъ воспроизведенные передъ микрофономъ, т. е. какъ бы передавая звукъ на разстояніе. Угли дуговой лампы въ этомъ случаѣ берутся обыкновенные для поющей дуги. Наклоняютъ ихъ на такой уголъ, чтобы лучи свѣта отъ положительнаго кратера дуги падали нормально на стекло, сводящее ихъ въ параллельный пучекъ. Понятно, что особая камера станціи отправления можетъ быть замѣнена любымъ проекціоннымъ фонаремъ. При отдѣльной покупкѣ частей прибора, стоящаго цѣликомъ около 200 р. (420 герм. марокъ), расходъ на приобретение ихъ не такъ великъ. Если въ кабинетѣ уже имѣется приборъ для поющей вольтовой дуги, то всѣ другія части будутъ стоить около 115 руб. Батарей сухихъ элементовъ тоже можно не выписывать, тѣмъ болѣе, что эти элементы быстро истощаются, а замѣнить опускной батареей съ хромовой жидкостью. Телефонъ Велля тоже найдется въ любомъ кабинетѣ средней школы, а безъ него и проекціонной камеры всѣ нужныя части будутъ стоить всего около 50 руб. (100 германскихъ марокъ).

Г Л А В А II-я.

Опыты съ разрядомъ бѣ газакъ малой упругости.

§ 1. Приборы, примѣрная стоимость, правила обращенія.

Приборы для опытовъ съ электрическими разрядами въ газакъ малой упругости сводятся къ различнымъ модификаціямъ т. н. гейслеровыхъ трубокъ, т. е. герметически закрытыхъ стеклянныхъ сосудовъ, наполненныхъ воздухомъ или какимъ-либо другимъ газомъ, упругость котораго достигаетъ всего лишь нѣсколькихъ миллиметровъ, т. е. выражается сотыми долями атмосфернаго давленія. Часть этихъ опытовъ можетъ быть произведена въ т. н. электрическомъ ящикѣ или даже прямо подъ колоколомъ воздушнаго насоса, но дешевизна и разнообразіе специальныхъ приборовъ позволяетъ обойтись безъ этихъ суррогатовъ вакуумъ—трубокъ.

Мы приводимъ списокъ приборовъ для физическихъ кабинетовъ среднихъ школъ съ такимъ расчетомъ, чтобы его можно было значительно сократить въ случаѣ отсутствія достаточныхъ средствъ. Обратное, если послѣднія имѣются въ избыткѣ, то обиліе имѣющихся въ каталогахъ специальныхъ фирмъ аппаратовъ, служащихъ для варьаций нижеописанныхъ опытовъ, позволяетъ значительно увеличить намѣченную нами смѣту.

Стоимость желательных для опытов пособий в среднем по каталогам крупных фирм такова:

Электрическое ядро	10—15 р.
Вакуум шкала Кросса	25 р.
Коллекция гейслеровых трубок	5 р.
Опредѣлитель полюсовъ Гольца	9 р.
Трубка со ртутью	3 р.
Ртутная лампа	60 р.
Трубка Рентгена	11 р.
Крипоскопъ	26 р.
Наборъ различныхъ трубокъ Крукса	20—70 р.

всего на руб. 160—210

Въ случаѣ надобности сократить смѣту можно обойтись безъ дорогой ртутной лампы, замѣнивъ ее самодѣльной (см. оп. 13), приборъ Гольца для опредѣленія полюсовъ тоже не можетъ считаться необходимымъ аппаратомъ, дорогой продажный крипоскопъ легко сдѣлать самому (оп. 33) и такимъ образомъ уменьшить потребный расходъ до 75—100 руб.

Для любителя, не нуждающагося въ большомъ размѣрѣ трубокъ и довольствующагося лишь основными опытами, можно порекомендовать специальные наборы фирмъ И. И. Карпова въ СПб, „Песталлоци“ тамъ же и Кудре въ Парижѣ. Правда, ихъ наборы опытовъ для рентгенизации и пр. подчасъ граничатъ съ научными игрушками, но при своей дешевизнѣ (напр., коллекція для опытовъ съ лучами Рентгена у Кудре стоитъ 29 франковъ) вполнѣ достигаютъ своей цѣли.

Что касается обращенія съ стеклянными тонкостѣнными вакуумъ—трубками, то оно должно быть крайне осторожнымъ. При пересылкѣ приборы страдаютъ отъ недостаточно бережнаго обращенія съ почтовыми и желѣзно-дорожными посылками и даютъ большой процентъ лома, несмотря даже на тщательную нѣмецкую укупорку. Металлическіе наконечники на полюсахъ трубокъ, находящіяся въ контактѣ съ вылавленными въ стекло платиновыми электродами, обычно наклеиваются на стекло сургучемъ. Они легко отстаютъ, и передъ опытомъ трубки слѣдуетъ пересмотрѣть и нагрѣваніемъ на спиртовой лампочкѣ расплавить сургучъ и прижать наконечники, если они отпали отъ наклепки. Въ шкапу трубки слѣдуетъ хранить въ коробкахъ уложенными на слоѣ ваты и отнюдь не давать ихъ въ руки зрителямъ. Для подвѣшиванія трубокъ слѣдуетъ устроить особия стойки изъ мѣдныхъ проволокъ такъ чтобы при прикрѣпленіи ушка трубки къ проводу, соединенному съ полюсомъ источника тока, ушко не оттягивалось, а лишь свободно касалось провода.

Рентгеновскія трубки бываютъ различной степени жесткости, т. е. большей или меньшей степени разряженія. Трубки жесткія (незначительной упругости газа) требуютъ тока большей мощности, чѣмъ мягкія, но даютъ лучи болѣе высокой степени проникаемости.

Источниками тока для опытовъ могутъ быть какъ катушки Румкорфа, такъ и индукціонная электростатическія машины. Послѣдними приходится пользоваться при отсутствіи или недостаточной длинѣ искръ первыхъ. Что касается воздушнаго насоса, упоминаемаго въ первыхъ опытахъ слѣдующаго параграфа,

го онъ, повятно, имѣется въ каждомъ физическомъ кабинетѣ, а любитель можетъ обойтись и безъ него, разъ будетъ пользоваться для опытовъ готовыми трубками.

§ 2. Опыты съ свѣченіемъ въ газахъ.

Оп. 1. Демонстрированіе разряда въ электрическомъ яйцѣ. Электрическимъ яйцомъ называютъ полый внутри стеклянный эллипсоидъ вращенія (рис. 29), внутрь котораго введенъ металлическій разрядникъ съ остріями. Верхній стержень разрядника проходитъ черезъ плотно прилегающую къ нему втулку, которая передъ опытомъ должна смазываться саломъ или вазелиномъ, и можетъ быть приближена къ нижнему стержню или удалена отъ него. Оба стержня находятся въ контактѣ съ наружными металлическими частями прибора и могутъ быть соединены проводниками съ полюсами источника тока. Подставка прибора имѣетъ гладкую нижнюю поверхность, которая, будучи смазана саломъ, крѣпко притирается къ диску воздушнаго насоса. Сквозь подставку проходитъ отверстіе внутри прибора съ краномъ для сообщенія и разообщенія съ наружнымъ воздухомъ. Установивъ приборъ на тарелкѣ насоса и открывъ кранъ, выкачиваютъ воз-



Рис 29-я.

духъ при сближенныхъ остріяхъ разрядника, соединеннаго съ дѣйствующей спиралью Румкорфа или машинной Уимхерста (или иной системы, но дающей искру хотя бы въ 5 см.) Наблюдаютъ, что при опредѣленномъ разстояніи между остріями искра въ воздухѣ нормальной упругости перестаетъ проскакивать. Приводятъ въ дѣйствіе насосъ и замѣчаютъ, что по мѣрѣ пониженія упругости до 400 мм. разстояніе, нужное для прекращенія искры, возрастаетъ, а затѣмъ искровой разрядъ не происходитъ даже и при сближенныхъ остріяхъ. При дальнѣйшей работѣ насоса наступаетъ своеобразная картина свѣтового разряда, сводящаяся при 8 мм. упругости газа (дальнѣйшее разрѣженіе не получается, такъ какъ воздухъ проникаетъ внутрь прибора) къ розовому сіянію около анода и свѣтло-голубому свѣченію катода. Свѣтъ у катода замѣтенъ лишь на небольшомъ отъ него разстояніи, тогда какъ анодное сіяніе доходитъ почти до противоположнаго полюса.

Оп. 2. Разрядъ въ электрическомъ яйцѣ, наполненномъ какимъ-нибудь газомъ. Не соединяя разрядника прибора, описаннаго въ предыдущемъ опытѣ, съ полюсами источника тока, выкачиваютъ изъ него воздухъ и закрываютъ кранъ. Снявъ приборъ съ тарелки насоса (боковымъ скользящимъ движеніемъ), даютъ его держателю помощнику. Заранѣе наполняютъ какимъ-нибудь газомъ (угольнымъ ангидридомъ, водородомъ или хлоромъ *) стеклянную банку съ широкимъ фальцемъ надъ горломъ. Фальць смазываютъ саломъ, быстро вынимаютъ стеклянную пробку изъ банки и, приложивъ ея горло къ отверстию въ подставкѣ электрическаго яйца, открываютъ кранъ этого прибора. Газъ засасывается внутрь. Если газъ легче воздуха, то яйцо держатъ въ опрокинутомъ положеніи, а банку съ

*) Простые способы полученія разныхъ газовъ читатель найдетъ въ книжкѣ того же автора „Опыты по химіи“, изданной въ 1910 г. Д. И. Сытинымъ 2-мъ изданіемъ

газом горломъ внизъ. Приборъ, наполненный газомъ, переносятъ опять на тарелку воздушнаго насоса и, открывъ кранъ, выкачиваютъ изъ него газъ, чтобы разрѣднить послѣдній до требуемой опытомъ плотности. Соединивъ разрядникъ прибора съ полюсами катушки или машины, ведутъ опять по предыдущему, наблюдая измѣненіе цвѣта свѣщенія внутри прибора.

Оп. 3. Самодѣльный сосудъ съ разряженнымъ газомъ. Дно бутылки просверливаютъ остриемъ напилька, смачивая мѣсто сверленія каплей—двумя скипидара и посыпая наждакомъ или, что еще лучше, карборундомъ. Отверстіе туго закрывается резиновой пробкой съ пропущенной сквозь нее вязальной спицей. Такая же пробка съ другой спицей закрываетъ горло бутылки. Бутылку наполняютъ угольнымъ ангидридомъ (углекислымъ газомъ) и бросаютъ въ нее кусокъ ѣдкаго кали или натра. Закрывъ отверстия пробками, заливаютъ послѣднія сургучемъ и оставляютъ на день—на два. За это время ѣдкая щелочь соединится съ углекислымъ газомъ, остатокъ котораго будетъ имѣть весьма незначительную упругость. Соединяя концы спицъ, выходящія наружу, съ полюсами источника тока высокаго напряжения, продѣлываютъ оп. 2.

Оп. 4. Свѣщеніе гейслеровыхъ трубокъ. Опыты съ гейслеровыми трубками, имѣющими въ настоящее время самыя сложныя и причудливыя формы (рис. 30)

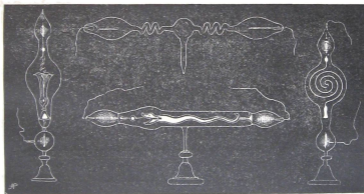


Рис. 30-й.

и содержащими газъ, упругость и составъ котораго въ большинствѣ случаевъ неизвѣстенъ экспериментатору, болѣе красивы, чѣмъ поучительны. Предыдущіе опыты или опыты съ трубкой Пюккера педагогичнѣе, но требуютъ большого промежутка времени и наличия хорошаго насоса, притомъ же ихъ затруднительно вести безъ опытнаго помощника. Поэтому ихъ обыкновенно замѣняютъ демонстраціею свѣщенія внутри гейслеровыхъ трубокъ, которое слѣдуетъ всѣмъ перегибамъ трубки и въ соединеніи съ флюоресценціей стекляннаго корпуса трубки представляетъ одно изъ красивѣйшихъ физическихъ явленій. Коллекціи готовыхъ трубокъ стоятъ очень дешево, изготовляются для самыхъ слабыхъ источниковъ тока и могутъ служить приятнымъ развлеченіемъ среди другихъ болѣе серьезныхъ опытовъ. Демонстрируя гейслеровыя трубки, ихъ, какъ сказано выше, надо подвѣшивать такъ, чтобы профессоръ соединяя ихъ ушки съ по-

люсами катушки, не были натянуты. Мѣняя во время опыта направлѣніе тока, наблюдаютъ, какъ анодъ и катодъ въ трубкѣ мѣняются мѣстами.

Оп. 5. Опыты съ вращающимися трубками. Въ магазинахъ физическихъ принадлежностей можно найти специальный приборчикъ для вращенія гальваническихъ трубокъ. Опытный любитель и самъ можетъ приспособить небольшую модель электродвигателя для этой цѣли. Рис. 31 представляетъ одну изъ комбинацій прибора. Трубка зажата между клеммами А и В, надѣтыми на стержень. Стержень состоитъ изъ двухъ толстыхъ проволокъ, вставленныхъ въ деревянную или эбонитовую трубочку *t*, укрѣпленную на деревянномъ дискѣ *d*. Въ двухъ мѣстахъ диска наклеены станиоловые листочки *l*, которые полосками станиола соединены каждый съ однимъ концомъ стержня. Такимъ образомъ, дискъ является коллекторомъ, и тонкими слегка пружинящими латунными полосками, соединенными проводами *p*, токъ вводится черезъ металлические контакты въ электроды трубки. Направленіе тока, понятно, все время вращенія станочка мѣняется. Подбирая различные отношенія скоростей вращенія трубки и частоты перерывовъ тока, получаютъ различные свѣтовые эффекты, представляющіе очень красивое зрѣлище. Надо оговориться, что подобные опыты граничатъ съ развлеченіемъ и годятся лишь, какъ средство заинтересовать аудиторію и привлечь ее къ изученію электричества. Мѣсто такимъ опытамъ на вступительныхъ урокахъ, на популярныхъ лекціяхъ и т. п.

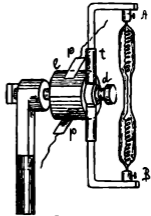


Рис. 31-а.

Оп. 6. Опытъ съ трубкой Плюккера. Правильнѣе всего демонстраціе измѣненія картины свѣтового разряда въ газахъ малой упругости въ трубкѣ Плюккера. Трубка (рис. 32) состоитъ изъ уширенной части В съ вылавленными въ нее электродами А и К и двухъ отростковъ F и H съ кранами С и D. Одинъ изъ отростковъ служитъ для соединенія трубки съ сильнымъ (всего лучше ртутнымъ) воздушнымъ насосомъ, другой съ наружнымъ воздухомъ или сосудомъ съ другимъ какимъ-нибудь газомъ. Если есть возможность довести разрядъ до значительной степени, то можно видѣть, какъ при 4 мм. упругости газа трубка наполняется однороднымъ красноватымъ аноднымъ свѣтомъ, при 2,5 мм. наблюдать раздѣленіе этого свѣта на отдѣльные слои и появленіе голубовато-фіолетоваго свѣченія вблизи катода.

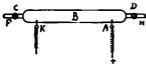


Рис. 32-а.

Оп. 7. Демонстраціе шкалы Кросса. Чтобы не тратить времени на выкачиваніе газа изъ трубокъ и не затягивать предыдущаго опыта, удобно произвести его, пользуясь специальной шкалой разрядженія, устроенной Кроссомъ. Она представляетъ рядъ послѣдовательно соединенныхъ платиновыми проводниками трубокъ съ различной степенью разрядженія воздуха. Шкала изъ шести трубокъ имѣетъ разрядженія въ 40, 10, 6, 3, 0,14 и 0,02 мм. При пропускании тока передъ зрителями сразу является картина послѣдовательнаго измѣненія ха-

рактера разряда отъ свѣтящейся искры до невидимаго (замѣтнаго по фосфоресценіи стекла) катоднаго потока.

Оп. 8. Самостоятельное изготовленіе гейслеровыхъ трубокъ. Лица, хорошо знакомыя съ стеклодувнымъ искусствомъ, которое, кстати сказать, можно научить по книжкѣ Шульца „Обработка стекла“, могутъ сами готовить трубки съ разряженіемъ. По способу Генри эти трубки выдуваются съ небольшимъ отросткомъ. Въ отростокъ всыпаютъ немного гашеной извести, а черезъ оттянутый конецъ трубки разряжаютъ находящійся въ ней воздухъ ртутнымъ насосомъ, накапывая въ то же время газовой или спиртокапельной горѣлкой известь. Часть послѣдней при этомъ выдѣляетъ пары воды, удаляющіеся вмѣстѣ съ выкачиваемымъ воздухомъ. Запаявъ конецъ трубки, ведшій къ насосу, даютъ трубкѣ охладиться, при чемъ оставшіеся внутри трубки водяной паръ вновь поглощается известью, что способствуетъ значительному увеличенію степени разряженія внутри трубки.

Оп. 9. Видоизмѣненіе предыдущаго. Заслуживающій особаго вниманія любителя способъ изготовленія гейслеровыхъ трубокъ безъ помощи воздушнаго насоса предложешъ А. А. Боровковымъ. Трубку берутъ длиною около метра діаметромъ 5—8 мм. (рис. 33), сначала перетягиваютъ въ трехъ мѣстахъ *a*, *b* и *c*, нагревая ее для этого на лампѣ (спиртовой или бензиновой). Потомъ въ *c* ее обламываютъ, надрѣзавъ напильникомъ. На этотъ кончикъ надѣваютъ резиновую трубку, а въ послѣднюю вставляютъ другую стеклянную трубку, перетянутую въ *s*, длиною 20—30 см. Необходимо, чтобы часть *a d* была болѣе 80 см. Если такой трубки нѣтъ, то ее можно составить изъ двухъ, соединивъ ихъ кусочкомъ резиновой трубки. Но тогда труднѣе достигнуть большого разряженія: надо очень тщательно удалять пузырьки попадающаго и остающагося въ этихъ соединеніяхъ газа. Достигнуть малыхъ давленій еще легче, если не употреблять и первой резиновой трубки, а весь приборъ сдѣлать изъ одной стеклянной. Затѣмъ черезъ трубку пропускается тщательно высушенный и очищенный газъ (если онъ съ воздухомъ даетъ взрывчатая смѣсь, какъ, напримѣръ, водородъ, то надо подождать производить дальнѣйшую работу, пока не пойдетъ чистый газъ). Послѣ того какъ газъ наполнитъ трубку, вытѣсвивъ изъ нея воздухъ (для чего требуется 5—15 минутъ), трубку быстро запаиваютъ у *s*, не прерывая хода газа, и быстро вливаютъ у *d* нѣсколько капель ртути, для чего лучше заранѣе надѣть сверху маленькую стеклянную воронку или расширить конецъ трубки на огнѣ. По охлажденіи трубки въ нее вставляютъ проволочку до дна и наливаютъ ртути. Пузырьки воздуха поднимаются по проволокѣ, и ртуть опускается. Потомъ опускаютъ слегка часть *M*. Ртуть начинаетъ заходить и туда. Проволочку (конецъ которой лучше загнуть, чтобы онъ не задѣвалъ резину) опускаютъ ниже, и газъ выходитъ. Оставивъ тамъ небольшой пузырекъ газа, остальной заставляютъ выйти. Если на стѣнкахъ трубки остались пузырьки, ихъ тщательно снимаютъ проволокой. Вообще при этой работѣ необходима большая тщательность.

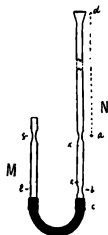


Рис. 33-л.

Дальше трубку у *d* закрывают пальцем, стараясь, чтобы под палец не попал воздух, для чего ее наливают полибй и палец накладывают не сверху, а надвигают сбоку и переворачивают в чашку со ртутью же. В трубку ртуть опускается, и сверху образуется разръженіе, степень котораго можно узнать, сравнивъ съ показаніемъ ртутнаго барометра. Поставивъ трубку вертикально, мы получимъ наибольшее разръженіе. Наклоняя ее въ сторону, можно увеличить упругость газа до нужной величины. Поэтому-то и рекомендовалось брать трубку длиннѣе—тогда можно измѣнять упругость въ большіхъ предѣлахъ. Наконецъ трубку заплавляютъ сначала у *a*, потомъ при *b*. Это удобнѣе всего производить паяльной трубкой. Запаваніе подъ давленіемъ наружнаго воздуха производится быстро и легко. Концы трубки потомъ отламываются, и часть *a d* представляетъ собой гейслерову трубку.

Для пропускающія черезъ нее тока можно концы ея оклентъ станіолемъ и къ нимъ присоединить провода. Не слѣдуетъ только въ этомъ случаѣ пропускать черезъ нее очень сильный токъ, чтобы не пробить стекла. Гораздо лучше, если до перетягиванія трубки—у частей *a* и *b* впасть маленькіе кусочки платиновой проволоки—*k*. Для этого, нагрѣвъ паяльной трубкой одну точку стекла, закрываютъ трубку съ одного конца и быстро дуютъ въ другой. Образуется отверстие. Тогда берутъ кусочекъ тонкой платиновой проволоки *и*, отступя отъ конца 3—5 мм., припаяваютъ къ ней кусочекъ стекла или обматываютъ ее на огнѣ стеклянной нитью, полученной быстрымъ растягиваніемъ накаленной стеклянной палочки. Затѣмъ этотъ кусочекъ вставляютъ въ полученное раньше отверстие трубки и запаваютъ тамъ.

Если хотятъ получить въ трубкѣ разръженный воздухъ, то вся часть *M* не нужна. Тогда просто берутъ трубку *N* и, запаявъ ее при *b*, поступаютъ дальше описаннымъ способомъ.

Тѣ, кто хорошо работаетъ изъ стекла, легко могутъ разнообразить форму получаемыхъ трубокъ, выдувая на нихъ шарики и изгибая ихъ произвольнымъ образомъ.

Оп. 10. Свѣченіе гейслеровой трубки отъ тренія. Трубка просушивается и осторожно (чтобы не раздавить) натирается сухой рукой въ темной комнатѣ, причѣмъ внутри ея замѣтно болѣе или менѣе интенсивное свѣченіе отъ статическаго разряда, вызываемаго электризаціей стекла.

Оп. 11. Свѣченіе ртутныхъ паровъ. Очень красивый и, не смотря на свою простоту, производящій большое впечатлѣніе на зрителей опытъ, аналогичный предыдущему, но съ трубкой, содержащей внутри ртуть и ея пары въ разръженномъ пространствѣ. Достаточно простого переливанія ртуті изъ конца въ конецъ трубки, чтобы внутри ея появилось яркое голубоватое сіяніе. Трубка берется толстостѣнная длиною около 3 дм.; ее берутъ рукой за середину и быстро переворачиваютъ нѣсколько разъ на 180°

Оп. 12. Самодѣльная трубка съ ртутными парами. По указанію А. А. Боровкова (см. оп. 9) при изготовленіи трубки съ разръженіемъ оставляютъ внутри ея немного ртуті. Для этого послѣ переворачиванія и запаванія у *S*, выпрямляютъ часть *M*, а *N* наклоняютъ, вливая изъ нея ртуть. Послѣ этого, отогнувъ часть *M* внизъ, *N* ставятъ вертикально и запаваютъ въ мѣстѣ *e*, заравнѣе перетянутомъ (рис. 33).

Оп. 13. Демонстрирование ртутной лампы. Разряд большой силы тока (2,5—5 амп.) высокого напряжения (110—220 вольт) в ртутных парах вызывает образование вольтовой дуги, сопровождающейся переносом металла с положительного на отрицательный полюс. Примѣняемая в практикѣ ртутная лампа, питаемая переменнымъ токомъ, не даютъ замѣтить послѣдняго явленія. Свѣтъ раскаленныхъ ртутныхъ паровъ высоко активнѣе (богатъ химически дѣйствующими лучами), почему такая лампа съ успѣхомъ примѣняется для фотографирования. Во избѣжаніе плавленія стекляннаго колпака его дѣлаютъ изъ кварца, что удорожаетъ стоимость лампы, которая по прейсъ-куранту Всеобщ. Комп. Эл.—ва обходится отъ 90 до 105 руб. Въ каталогахъ фирмъ, торгующихъ физическими приборами, я не встрѣчалъ ртутныхъ лампъ, а по справкамъ у торговцевъ узналъ, что мало-свѣчныхъ лампъ въ настоящее время не изготовляютъ.

Оп. 14. Самодѣльная ртутная лампа. Такъ какъ демонстрирование ртутной лампы представляетъ значительный интересъ, то за невозможностью приобрести готовую лампу опытный любитель можетъ сдѣлать ее, слѣдуя указаніямъ Пфунда. Для изготовленія лампы Пфунда берутъ стеклянную трубочку длиной около

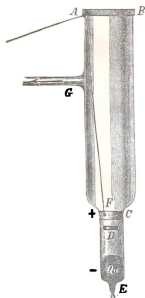


Рис. 34-п.

18 см. и 3 см. діаметромъ и приплавляютъ къ ней снизу другую трубочку, въ 1,2 см. діаметромъ, а длиной около 7 см. Эта послѣдняя трубочка снизу заплавлена, причѣмъ передъ заплавленіемъ въ нее введенъ платиновый контактъ, служащій отрицательнымъ полюсомъ лампы. На высоту 3 см. на две трубки наливаютъ ртуть Q. Буквою С на нашемъ рисункѣ (рис. 34) обозначаетъ положительный полюсъ лампы. Какъ видно изъ рисунка, положительный полюсъ состоитъ изъ двухъ колецъ. С плотно прилегаетъ къ внутренней поверхности стеклянной трубки и служитъ для поддержанія внутренняго кольца D, свободно висящаго внутри трубки и припаяннаго къ первому кольцу на проволоку F. Температура нижняго кольца во время дѣйствія лампы можетъ доходить до 500° и даже выше, почему и важно избѣжать прикосновенія его къ стеклу. Токъ вводится въ кольцо С желѣзной проволокой F. Проволока и кольца дѣлаются желѣзными во избѣжаніе амальгамированія парами ртути. Сверху трубка прикрывается кварцевой пластинкой АВ, герметически примазываемой къ стеклу. Сбоку къ лампѣ приплавляется стеклянная трубочка

G, которую соединяютъ съ ртутнымъ насосомъ для разрѣженія воздуха въ трубкахъ лампы. Разрѣженіе ведутъ насколько возможно дальше. Послѣ того какъ предѣлъ разрѣженія, доступный имѣющемуся въ распоряженіи экспериментатора ртутному насосу, достигнутъ, трубочку заплавляютъ на спиртовой или газовой горѣлкѣ. Лампа Пфунда указанныхъ размѣровъ требуетъ для свѣченія тока въ 110 вольтъ и 1,4 до 1,6 амперъ. Для зажиганія достаточно, пустивъ токъ, нагрѣть спиртовой лампой ртуть внизу трубки. Пары ртути, образующіяся при такомъ нагрѣваніи, поднимаются къ положительному полюсу и замыкутъ

токъ внутри лампы. Никакого искусственнаго охлажденія во время свѣченія лампы не требуется.

Оп. 15. Свѣчение внутри лампы накаливанія. За непмѣниемъ подъ рукой гейслеровыхъ трубокъ ихъ можно замѣнить перегорѣвшими лампочками накаливанія съ угольной нитью. Встряхиваніемъ лампы ломають перегорѣвшую нить, такъ чтобы между частями ея, соединенными съ полюсами лампы, образовался промежутокъ въ 1—2 см. Соединяя полюсы лампы съ зажимами вторичной обмотки спирали Румкорфа, дающей искру около 1 см., наблюдаютъ характерное свѣчение внутри лампы.

Оп. 16. Видоизмѣненіе предыдущаго. По Курнакову *), предыдущій опытъ можно сдѣлать болѣе эффектнымъ, включая въ цѣпь самого экспериментатора. Подготовленная, какъ указано выше, лампочка берется за стекло и прикасается однимъ полюсомъ къ одной изъ клеммъ вторичной обмотки, а къ другой клеммѣ экспериментаторъ прикасается свободной рукой. Соблюдая предосторожности, указанныя въ оп. 34, гл. I, т. е. постепенно усиливая первичный токъ, чтобы экспериментаторъ не получилъ болѣзненныхъ ощущеній, пускаютъ въ ходъ индукціонную катушку. Наблюдается такое-же свѣчение въ лампочкѣ, какъ и въ оп. 14-мъ.

Оп. 17. Свѣченіе лампы отъ статическаго заряда экспериментатора. Повторяя оп. 15-й, черезъ нѣкоторое время отвѣдя лампу отъ клеммы спирали, прикасаются другой рукой къ ея отрицательному полюсу: лампа вспыхиваетъ.

Оп. 18. Послѣ-свѣченіе лампы. Дѣлая оп. 15-й въ темнотѣ, прикрывъ прерыватель, чтобы не было видно его искръ, прекращаютъ дѣйствіе спирали. Въ теченіи нѣсколькихъ секундъ послѣ этого лампочка продолжаетъ слабо свѣтиться.

Оп. 19. Опредѣленіе полюсовъ индуктивной катушки. Быстрое опредѣленіе полюсовъ румкорфовой спирали (или статической машины) можетъ быть сдѣлано при помощи специальной трубки Гольца (рис. 35). Токъ въ этой трубкѣ проходитъ лишь по направленію воронокъ, такъ что свѣтится лишь одно изъ отвѣтвленій прибора, именно то, носики внутреннихъ воронокъ котораго направлены къ положительному полюсу источника тока.

Оп. 20. Отклоненіе свѣтового потока. Въ оп. 1 и 2-мъ можно, поднося къ прибору руку, магнитъ или электромагнитъ, наблюдать отклоненіе свѣтового потока. Отклоненіе рукой объясняется дѣйствіемъ ея индуктивнаго электростатическаго заряда, отклоненіе магнитомъ—дѣйствіемъ магнитнаго поля. Для этого опыта имѣется специальный приборъ конструціи де-ля-Рива, стоящій около 25 руб. Состоитъ онъ изъ стекляннаго сосуда съ разрѣженіемъ, достаточнымъ для образованія свѣтового потока и электромагнита. Сначала пускаютъ токъ въ сосудъ и наблюдаютъ появленіе широкой свѣтящейся полосы; затѣмъ выключаютъ въ цѣпь прямого тока обмотку электромагнита, замѣчая отклоненіе полосы. Мѣняя направленіе тока въ обмоткѣ, мѣняютъ направленіе отклоненія свѣтового пото-



Рис. 35.

*) Имъ-же описаны два слѣд. опыта; оп. 15—17 могутъ быть повторены съ гейслеровыми трубками.

ка согласно правилу взаимодействия магнита и проводника (см. ч. I, гл. III, оп. 54-П).

Оп 21. Опытъ съ лампочками накаливанія. Къ клеммамъ вторичной обмотки индуктора прикрѣпляютъ мѣдныя проволоки, загнувъ ихъ свободные концы въ видѣ крючочковъ. На эти крючки подвѣшиваютъ лампочки накаливанія, такъ чтобы онѣ не соприкасались между собою, но близко одна къ другой. При прохожденіи тока черезъ катушку лампочки притягиваются другъ къ другу.

§ 3. Опыты съ катоднымъ потокомъ.

Оп. 22. Демонстрированіе трубокъ Крукса. Трубки Крукса имѣются двухъ

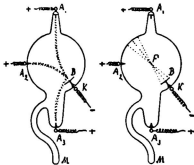


Рис. 36.

Рис. 37.

типовъ: съ разряженіемъ около 1 мм. и съ разряженіемъ до 0,001 мм. Внѣшній видъ ихъ указанъ на рис. 36—37. Отросткомъ М онѣ ставятся въ особый деревянный штативъ, ихъ катодъ К соединяется съ отрицательнымъ полюсомъ индуктора, а такъ назыв. антикатоды A_1 , A_2 и A_3 съ положительнымъ. Катодъ имѣетъ видъ прямого или вогнутого зеркала В. При пропусканіи тока видимые свѣтовые лучи въ трубкахъ первой категоріи направляются отъ катода къ любому изъ включенныхъ въ цѣпь антикатодовъ, образуя изогнутые по кривымъ свѣтовые потоки (рис. 38).

Въ трубкахъ второй категоріи катодный потокъ не сопровождается видимыми свѣтовыми лучами, его направленіе обнаруживается люминисценціей стекла трубки противъ катода. Люминисцирующее пятно не перемѣщается, какой бы изъ антикатодовъ ни соединить съ положительнымъ полюсомъ катушки, слѣдовательно катодный потокъ при достаточной степени разряженія газа распространяется всегда прямолинейно (рис. 39).

Оп. 23. Отклоненіе катоднаго потока магнитомъ. Для доказательства, что невидимый вашему глазу катодный потокъ от-

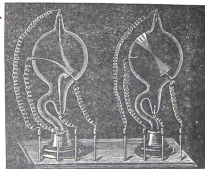


Рис. 38.

Рис. 39.

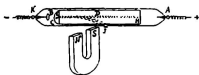


Рис. 40.

клоняется магнитомъ подобно видимому потоку въ оп. 20-мъ, передъ катодомъ внутри трубки ставятъ металлическую пластинку (экранъ) С (рис. 40), въ которомъ прорѣзана щель Е. Перпендикулярно къ экрану вдоль трубки укрѣплена слюдяная пластинка, покрытая сѣрнистымъ баріемъ или другимъ веществомъ, способнымъ люминисцировать подъ

вліяніемъ катоднаго потока. Пропуская токъ черезъ трубку, дѣйствительно, за-

мѣчаютъ свѣтлую полосу на слюдяной пластинкѣ, отклоняющуюся внизъ, если приблизить снизу трубки южный полюсъ магнита, и вверхъ при приближеніи его сѣвернаго полюса. Слѣдовательно и потокъ, вызывающій люминисцирующую полосу, отклоняется магнитомъ.

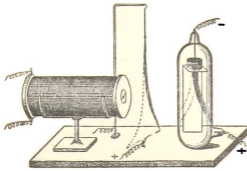


Рис. 41.

Оп. 24. Опытъ Эйхенвальда. Предыдущій опытъ можетъ имѣть еще большее педагогическое значеніе, если производить его по указанію Эйхенвальда, собирая приборы, какъ указано на рис. 41. Трубка такая же, какъ въ предыдущемъ опытѣ, устанавливается вертикально, рядомъ съ нею подвѣшивается гибкій мизшурный проводникъ, соединенный съ источникомъ

прямого тока, протекающимъ по проводнику сверху внизъ. Пуская токъ въ обмотку сильнаго электромагнита, наблюдаютъ отклоненіе подвижнаго проводника и катоднаго потока въ одну и ту же сторону. При измѣненіи направленія тока въ обмоткѣ электромагнита мѣняется направленіе отклоненія проводника и потока.

Оп. 25. Механическая работа катоднаго потока въ трубкѣ Гитторфа. Трубка, служащая для этой цѣли (рис. 42), имѣетъ внутри стеклянныя рельсы, по которымъ можетъ перекачиваться легкое металлическое колесико. Пуская токъ въ трубку, наблюдаютъ, что колесико катится по направленію къ положительному полюсу. Измѣняя направленіе тока коммутаторомъ, мѣняютъ направленіе движенія колеса.



Рис. 42.

Оп. 26. Катодная турбина. Трубка, сконструированная для примѣненія принципа Сегнера колеса къ катодному потоку, стоитъ 7 руб. и заключаетъ внутри радиометръ, опирающійся на остріе катода (рис. 43). Лопастни его сдѣланы изъ алюминія, съ одной стороны на нихъ наклеены листочки слюды. Соединивъ проводъ N съ отрицательнымъ, а P съ положительнымъ полюсами катушки, наблюдаютъ вращеніе колеса по направленію, обратному направленію катоднаго потока, истекающаго отъ металлическихъ (не заклеенныхъ слюдой) поверхностей. Если разрядъ въ трубкѣ не особенно великъ, то опытъ удается даже со слабой катушкой и сопровождается побочными свѣтовыми явленіями, такъ какъ внутренность трубки при этомъ наполняется розовымъ аноднымъ свѣтомъ. Прервавъ токъ, въ которое время наблюдаютъ вращеніе колеса по инерціи.



Рис. 43.

Оп. 27. Непрозрачность металловъ для катоднаго потока. Трубка, служащая для этого опыта (рис. 44),

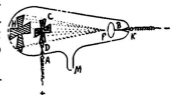


Рис. 44.

имѣть внутри вырѣзающій изъ тонкой металлической пластинки крестъ С. Онъ укрѣпленъ на крючкѣ D, который можетъ быть соединенъ съ антимкатодомъ А (это не обязательно). Катодъ К оканчивается вогнутымъ зеркальцемъ В съ короткимъ главнымъ фокуснымъ разстояніемъ F. Встряхиваніемъ трубки крестъ можетъ быть поставленъ вертикально или опущенъ внизъ. При послѣднемъ его положеніи, когда токъ проходитъ черезъ трубку, ея широкій кошечъ люминисцируетъ по всей поверхности паденія катодныхъ лучей, направленныхъ на нее зеркальцемъ В. Если же встряхиваніемъ трубки поставить крестъ вертикально, то его увеличенная фигура проектируется на свѣтло-зеленомъ фонѣ, такъ какъ крестъ заслоняетъ часть лучей, прекращая люминисценцію стекла, т. е. образуя какъ бы тѣнь.

Оп. 28. Тепловое дѣйствіе катоднаго потока. Внутри трубки (рис. 45)



Рис. 45.

выплавлена пластинка изъ сплава платины съ придеіемъ. Катодный потокъ зеркальцемъ сосредоточивается на пластинкѣ, расположенной въ главномъ достаточно длинномъ фокусѣ зеркальца. При пропусканіи тока значительной силы отъ катушки съ искрой не менѣе 5 см. платина не только раскаливается, но даже плавится. Впрочемъ, во избѣжаніе порчи прибора, стоящаго не менѣе 9 руб., лучше довольствоваться раскаливаніемъ платиновой пластинки и сейчасъ же прекращать токъ.

Оп. 29. Люминисценція твердыхъ и жидкихъ тѣлъ подѣ влияніемъ катоднаго потока. Вещества, фосфоресцирующія, флуоресцирующія и послѣ-свѣтлія подѣ влияніемъ видимыхъ свѣтовыхъ лучей, въ еще большей степени проявляютъ упомянутыя свойства при дѣйствіи на нихъ невидимаго катоднаго потока. Въ опытѣ 27 люминисценція стекла является необходимымъ условіемъ опыта, равно какъ фосфоресценція сѣрнистаго кальція въ оп. 23 и 24. Для болѣе эффектной демонстраціи указанныхъ свойствъ

готовятся трубки съ разряженіемъ, въ которыхъ заключены различныя твердыя тѣла и жидкости, люминисцирующія подѣ влияніемъ катоднаго потока. Рублей за 10—12 можно приобрести коллекцію изъ 5—6 трубокъ съ различными веществами и демонстрировать свѣтвыя явленія, происходящія въ послѣднихъ при дѣйствіи катодныхъ лучей.

Оп. 30. Самодѣльные трубки Крукса. Если въ оп. 8 и 9-мъ любитель сможетъ довести разряженіе до сотыхъ долей миллиметра, то онъ получитъ вакуумъ-трубки, могущія служить для опытовъ съ катоднымъ потокомъ. Если въ оп. 3-мъ брать избытокъ ѣдкой щелочи и угольный ангидридъ пропускать черезъ сосудъ, предварительно пропустивъ его черезъ гигроскопическое вещество, напр., черезъ крѣпкую сѣрчую кислоту, то и въ этомъ случаѣ, по увѣренію нѣкоторыхъ любителей, можно достигнуть необходимой степени разряженія газа *).

* Не касаясь описанія постановки опытовъ съ трубкой Ленара, съ закатодами дугами и проч., не считая ихъ пока доступными для средней школы и любительской лабораторіи.

§ 4. Опыты съ лучами Рентгена.

Оп. 31. Демонстрированія трубки Рентгена. Трубка Рентгена имѣетъ разрѣженіе еще меньшее, чѣмъ круковская и, какъ указано въ § 1 этой главы, степень разрѣженія характеризуется такъ назыв. „жесткостью“ трубки, которая обычно возрастаетъ съ теченіемъ времени. Для учебныхъ заведеній и любительскихъ опытовъ предпочтительнѣе пользоваться „мягкими“ трубками. Въ продажѣ имѣются недорогія трубки (отъ 5 руб.), могущія дѣйствовать отъ катушки съ искровымъ промежуткомъ въ 5 см. Для рентгенографіи (см. оп. 35) нужны трубки большей провѣщаемости, рассчитанныя на искровой промежутокъ въ 20 см. Вообще при покупкѣ трубокъ надо руководствоваться имѣющимся источникомъ тока. Упрощенный типъ рентгеновскихъ трубокъ (рис. 46) имѣетъ катодъ *a*, оканчивающійся вогнутымъ зеркальцемъ, въ фокусѣ котораго помѣщенъ платиновый кружокъ, соединенный съ антикатадами *c* и *b*. Катодный потокъ, ударяясь о поверхность кружка, даетъ начало лучамъ Рентгена, не просто отражающимся отъ плоскаго платинового зеркальца, а исходящими отъ него широкимъ пучкомъ *S*, направленіе котораго указано на чертежѣ бѣлыми пунктирными линиями. Часть трубки *G*

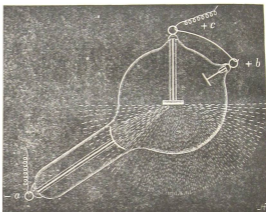


Рис. 46.

охватывается зажимомъ спеціального штатива который можно замѣнить штативомъ для укрѣпленія горла реторты, примѣняемымъ въ химической лабораторіи и стоящимъ значительно дешевле (1—2 руб., вмѣсто 15 руб.). Электроды трубки должны непременно соединяться, какъ показано, т. е. нижній съ отрицательнымъ полюсомъ румкорфовой спирали или отрицательнымъ кондукторомъ электростатической машины, если въ качествѣ источника тока взята послѣдняя (см. оп. 36), а оба верхнихъ съ положительнымъ. Слѣдуетъ тщательно слѣдить, чтобы проволока, подводящая токъ (обыкновенная изолированная звонковая проволока), не касалась стеклянной внѣшней поверхности трубки, для чего на штативѣ имѣется специальное приспособленіе для отвода проводовъ. Прикосновеніе провода къ стеклу можетъ вызвать разрядъ между ними, причѣмъ стекло будетъ пробито отверстіемъ, незамѣтнымъ глазу, но достаточнымъ для проникновенія внутрь трубки воздуха, чѣмъ послѣдняя будетъ приведена въ негодность.

Замѣтимъ, что при слабомъ источникѣ первичнаго тока для катушки Румкорфа (менѣе 8 элементовъ съ хромовой жидкостью или 6 аккумуляторовъ) опытъ не удастся. Беря источникомъ тока опускающую батарею, надо ставить помощника для частаго удаленія выдѣлившагося въ батареѣ водорода механическимъ путемъ (ч. I, стр. 39).

Оп. 32. Свѣченіе экрана отъ рентгеновскихъ лучей. Продолжаютъ предыдущій опытъ, затемнивъ комнату и поставивъ на пути выхода изъ трубки рентгеновскихъ лучей люминисцирующий экранъ, покрытый платиново-синеродистымъ баріемъ. Въ мѣстѣ паденія лучей экранъ свѣтится мягкимъ зеленоватымъ сіяніемъ, хотя бы лучи падали на его заднюю, не покрытую люминисцирующимъ веществомъ поверхность.

Оп. 33. Самодѣльное изготовленіе люминисцирующаго экрана. Экранъ, упомянутый въ предыдущемъ опытѣ, размѣромъ 18×18 см. стоитъ не менѣе 25 р., почему весьма желательно умѣть замѣнить его самодѣльнымъ, который обойдется не дороже рубля. По рецепту Колле берутъ вмѣсто дорогой платиновой соли двойную ураново-аммоніевую соль фтористо-водородной кислоты. Для приготовления этой соли растворяютъ 10 гр. азотнокислаго урана въ 40 куб. см. воды, при кипяченіи прибавляя къ раствору 5 гр. фтористаго аммонія и продолжая кипятить послѣ того еще минутъ 5. Охладивъ, отфильтровываютъ мелкій кристаллическій желтый осадокъ и просушиваютъ его до полного удаленія влаги. Указанныя соли надо выписывать отъ Мерка изъ Германіи черезъ любой крупный аптекарскій магазинъ. Азотно-кислый уранъ, впрочемъ, имѣется у І. Стеффенъ, въ СПб., по цѣнѣ 55 к. за 25 гр.

Для изготовленія экрана листъ брестольской бумаги смазываютъ 5% растворомъ желатина и черезъ сито обильно посыпаютъ приготовленной солью. Давъ клею высохнуть, избытокъ кристалликовъ встряхиваютъ съ листа.

Оп. 34. Рентгенизація. Для наблюденія прохожденія рентгеновскихъ лучей черезъ непрозрачныя тѣла удобно пользоваться криптоскопомъ, т. е. люминисцирующимъ экраномъ, служащимъ двоямъ картонаго футляра, приспособленнаго для плотнаго прижиманія его верхней открытой части къ лицу наблюдателя (рис. 47). При помощи криптоскопа можно безъ затемненія комнаты произвести предыдущій опытъ и наблюдать свѣченіе экрана. Если же между рентгеновской трубкой и экраномъ поставить какой-нибудь предметъ, то на экранѣ очерчивается силуэтъ этого предмета. Прикладывая къ задней поверхности криптоскопа руку, можно наблюдать, что одновременно съ слабо освѣ-

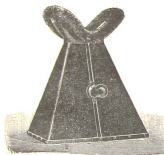


Рис. 47.

щеннымъ силуэтомъ руки замѣчается внутри его болѣе темное очертаніе скелета кисти. Прижимая къ экрану кожаный кошелекъ подобнымъ же путемъ, можно видѣть внутри его силуэта силуэтъ спрятанной въ кошелекѣ монеты и т. п. предмета. Сравнить различную проводимость рентгеновскихъ лучей различными веществами весьма удобно на пластинкахъ изъ разныхъ металловъ, дерева, картона, слюды и проч., имѣющихъ одинаковую толщину. Демонстрированіе явленія рентгенизаціи при помощи криптоскопа имѣетъ и свое неудобство, если зрителей много. Въ этомъ случаѣ приходится повторить опытъ многократно, что отнимаетъ много времени у экспериментатора и вредно отражается на качествѣ трубки, антикатодъ которой при продолжительномъ дѣйствіи электроннаго потока сильно разогрѣвается. При классной демонстраціи удобнѣе

брать открытый экранъ и прижимать предметы, черезъ которые хотять пропустить лучи, къ его задней поверхности, предварительно затемнивъ комнату.

Оп. 35. Рентгенографія. Такъ какъ лучи Рентгена весьма активны, то наблюдать ихъ проникновеніе черезъ предметы, непроницаемые для видимыхъ свѣтовыхъ лучей, значительно удобнѣе при посредствѣ фотографической пластинки. Пластика, подвергнутая дѣйствию рентгеновскихъ лучей и проявленная обычнымъ способомъ, чернѣетъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ она подвергалась ихъ дѣйствию и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ интенсивнѣе вліяли на нее лучи. Въ мѣстахъ, въ которыхъ фотографическая пластинка была совершенно предохранена непрозрачною для рентгеновскихъ лучей преградой, она послѣ проявленія должна быть совершенно прозрачною, давая такимъ образомъ негативное изображеніе рентгенографированнаго предмета. Собственно говоря, здѣсь не получается изображенія самаго предмета, какъ при фотографированіи, а лишь болѣе или менѣе рѣзко очерченный силуэтъ, представляющій проекцію снимаемаго предмета на плоскость чувствительной пластинки. Съ полученнаго негатива обычнымъ путемъ можно отпечатать на бумагѣ позитивное изображеніе, но лучше готовить прозрачныя діапозитивы хотя бы на обыкновенныхъ фотографическихъ пластинкахъ малой чувствительности или на специальныхъ хлоро-серебряныхъ. Бумага всегда даетъ изображеніе грубѣе, чѣмъ пластинка, тонкіе переходы отъ свѣта къ тѣни теряются на ней при обработкѣ, сохраняясь на діапозитивѣ, которымъ сверхъ того можно воспользоваться для проектированія полученнаго изображенія на экранъ при помощи проекціоннаго фанаря.

Если не гнаться за особой тщательностью изготовленія: рентгенографіи, то для нихъ можно воспользоваться трубкой, описанной въ оп. 31-мъ, но лучше

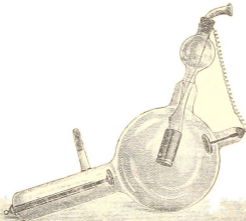


Рис. 48.

къ длинной шейки трубки вплавляютъ проволоку отъ случайной порчи во время работы съ трубкой

примѣнять специальныя болѣе жесткія трубки съ особо устроеннымъ антикатодомъ (рис. 48), не позволяющимъ потоку разсыпаться, а направляющимъ его не широкимъ пучкомъ въ опредѣленномъ направленіи. Такъ какъ при долговременномъ дѣйствиіи трубка ея антикатодъ сильно нагревается, то его помѣщаютъ въ особые стеклянные пробирки, вплавленные внутрь трубки и открытыя снаружн для наполненія водою, охлаждающей антикатодъ во время работы. Кромѣ того въ боковой стѣнѣ изъ палладія, защищаемую особымъ стекляннымъ шако-

печникомъ. Палладій сильно окисляется водородомъ, поэтому, снявъ стеклянный наконечникъ, накаливать палладіевую проволоку на горѣлкѣ, то она будетъ какъ бы пропускать черезъ себя водородъ, выдѣляющійся при горѣніи, и проводить его внутрь трубки. Этимъ достигается уменьшеніе жесткости трубки, которая, какъ было указано, съ теченіемъ времени возрастаетъ. При осторожномъ обращеніи такія усовершенствованныя трубки, стоящія, правда, не дешево (рублей по 19 штука), окупаютъ свою цѣну, сохраняясь дольше обыкновенныхъ трубокъ, которыя со временемъ становятся слишкомъ жесткими и легко портятся при мало-мальски продолжительной работѣ. Трубку для рентгенографірованія устанавливаютъ, соблюдая предосторожности, упомянутыя въ оп. 31-мъ, наполняютъ холодильникъ антикатада водой, трубку поворачиваютъ въ штативѣ такъ, чтобы потокъ лучей шелъ отвѣсно, и возможно ближе къ ней кладутъ горизонтально чувствительную фотографическую пластинку, заклеенную въ конвертъ изъ черной бумаги, служащей для укупорки пластинокъ и свѣточувствительныхъ бумагъ. Если почему либо вознѣтся съ заклеенной пластинки въ конвертъ неудобно, то пользуются обыкновенной или специально приспособленной для рентгенографическихъ снимковъ кассетой. Предметъ, рентгенографію котораго желаютъ получить, кладутъ прямо на конвертъ или кассету. Чѣмъ меньше длина искры румкорфовой спирали и чѣмъ мягче трубка, служащая источникомъ лучей, тѣмъ чувствительнѣе должна быть фотографическая пластинка *) и тѣмъ дольше должна продолжаться экспозиція.

Лучше всего опредѣлять нужное для экспозиціи время опытнымъ путемъ. Катушка съ искрой въ 5 см. при 10 элементахъ съ хромовой жидкостью даетъ на пластинкѣ высокой чувствительности рентгенографію кисти руки съ ясно обрисованнымъ скелетомъ по истеченіи 30—40 минутъ экспозиціи. Такую долгую экспозицію выдержать нелегко, да и на трубку она вліяетъ неблагоприятно, почему ее слѣдуетъ производить съ перерывами, а чтобы руку класть послѣ каждаго перерыва на прежнее мѣсто, передъ тѣмъ какъ снять ее съ кассеты или конверта въ первый разъ, обводятъ карандашемъ ея контуръ, по очертаніямъ котораго и кладутъ руку послѣ перерыва. Рентгенографируя предметы, не нуждающіеся въ отдыхѣ, оставляютъ ихъ во время перерывовъ на кассетѣ, принявъ мѣры, чтобы кто-нибудь ихъ не сдвинулъ съ мѣста. Вообще надо сознаться, что только катушки съ большимъ искровымъ промежуткомъ вполнѣ пригодны для полученія снимковъ рентгеновскими лучами. Такъ, кисть руки дастъ изображеніе при экспозиціи, продолжающейся менѣе минуты, если искровой промежутокъ равенъ 20 см., а катушки еще болѣе сильныя могутъ давать даже моментальныя снимки. Замѣтимъ также, что продолжительное дѣйствіе рентгеновскихъ лучей на кожу можетъ вызвать весьма тяжелыя пораженія ея. Такъ, напр., ассистентъ Эдисона г. Далли умеръ послѣ предварительныхъ смилгивныхъ ужасныхъ страданій отъ пораженія поверхности рукъ лучами Рентгена. Вѣроятно, что и слишкомъ долгое разсматриваніе въ крипоскопъ не проходитъ безслѣдно для глазъ.

Иногда, специально интересующимся опытами съ лучами Рентгена, можно указать на брошюру Ф. Эрпека: „Rentgen-Apparate,“ въ которой, кстати сказать,

*) Изъ русскихъ пластинокъ особой чувствительностью отличаются пластинки Р. Келлера „Электра“.

указана богатая литература по этому вопросу даны указания для рентгенизации и рентгенографии таких крупных органовъ, какъ грудная кѣтка человека. Для средней школы и рядового любителя указанные опыты въ крупномъ масштабѣ не доступны уже по одной дороговизнѣ необходимыхъ приспособлений.

Оп. 36. Рентгенизация и рентгенография съ электростатической машиной.

Для классныхъ опытовъ спираль Румкорфа въ качествѣ источника тока для рентгенизации удобнѣе чѣмъ электростатическая машина, но для любителя и для физическихъ кабинетовъ, не имѣющихъ катушки достаточной силы, можно порекомендовать продѣлать опыты при ея помощи. Машина должна быть поставлена въ такія условія, чтобы отъ нея можно было получать искры наибольшей длины (см. ч. 1, стр. 19); электроды трубки соединяются съ соответственными кондукторами машины, заряды которыхъ предварительно опредѣляются при помощи электроскопа, заряженного электричествомъ, знакъ котораго извѣстенъ. Благодаря прерывистости свѣченіе экрана получается дрожащимъ, но, чтобы сдѣлать его болѣе равномернымъ, можно выключить изъ цѣпи лейденскія банки, выключаемая обыкновенно для усиленія разряда. Дѣлать же рентгенографическіе снимки лучше при включенныхъ конденсаторахъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ прерывистость освѣщенія не играетъ роли, а получающіеся рентгеновскіе лучи будутъ имѣть большую проникаемость. Сказать что либо о времени экспозиціи въ данномъ случаѣ совершенно невозможно, такъ какъ оно зависитъ отъ слишкомъ большого числа причинъ. Въ данномъ случаѣ еще болѣе необходимо чѣмъ при рентгенографированіи съ катушкой опредѣлить время для экспозиціи рядомъ предварительныхъ опытовъ, т. е. снимая одинъ и тотъ же предметъ многократно, каждый разъ отыгвая время экспозиціи и сравнивая получаемые негативы. Во всякомъ случаѣ не слѣдуетъ браться за непосильныя задачи и начинать съ самыхъ простыхъ снимковъ, какъ-то: монеты въ плоскомъ кожаномъ кошелькѣ, ключа, заклееннаго въ бумажномъ конвертѣ и т. п. Проявитель надо брать мягкій, вырабатывающій полутонъ. Экспериментаторъ, мало знакомый съ фотографіей, пусть лучше не проявляетъ самъ своихъ рентгенографій, а обратится къ помощи опытнаго фотографа-любителя.

Оп. 37. Опытъ Мура. Приборъ для демонстрированія „холоднаго свѣта“ Мура состоитъ изъ трубки безъ электродовъ, свѣтящейся подъ влияніемъ индуктивныхъ тоновъ, получаемыхъ дѣйствіемъ спеціального вибратора. По каталогу Е. С. Трындива приборъ стоитъ 30 руб. и до настоящаго времени не пользовался популярностью въ физическихъ кабинетахъ. Въ настоящее-же время, когда „свѣтъ Мура“ входитъ въ практику электрическаго освѣщенія *), съ нимъ слѣдуетъ ознакомиться. Вибраторъ имѣетъ форму соленоида и заключенъ въ стеклянномъ сосудѣ съ большимъ разряженіемъ. Токъ идетъ послѣдовательно въ вибраторъ, контактное острое котораго виллавлено въ стеклянную стѣнку сосуда, черезъ разряженный воздухъ въ соленоидъ, изъ него въ обмотку сильнаго электромагнита. Если при замкнутомъ токъ надъ сердечникомъ магнита расположить трубку съ сильнымъ разряженіемъ, содержащую угольный ангидридъ, соединивъ ея концы отдѣльными проводниками съ концами обмотки

*) См. № 10 журн. „Электричество и Жизнь“ за 1910 г.

магнита, то трубка наполняется бѣлымъ яркимъ свѣтомъ, который вполнѣ напоминаетъ солнечный свѣтъ.

Г Л А В А III-я.

Опыты съ электрическими волнами.

§ 1. О приборахъ для опытовъ съ электрическими волнами.

Въ обстановкѣ большинства физическихъ кабинетовъ нашихъ среднихъ школъ приборы для демонстраціи электрическихъ волнъ еще не получили права гражданства. Даже и опыты, описанные въ предыдущей главѣ, за отсутствіемъ приборовъ зачастую ограничиваются лишь демонстраціею гейслеровыхъ трубокъ, тѣмъ болѣе рѣдко можно встрѣтить постановку опытовъ Герца, ознакомленіе съ беспроволочнымъ телеграфомъ и пр. Въ министерскомъ примѣрномъ спискѣ приборовъ по физикѣ большинство аппаратовъ, нужныхъ для этихъ опытовъ, отмѣчены не какъ необходимые, а лишь какъ желательные для пополненія физическаго кабинета. Даже модель искроваго телеграфа, вотъ уже болѣе десяти лѣтъ вошедшаго въ практику, все еще не считается приборомъ, необходимымъ при изученіи электричества. Между тѣмъ интересъ учащихъ къ опытамъ, иллюстрирующимъ успѣхи новыхъ завоеваній человѣческой мысли въ области знанія, всегда бываетъ повышенъ по сравненію съ интересомъ къ опытамъ, не носящимъ характера новизны. Между тѣмъ въ настоящее время, помимо дорогихъ и сложныхъ для обращенія моделей, въ продажѣ можно найти дешевые, простые приборы, не отвлекающіе учащагося несущественными подробностями устройства отъ главной цѣли конструкціи аппарата, модели беспроволочнаго телеграфа и др. аппаратовъ, опыты съ которыми даютъ отличные результаты. Для любителей и преподавателей, имѣющихъ свободное время и любовь къ ручному труду, такіа дешевыя модели являются прекраснымъ матеріаломъ для самостоятельнаго ихъ изготовленія, почему мы и остановимся нѣсколько подробнѣе на этомъ типѣ приборовъ, что же касается солидныхъ аппаратовъ для физическихъ кабинетовъ, не стѣсненныхъ въ матеріальныхъ средствахъ, то для нихъ можно, приблизительно, намѣтить такой списокъ:

Приборовъ для опытовъ Герца	50 р.
Параффиновая призма	20 „
Аппаратъ для беспроволочнаго телеграфированія Маркони	165 „
Приборъ для опытовъ Тесла	140 „
Всего рублей на <u>375</u>	

Однако, безъ особаго вреда для отчетливости опытовъ эту сумму можно значительно уменьшить всего рублей до 80, замѣняя дорогой аппаратъ Маркони дешевой моделью, работающей лишь на небольшомъ разстояніи (что для классныхъ опытовъ совершенно достаточно), и отказавшись отъ демонстраціи токовъ высокаго напряженія и большой чистоты. Модели аппаратовъ, разъясняющихъ принципъ искровой телеграфіи, можно въ настоящее время имѣть

по 24 руб. (въ магазинѣ „Песталлоци“, въ СПБ.) и даже за 16 р. (у И. И. Карпова, тамъ-же). Такія дешевыя модели доступны каждому физическому кабинету, если въ немъ нѣтъ коллекціи приборовъ для опытовъ Герца, при помощи которой можно демонстрировать и передачу безъ проводовъ, а также и большинству любителей, такъ какъ не требуютъ большихъ катушекъ Румкорфа.

При покупкѣ дорогихъ приборовъ надо сообразоваться съ величиной искры, даваемой имѣющей въ кабинетѣ румкорфовой спиралью. Для опытовъ Тесла необходимо имѣть катушку съ искрой не менѣе 10 см., для опытовъ Герца, смотря по величинѣ приборовъ, достаточно искры въ 1—2 см., для телеграфирования безъ проводовъ, опять-же смотря по разстоянію, на которое оно рассчитано, начиная отъ самыхъ малыхъ катушекъ.

При храненіи приборовъ, разъ удалось достигнута наилучшаго дѣйствія, напр., наибольшаго дальнодѣйствія беспроволочнаго телеграфа, если приборы не нужны для другихъ опытовъ, ихъ не слѣдуетъ разбирать. Въ случаѣ-же, если за недостаткомъ мѣста нельзя оставить приборъ въ собранномъ видѣ, то слѣдуетъ отмѣчать въ особой тетради, хранящейся въ физическомъ кабинетѣ, условія, при которыхъ достигнуто наилучшее дѣйствіе аппарата, напр., силу и напряженіе первичнаго тока, длину искроваго разстоянія, длину антеннъ и пр. Понятно, что дорогіе и тонкіе приборы не должны попадать въ чужія руки, а источники мощнаго тока, сверхъ того, должны быть ограждены и слѣданы недоступными для учащихся или вообще постороннихъ лицъ, такъ какъ неосторожное обращеніе съ ними грозитъ весьма серьезной опасностью неопытнымъ экспериментаторамъ или любопытнымъ. Въ особенности слѣдуетъ соблюдать предосторожности при опытахъ Тесла, собирая приборъ не такъ, какъ онъ обычно описывается въ учебникахъ физики, а согласно указаніямъ опыта 26-го во избѣжаніе пораженія токомъ меньшей частоты, чѣмъ гарантирующей безопасности прибора.

Вообще-же замѣтимъ, что большинство ниже описанныхъ опытовъ настолько просто, что заслуживаютъ большаго вниманія, чѣмъ имъ отводится въ настоящее время въ нашихъ учебныхъ заведеніяхъ.

§ 2. Обнаруженіе и изслѣдованіе Герцевскихъ волнъ.

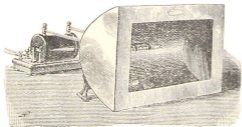


Рис. 49.

Оп. 1. Демонстрація прибора Герца. Приборъ Герца для манипуляцій съ электрическими волнами состоитъ изъ станціи отправленія (рис. 49) и станціи полученія (рис. 50). Первая, въ свою очередь, состоитъ изъ параболическаго металлическаго зеркала, въ главномъ фокусѣ котораго укрѣпленъ герцевскій вибраторъ изъ двухъ небольшихъ мѣдныхъ или цинковыхъ

шариковъ, съ искровымъ промежуткомъ не болѣе 0,5 мм., и индукціонной спиралью съ искрой не болѣе 2 см. Если въ распоряженіи экспериментатора нѣтъ такой небольшой катушки, то надо включить въ цѣпь первичнаго тока большой катушки реостатъ и регулировать дѣйствіе прерывателя, чтобы искра не прево-

сходила указанныхъ размѣровъ. Въ виду быстрого окисленія поверхностей шариковъ разрядника передъ опытомъ ихъ надо обтирать наждачной бумагой. Станція подученія имѣетъ такое же зеркало, какъ и станція отправленія, въ фокусѣ котораго укрѣпляютъ кохереръ, соединенный съ электрическимъ звонкомъ и источникомъ тока; въ качествѣ послѣдняго можно пользоваться сухимъ элементомъ или элементомъ Лекланше.

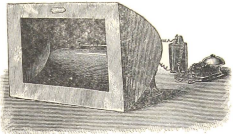


Рис. 50.

Приборъ устанавливають такъ, чтобы фокусныя линіи зеркалъ были параллельны другъ другу и находились на разстояніи около метра (для приборомъ указанной въ § 1-мъ стоимости, а вообще въ зависимости отъ силы искрообразователя разстояніе это въ разныхъ приборахъ различно).

Замыкая цѣпь станціи, принимающей волны, отмѣчаютъ, что звонокъ не звонитъ, такъ какъ опилки кохерера не проводятъ тока. Въ случаѣ, если при включеніи въ цѣпь элемента звонокъ начинаетъ дѣйствовать, надо до тѣхъ поръ раздвигать электроды кохерера, пока не прекратится звонъ. Затѣмъ замыкаютъ первичный токъ станціи отправленія, наблюдая искрообразование въ разрядникѣ и отмѣчая дѣйствіе звонка. Если послѣдній не дѣйствуетъ, надо или сблизить электроды кохерера, но, понятно, не настолько, чтобы звонокъ звонилъ при работающей станціи отправленія волнъ, или сблизить зеркала обѣихъ станцій. Если приборъ функционируетъ правильно, находятъ максимумъ дальности дѣйствія, постепенно удаляя станціи одна отъ другой, не нарушая параллельности фокусныхъ линій зеркалъ.

Оп. 2. Демонстрированіе роли кохерера. Продолжаютъ предыдущій опытъ, достигнувъ дѣйствія звонка при прохожденіи тока черезъ обмотку индуктора станціи отправленія. Прекративъ дѣйствіе этой станціи, наблюдаютъ, что звонокъ приемной станціи продолжаетъ звонить. Встряхиваютъ кохереръ легкимъ ударомъ,—звонъ прекращается. Замыкаютъ опять токъ станціи отправленія,—звонокъ опять начинаетъ звонить, такъ какъ подъ вліяніемъ электрическихъ волнъ опилки кохерера становятся проводниками тока. Прекративъ дѣйствіе звонка, ставятъ станціи подъ угломъ другъ къ другу и пробуютъ произвести опытъ, что не удаётся, такъ какъ въ этомъ случаѣ волны не достигаютъ кохерера.

Оп. 3. Проводимость волнъ изоляторами. Располагаютъ приборы, какъ указано въ оп. 1-мъ, но между зеркалами ставятъ листы толстаго картона, оконное стекло, деревянную доску и т. п. предметы, сдѣланные изъ непроводниковъ гальваническаго тока. При производствѣ опытовъ замѣчаютъ, что не только воздухъ, но и другіе непроводники не служатъ препятствіемъ распространенію волнъ; при дѣйствіи индуктора станціи отправленія звонокъ приемной станціи звонитъ.

Оп. 4. Дѣйствіе металлическаго экрана. Въ предыдущемъ опытѣ замѣняютъ экраны изъ изоляторовъ металлическимъ, напр., тонкимъ жестянымъ листомъ. Приемная станція въ этомъ случаѣ не получаетъ электрическихъ волнъ, отражаемыхъ металломъ, и звонокъ не звонитъ.

Оп. 5. Обнаружение поляризации электрических лучей. Въ предыдущемъ опытѣ замѣняютъ сплошной металлическій листъ проволоочной рѣшеткой, проволоки которой параллельны другъ другу. Оказывается, что, если установить рѣшетку такъ, чтобы образующія ее проволоки стали параллельно фокуснымъ линіямъ зеркалъ станцій отправленія и полученія волнъ, то она пропускаетъ волны, и звонокъ станцій полученія дѣйствуетъ при разрядахъ въ искровомъ промежуткѣ станцій отправленія. Если же поставить рѣшетку въ положеніе наклонное или перпендикулярное къ указанному, то сообщеніе станцій прекращается: рѣшетка отражаетъ волны.

Оп. 6. Отраженіе электрическихъ волнъ проводниками тока. Приборъ полагаютъ согласно схемѣ, указанной на рис. 51, на которомъ буквами О и Р

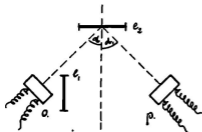


Рис. 51.

отмѣчены положенія станцій отправленія и полученія волнъ, буквами e_1 и e_2 положеніе экрана изъ жести. Если установить экранъ e_2 такъ, что $\angle \alpha = \angle \alpha_1$, т. е. такъ, чтобы перпендикуляры, возставленные изъ главныхъ фокусовъ зеркалъ (изъ серединъ фокусныхъ линій), падали въ одну точку на поверхности экрана и притомъ подъ одинаковымъ угломъ къ перпендикуляру, возставленному изъ этой точки, то станціи дѣйствуютъ. Волны, слѣдовательно, отражаются по тѣмъ же законамъ, какъ волны свѣта и звука. Измѣняя положеніе одной изъ станцій или экрана, замѣчаютъ прекращеніе дѣйствія станцій, такъ какъ волны, распространяющіяся изъ фокуса перваго зеркала, перестаютъ падать въ фокусъ второго.

Оп. 7. Преломленіе электрическихъ волнъ.

Для опыта нужна большая параффиновая призма (рис. 52), стоящая въ продажѣ около 20 рублей, но ее можно отлить самому въ жестяную форму, что обойдется значительно дешевле. Приборы собираютъ такъ, чтобы линіи АВ и СД, перпендикулярныя къ серединамъ фокусныхъ линій зеркалъ, были равнонаклонены къ гранямъ призмы, при этомъ станціи дѣйствуютъ. Слѣдовательно, электрическія волны преломляются призмой подобно свѣтовымъ.

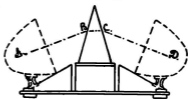


Рис. 52.

Оп. 8. Демонстрированіе прибора для стоячихъ волнъ. Приборъ для стоячихъ электрическихъ волнъ (рис. 53) состоитъ изъ вибратора Герца съ диско-

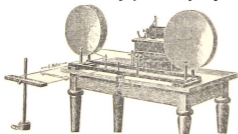


Рис. 53.

видными конденсаторами, соединенными съ разрядникомъ. Противъ этихъ конденсаторовъ, на незначительномъ разстояніи отъ нихъ, расположена вторая пара такихъ же конденсаторовъ, соединенная съ двумя параллельными проводниками длиною (въ зависимости отъ числа перерывовъ вибратора) въ нѣсколько мет-

ровъ. При дѣйствиі вибратора волны, направляемыя проводами, доходятъ до конца послѣднихъ и отражаются назадъ, такъ какъ прямыя и обратныя волны образуютъ такъ назыв. стоячія волны съ узлами и пучностями на длинѣ полу-волны. Для опредѣленія длины волкъ пользуются, по Лихеру, свѣченіемъ гейслеровоі трубки, перемѣщаемой по проводникамъ, когда она находится въ мѣстѣ пучности волны. Разстояніе между двумя ближайшими пучностями опредѣляетъ длину волны. Собственно лехеровскія трубки не имѣютъ электродовъ, что увеличиваетъ эффектъ опыта.

Приборъ стоитъ около 60 руб., имѣетъ длину проводовъ въ 6 метровъ, но ихъ можно продолжить на значительно большее разстояніе, если по условіямъ помѣщенія, въ которомъ производится опытъ, это можно сдѣлать. Шарики разрядника цинковые, сближаемые микрометрическимъ винтомъ на разстояніе 1,5—2 мм.

Оп. 9. Демонстрированіе трубки Арона. Трубка Арона въ продажѣ стоитъ около 20 руб., имѣя длину въ 2—2,5 м. Помощью воздушнаго (ртутнаго) насоса воздухъ внутри ея можетъ быть доведенъ до любой степени разрѣженія, для чего трубка снабжена кранами. Черезъ нихъ же трубка наполняется тѣмъ или инымъ газомъ. Волны образуются помощью направляющихъ проводниковъ, монтированныхъ внутри трубки (рис. 54), причѣмъ длина ихъ не зависитъ отъ вещества проводниковъ, что можно доказать, мѣняя матеріалъ проволоки. Пучности обнаруживаются болѣе сильнымъ свѣченіемъ въ трубкѣ, узлы—отсутствіемъ свѣта между проводниками. Чѣмъ чаще колебанія разрядовъ вибратора, тѣмъ ближе другъ къ другу располагаются свѣтовые полосы внутри трубки въ мѣстахъ пучностей.

§ 3. Телеграфированіе безъ проводовъ.

Оп. 10. Демонстрированіе безпроводнаго телеграфа. Дорогой аппаратъ для телеграфированія безъ проводовъ по системѣ Маркопи является, въ сущности, нѣкоторой роскошью для кабинета средней школы, но роскошью желательной. Овъ стоитъ около 165 руб. и состоитъ изъ станціи отправленія (рис. 55) и станціи полученія (рис. 56), требуя индуктора, искра котораго не менѣе 5 см. Разстояніе шаровъ вибратора до средняго шара регулируется отъ руки, для увеличенія конденсаціи, средняя шаръ снабженъ выдвигной телескопической антенной. Приемная станція состоитъ изъ двухъ цѣпей, въ первую изъ которыхъ входитъ кохереръ, релѣ и источникъ тока,—сухой элементъ. Во вто-

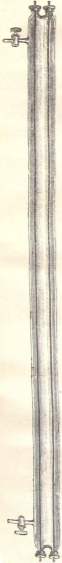


Рис. 54.

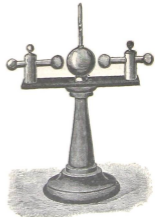


Рис. 55.

рую цѣпь входятъ клавиша, размыкающая вторую цѣпь, аппаратъ Морзе, сотрясатель кохерера, замыкатель цѣпи и батарея изъ 4-хъ элементовъ. Замѣтимъ, что сухіе элементы, прилагаемые при аппаратѣ, быстро истощаются и для дальнѣйшихъ опытовъ могутъ съ успѣхомъ замѣняться соответственнымъ числомъ элементовъ Лекланше, которые можно взять, напр., отъ звонковой сигнализациі. При демонстраціи аппарата указываютъ значеніе отдѣльных частей, разъяснивъ предварительно принципъ сигнализациі безъ проводовъ на опытѣ 1-мъ.

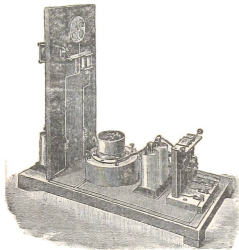


Рис. 56.

всю высоту, до 40 метр., причемъ въ послѣднемъ случаѣ одинъ изъ шариковъ разрядника соединяютъ съ землей, напр., черезъ водопроводную трубу. Электриды кохерера соединяютъ: одинъ съ землей, а другой съ антенной изъ тонкой (въ 1 мм.) проволоки, другой конецъ которой помощью шелковинки подвѣшиваютъ къ потолку. Длина проволоки должна возможно точно соответствовать длинѣ антенны станиці отправленія. На близкихъ расстояніяхъ приборъ работаетъ безъ мажъ (антеннъ) и соединенія съ землей. Включивъ въ цѣпь станиці отправленія катушку и телеграфный ключъ, подбираютъ длину искры индуктора, наблюдая, чтобы послѣдняя была свѣтло-синяго, а не желтаго цвѣта. Замыкая токъ телеграфнымъ ключемъ, посылаютъ электрическую волну, улавливаемую приемной станиціей. Въ моменты, когда кохереръ становится проводникомъ, прерываетъ токъ батареи В, а отъ притяженія клавиши F электромагнитомъ рѣля токъ идетъ въ ударникъ р и тѣмъ разрушаетъ создающуюся проводимость кохерера, становящагося вновь способнымъ реагировать на новыя волны, посылаемая станиціей отправленія. Штепсель вынимаютъ, когда телеграфъ не работаетъ, чтобы не истощать батареи В.

Оп. II. Телеграфированіе безъ проводовъ. Приборъ, демонстрируемый въ предыдущемъ опытѣ, собираютъ, какъ указано на рисункѣ 57-мъ (станція полученія), на которомъ буквою В отмѣченъ источникъ тока, R—рѣля, К—кохереръ, а во второй цѣпи: F—клавиша, В,—батарея изъ 4-хъ элементовъ, S—штепсель (выключатель), L—электромагнитъ ударника (сотрясателя) р, и буквою Т—телеграфный аппаратъ. Станцію отправленія располагаютъ на разстояніи отъ 1 до 30 метровъ, помѣщая вибраторъ въ сосудъ съ керосинномъ и выдвигая ~~антенну на~~

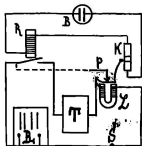


Рис. 57.

Оп. 12. Упрощенная модель беспроволочнаго телеграфа. По эскизу, данному въ журналѣ „Zeitsch. f. d. Phys. u. Ch. Unter.“, сотрудникомъ журнала „Электр.“

Жизнь», Э. М. Гаршаниным, выработана прекрасно действующая на расстоянии свыше 10 метров модель беспроволочного телеграфа, стоящая всего 85 руб. Опытный любитель и сам сможет устроить подобную модель по нашим детальным чертежам станций отправления (рис. 58) и получения (59-й). Для получения волн на станции отправления вполне достаточно небольшой катушки, с искрой в 2—3 см., включаемой с телеграфным ключом в цепь станции

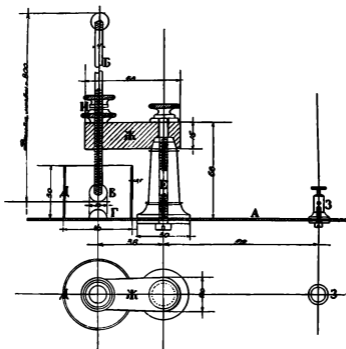


Рис. 58.

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| А Цинковый лист 400×400×1 мм. | Е Каучуковая колонка. |
| Б Мачта, медная проволока $d=4$ мм. | Ж Каучуковая планка. |
| В Цинков. шарик $d=10$ мм. | З Медный зажим—листа. |
| Г Цинковое полушарие $d=10$ мм. | И Медный зажим—мачты. |
| Д Медный цилиндр. | |

отправления. В дополнение к обозначениям частей и их размеров, сделанных на этих чертежах, добавим, что мачта В делается высотой в 80 см. и может быть закреплена в любом положении нижней гайкой И. Цинковый лист, без которого по замечанию преподав. К. Смагина можно обойтись, ставить на фарфоровые изоляторы. В цилиндр, окружающий разрядник, наливают при опытах на максимальном расстоянии керосин. Зажимом З соединяют отправитель с обмоткой индуктора, а второй полюс ее соединяют с зажимом мачты И. Шарик разрядника устанавливается на расстоянии 0,5 мм. друг от друга, а кохерер приемной станции регулируется так, чтобы расстояние между электродами было наименьшим (как указано в опыте 1-м). Источником тока приемной станции служат 2 сухих или равных им по силе гидроэлементов. Размеры доски, на которой укрепляется приемная станция,

300×400×20 мм., обмотка электромагнита 0,6 мм., діам. трубки кохерера 8 мм., расстояние между пробками въ немъ 5 мм., діам. электродовъ, въ него введенныхъ, 2 мм., высота приѣмной антенны, какъ и отправной,—80 см. Всѣ остальные размеры обозначены на чертежахъ.

Оп. 13. Упрощеніе предыдущихъ опытовъ. Если экспериментаторъ не можетъ самостоятельно устроить описанную въ предыдущемъ опытѣ установку, то, какъ

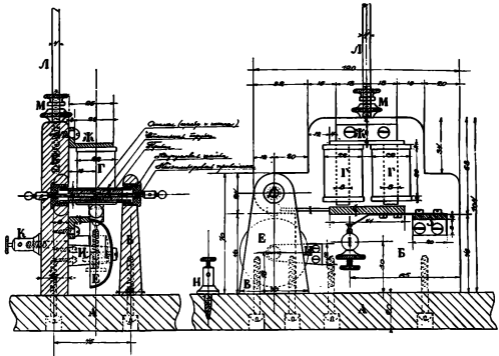


Рис. 50.

- | | | | |
|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| А Основная доска. | Д Кохереръ. | И Стойка колокольчика. | Л Мачта. |
| Б Деревянная планка. | Е Колокольчикъ. | 1 Стойка прерывателя. | М Зажимъ на мачтѣ. |
| В Подставка кохерера. | Ж Угольничекъ электр. | К Зажимъ прерыват. | Н Зажимъ основ. доски. |
| Г Катушка съ обмоткой. | З Угольничекъ якоря. | | |

указано въ 1, къ его услугамъ въ настоящее время выработанъ рядъ дешевыхъ моделей, тѣмъ болѣе дешевыхъ, чѣмъ меньше предѣльное расстояние дѣйствія станцій. Для ознакомленія съ принципомъ дѣйствія беспроволочнаго телеграфа можно воспользоваться рекомендованными выше моделями или демонстрировать его на приборъ для опытовъ Герца, замѣняя электрической звонокъ аппаратомъ Морзе, якорь котораго будетъ притягиваться къ полюсамъ магнита въ моментъ достиженія волны, дѣлающей кохереръ проводимымъ.

Оп. 14. Телеграфированіе черезъ стѣну. Въ оп. 12-мъ и 13 можно станцію отправленія помѣщать внѣ аудиторіи, въ другой комнатѣ или внѣ дома. Волны свободно проходятъ черезъ толстую каменную стѣну и при достаточной мощности модели даже черезъ 3—4 стѣны. Въ опытѣ 13-мъ можно раздѣлить станцію отправленія и полученія толстой деревянной доской.

§ 4. Опыты съ часто-перемѣнными токами.

Оп. 15. Демонстрирование прибора Тесла. Продажный аппаратъ съ наборомъ принадлежностей для опытовъ надъ частоперемѣнными токами и электромагнитнымъ полемъ Тесла стоитъ не менѣе ста рублей и находится не во многихъ физическихъ кабинетахъ нашихъ среднихъ школъ. Между тѣмъ опыты съ этимъ приборомъ такъ эффектны и поучительны, что жалъ ихъ опускать, какъ при преподаваніи, такъ и при самостоятельномъ изученіи физики. Хорошій, дорогой наборъ приборомъ для этихъ опытовъ состоитъ изъ трансформатора Тесла *T* съ конденсаторомъ *L* въ видѣ большой лейденской банки и разрядника *i*. Для получения тока необходима катушка не менѣе какъ съ 10-ю сантиметровой искрой. Къ аппарату приложены бывають приблизительно слѣдующія принадлежности: дуга для кажущагося сопротивленія, кольца съ капилярной лампой, приборъ для разряда въ воздухѣ, трубки съ разряженіемъ (ихъ можно замѣнить обыкновенными гейслеровыми и т. п. трубками), различныхъ конструкций.

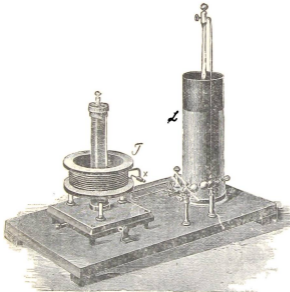


Рис. 60.

прибору прилагается двѣ: одна съ болѣе значительномъ числомъ оборотовъ весьма тонкой проволоки, другая изъ проволоки болѣе толстой и имѣющая меньшее число витковъ. Обѣ онѣ сверху соединены съ клеммой, а нижній конецъ обмотки каждой изъ этихъ катушекъ соединяется съ другой клеммой, когда катушка насаживается на упомянутый конусъ, укрѣпленный внутри первичной обмотки.

При замыканіи прямого тока отъ батареи или аккумулятора, соединеннаго съ первичной обмоткой спирали Румкорфа, перемѣнный индуктивный токъ съ вторичной обмотки заряжаетъ конденсаторъ, разряжающійся потокомъ искръ черезъ искровой разрядникъ прибора. Каждый разрядъ лейденской банки состоитъ изъ многоа числа отдѣльныхъ разрядовъ, такъ что каждая искра вызывается въ толстой первичной обмоткѣ трансформатора токъ большой чистоты,

Указанныя части прибора собираются такимъ образомъ (рис. 60), что одинъ изъ полюсовъ разрядника румкорфовой катушки соединяется съ вѣшной, а другой съ внутренней обкладкой лейденской банки *L*. Искровой разрядникъ *i* въ тоже время соединяется съ внутренней обкладкой банки и съ однимъ изъ полюсовъ первичной обмотки трансформатора Тесла *T*, состоящей изъ 8—10 оборотовъ толстой, хорошо изолированной, мѣдной проволоки. Внутри первичной обмотки укрѣпленъ въ приборѣ мѣдный конусъ, служащій для надвѣванія на него одной изъ вторичныхъ спиралей *S*. Последнихъ къ

напряжение которого соответственно увеличивается при индукции тока во вторичной обмотке трансформатора. Ток, даваемый имъ, будетъ имѣть высокій потенциалъ и громадное число колебаній въ секунду.

Оп. 16. Демонстрированіе кажущагося сопротивленія. Для этого опыта лампочка накаливанія монтируется, какъ указано на рис. 61-мъ, включаясь тонкими проводниками bb между вѣтвями колѣбчато изогнутого толстаго проводника k. Соединяя концы послѣдняго съ источникомъ тока, достаточнымъ для накаливанія лампочки, не обнаруживаютъ свѣченія послѣдней, такъ какъ, согласно закону Кирхгофа, токъ почти цѣлкомъ направляется по толстому проводу, представляющему ничтожное сопротивленіе въ сравненіи съ сопротивленіемъ волоска лампочки. Показавъ это, соединяютъ концы толстаго провода съ клеммами трансформатора, выключивъ предварительно послѣдній изъ цѣпи, такъ чтобы разрядъ конденсатора шелъ черезъ приспособленіе съ лампочкой. Токъ выбираетъ въ данномъ случаѣ кратчайшій путь, независимо отъ сопротивленія, и лампочка начинаетъ свѣтить.

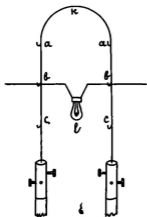


Рис. 61.

Оп. 15-мъ, и помѣщаютъ надъ трансформаторомъ толстое мѣдное кольцо съ включенной въ немъ лампочкой накаливанія. Послѣдняя при дѣйствіи трансформатора накаливается.

Оп. 18. Свѣтовой разрядъ въ воздухѣ. Клеммы вторичной спирали трансформатора соединяютъ каждую съ однимъ мѣднымъ проволочнымъ кольцомъ. Кольца располагаютъ въ параллельныхъ плоскостяхъ, на разстояніи около 3 см. одно отъ другого. При дѣйствіи прибора поверхности колецъ соединяются свѣтовымъ цилиндромъ. Если кольца разныхъ діаметровъ, то при разности діаметровъ не болѣе 6 см. можно помѣщать ихъ концентрически, получая свѣтовое льцоу между вѣншимъ и внутреннимъ мѣдными кольцами.

Оп. 19. Видоизмненіе предыдущаго. Мѣдная кольца въ предыдущемъ опытѣ замѣняютъ параллельными мѣдными толстыми проволоками (рис. 62), получая послѣднимъ свѣтовую ленту, прерываемую отдѣльными искровыми разрядами.

Оп. 20. Свѣченіе разряженнаго газа въ полъ многоперемѣнныхъ токовъ. Клеммы вторичной обмотки трансформатора соединяются съ двумя металлическими экранами изъ тонкой проволоки, поставленными параллельно. При внесеніи въ пространство между экранами гелиевой трубки или дехеровской трубки безъ электродовъ внутри ихъ замѣчается сіяніе.

Оп. 21. Продолженіе предыдущаго. Касаются рукой стекла свѣтящейся трубки въ предыдущемъ опытѣ, на-

Оп. 17. Свѣченіе въ перемѣнномъ полѣ, образуемомъ токами Тесла. Приборъ собираютъ, какъ указало въ

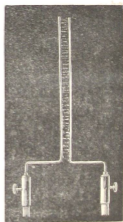


Рис. 62.

блюдая притяжение свѣтового потока и фосфоресценцію стекла въ мѣстахъ прикосновенія.

Оп. 22. Свѣченіе въ лампѣ съ однимъ электродомъ. Прикасаются къ одной изъ клеммъ вторичной спирали трансформатора электродомъ специальной лампы, имѣющей лишь одинъ электродъ, уголекъ лампы накаливается, если же взята трубка съ разряженнымъ газомъ, то газъ начинаетъ свѣтиться, а въ трубкахъ, заключающихъ вещества способныя къ люминисценціи, замѣчается свѣченіе этихъ веществъ. Различныя трубки для указанного опыта стоятъ отъ 3 до 6 рублей и обыкновенно входятъ въ составъ набора аппаратовъ для опытовъ 'Тесла.

Оп. 23. Физиологическое дѣйствіе токовъ Тесла. При быстромъ и одновременномъ замыканіи токовъ черезъ человеческое тѣло путемъ прикосновенія руками къ обѣимъ клеммамъ вторичной катушки трансформатора, если приборъ находится въ полной исправности, особо болѣзненныхъ явленій не ощущается. Токъ, по мнѣнію нѣкоторыхъ авторовъ, не проникаетъ въ тѣло экспериментатора, а обтекаетъ его по поверхности, или, что болѣе правдоподобно, нервы не реагируютъ на токи столь большаго числа переменъ. Однако при неисправности прибора, напр., если въ немъ пробить конденсаторъ, опытъ производить весьма опасно, такъ какъ онъ можетъ вызвать тяжелое пораженіе и даже смерть экспериментатора. Лучше этотъ опытъ не рисковать производить, если приборъ собранъ, какъ выше указано, а не по схемѣ д'Арсенваля (см. оп. 26).

Оп. 24. Видоизмѣненіе предыдущаго. Составляютъ цѣпь изъ нѣсколькихъ лампъ и при соблюденіи указанныхъ въ предыдущемъ опытѣ предосторожностей замыкаютъ ею вторичную обмотку трансформатора. Обнаружить прохожденіе переменныхъ токовъ въ такой цѣпи можно весьма эффектнымъ опытомъ, поднося къ любому изъ участниковъ трубку Тесла, которая при этомъ внутри свѣтится.

Оп. 25. Разрядъ черезъ трубку и экспериментатора. Одну изъ клеммъ вторичной обмотки трансформатора соединяютъ съ землей, а къ другой прикасаются экспериментаторъ, держа въ другой рукѣ трубку Тесла. Последняя при этомъ свѣтится. Замѣняя ее трубкой съ угольной нитью или обыкновенной лампочкой накаливанія съ перерваннымъ угольнымъ волоскомъ, замѣчаютъ накаливаніе волоска и свѣченіе внутри трубки.

Приведенными примѣрами далеко не исчерпываются всѣ опыты, могущіе быть произведенными съ многопеременными токами, но по указанной выше причинѣ мы не будемъ вдаваться въ подробности, замѣтивъ лишь, что при опытахъ, сопровождающихся свѣченіемъ въ трубкахъ, слѣдуетъ прикрывать искровой разрядникъ, для чего имѣются спеціальныя приспособленія.

Оп. 26. Видоизмѣненіе опыта 15-го. Во избѣжаніе опасности отъ неправильно функционирующаго прибора Тесла, на которую мы указали выше, слѣдуетъ, согласно д'Арсенвалю, нѣсколько измѣнить устройство прибора Тесла, вводя второй трансформаторъ, какъ указано на схематическомъ рисункѣ 63. Согласно этой схемѣ первичная обмотка трансформатора соединяется съ наружными обкладками двухъ лейденскихъ ба-

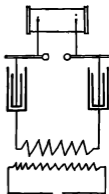


Рис. 63.

нокъ, вводимыхъ въ цѣпь, а ихъ внутреннія обкладки соединяются съ полюсами искроваго разрядника, въ свою очередь соединеннаго съ концами вторичной обмотки катушки Румкорфа.

Оп. 27. Разрядъ въ приборѣ предыдущаго опыта. Закрѣпляя въ клеммахъ вторичной обмотки трансформатора стержни съ острыми, расположенными другъ противъ друга, замѣчаютъ, что при слабомъ токъ въ первичной обмоткѣ трансформатора разрядъ имѣетъ видъ тонкой свѣтящей нити, легко колеблемой малѣйшимъ токомъ воздуха, при усиленіи тока и сближеніи разрядныхъ электродовъ нить рѣзко утолщается и имѣетъ видъ огненнобѣлой ленты. При дальнѣйшемъ усиленіи тока лента исчезаетъ, замѣняясь характерной картиной разряда кондукторовъ статической машины при сильно раздвинутыхъ электродахъ. Только при наличіи такого разряда можно рисковать производить опыты 23 и 24, такъ какъ при этомъ частота перемигъ направления тока превышаетъ 12000 разъ въ секунду. Токи же меньшей частоты могутъ быть весьма опасны.

Оп. 28. Разрядъ при увеличеніи частоты перемигъ тока. Усиливъ первичный токъ, сближаютъ полюсы разрядника въ предыдущемъ опытѣ до появленія потока серебристо-бѣлыхъ нитей. При дальнѣйшемъ усиленіи тока явленіе прекращается и искры получаются лишь при значительномъ сближеніи полюсовъ.

Оп. 29. Прохождение разряда черезъ изоляторъ. Клеммы вторичной обмотки трансформатора соединяютъ съ двумя металлическими шарами, разстояніе между которыми можно измѣнять во время опыта. Сблизивъ шары до появленія искръ, вводятъ между ними пластинку вулканизированнаго каучука. Разрядъ пріобрѣтаетъ видъ большихъ свѣтлыхъ кружковъ, разогревая изолирующую пластинку до размягченія послѣдней.

Оп. 30. Видоизмѣненіе предыдущаго. Раздвигаютъ шары до прекращенія искроваго разряда и вводятъ между ними толстое зеркальное стекло. Разрядъ пріобрѣтаетъ видъ свѣтовыхъ потоковъ изливаемыхъ шарами на поверхность стекла. Урановое стекло при этомъ люминисцируетъ.

Понятно, что опыты 27—30 и дальнѣйшіе могутъ быть произведены и на приборѣ опыта 15-го, какъ и опыты 16—25 на приборѣ, описанномъ въ опытѣ 26-мъ.

Оп. 31. Видоизмѣненіе опыта 16-го. При приспособленіи для демонстраціи кажущагося сопротивленія можно, по Боллеру, придать другую форму, согнувъ толстую мѣдную проволоку треугольникомъ съ несомкнутыми двумя сторонами, концы которыхъ включаютъ въ цѣпь. Тонкій проводникъ соединяется параллельно средней сторонѣ треугольника и въ него включаютъ лампочку накаливанія. При постоянномъ токъ лампа не свѣтитъ, а при включеніи въ установку часто перемигныхъ токовъ вспыхиваетъ.

Оп. 32. Видоизмѣненіе опыта 17-го. Круговой проводникъ съ лампочкой накаливанія берутъ въ два оборота. Электродвижущая сила тока возрастаетъ и лампа, свѣтившая въ опытѣ 17-мъ краснымъ каленіемъ, накаливается до бѣла.

Оп. 33. Взаимная индукція наведенныхъ токовъ Тесла. Продолжая предыдущій опытъ, помѣщаютъ параллельно круту съ двумя оборотами круговой же проводникъ въ одинъ оборотъ. Лампочка, включенная въ первый проводникъ, раскаливается слабѣе, такъ какъ образующійся во второмъ проводникѣ токъ ослабляетъ электродвижущую силу индуктивнаго тока въ первомъ проводникѣ, внесенномъ въ поле.

Оп. 34. Видоизмѣненіе опыта 23-го. Двое касаются, каждый одной рукой, обѣихъ клеммъ вторичной обмотки трансформатора (т. е. одной одной, а другой второй клеммы) и сближаютъ ладони свободныхъ рукъ. При внесеніи экспериментаторомъ лехеровской безэлектродной трубки въ пространство между ладонями трубка свѣтится.

Оп. 35. Видоизмѣненіе предыдущаго. Двое, взявшись за клеммы трансформатора свободными руками, касаются, одинъ одного, другой другого, полюса калильной лампы; лампа накаливается.

Оп. 36. Индуктивные токи внутри соленоида. При индукторахъ, дающихъ искру не менѣе 30 см., можно произвести въ высшей степени эффектный опытъ, добавляя къ большому прибору Тесла специальный соленоидъ. Онъ состоитъ изъ 10 оборотовъ тщательно изолированной мѣдной проволоки, обмотанной вокругъ деревянной стойки. Стойка устраивается такимъ образомъ: два 8-угольника изъ деревянныхъ реекъ, шириною около 0,7 метра, соединяются по угламъ вертикальными шестами, высота 1,5—2 метра. Вокругъ нихъ на $\frac{2}{3}$ высоты наматывается соленоидъ, концы котораго соединяются съ клеммами вторичной обмотки трансформатора Тесла. Экспериментаторъ помѣщается внутри стойки, держа въ рукѣ или надѣвъ на шею сомкнутую обмотку изъ 40 оборотовъ изолированной мѣдной проволоки съ включенной въ нее лампочкой накаливанія. При замыканіи тока въ индукторѣ лампочка накаливается, для чего обмотка должна находиться приблизительно внутри пространства, окруженнаго соленоидомъ, и обороты ея должны быть параллельны оборотамъ послѣдняго.

Оп. 37. Продолженіе предыдущаго. Снявъ съ шен обмотку, экспериментаторъ поворачиваетъ ее такъ, чтобы ея ось была перпендикулярна къ оси соленоида. Лампа при этомъ гаснетъ.

Оп. 38. Видоизмѣненіе опыта 36-го. Лицо, стоящее внутри стойки, вокругъ которой намотанъ соленоидъ, беретъ въ руку мѣдное кольцо изъ ряда тонкихъ проволокъ съ включенной въ него гейслеровой трубкой. Послѣдняя свѣтитъ, когда плоскость кольца параллельна обмоткамъ соленоида.

*Примѣчаніе къ опытамъ съ токами Тесла *).* Опыты можно производить, только убѣдившись по характеру свѣтового разряда, что токи имѣютъ надлежащую частоту перемѣнъ. Остерегаться не только касаться, но даже приближаться къ проводамъ отъ спирали Румкорфа къ конденсатору. Трубки приближать къ клеммамъ вторичной обмотки издали, чтобы не пробить ихъ искрой. Зрители отнюдь не должны подходить близко къ прибору и безъ указанія экспериментатора касаться послѣдняго. Необходимо имѣть въ виду, что при несоблюденіи предосторожности можетъ произойти смертельное пораженіе токомъ.

К о н е ц ъ.

*) Описание самодѣльныхъ приборовъ для опытовъ Тесла и Герца читатель найдетъ на стр. журнала „Электричество и Жизнь“ за 1911 годъ.

ЕЖЕМЪСЯЧНЫЙ ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛЪ
электротехниковъ—практиковъ и электриковъ—любителей
„ЭЛЕКТРИЧЕСТВО и ЖИЗНЬ“

Адресъ редакціи: г. Николаевъ (Херс. г.), Спасская 7, св. д.

Годовая подписная плата **ТРИ** рубля, съ доставкой и пересылкой.

Разсрочка: 2 руб. при подпискѣ и 1 руб. къ 1 іюня.

На другихъ условіяхъ разсрочки и на $\frac{1}{2}$ года подписка не принимается. Всѣмъ подписавшимся, независимо отъ времени подписки, высылается полный комплектъ №№, вышедшихъ въ подписномъ году, начиная съ 1-го (январскаго) номера. Бесплатное приложеніе высылается лишь по полученіи всей подписной суммы полностью, а пользующимся разсрочкой по уплатѣ ими послѣдняго взноса.

Цѣль журнала: служить пособіемъ для САМООБРАЗОВАНІЯ лицъ, практически занимающихся электротехникой, оказывать помощь любителю въ устройствѣ приборовъ и машинъ, сообщать о всѣхъ выдающихся открытіяхъ и изобрѣтеніяхъ.

Программа журнала:

- 1) ЭЛЕКТРИЧЕСТВО и МАГНИТИЗМЪ. Общедоступныя статьи о теоретическихъ данныхъ, необходимыхъ каждому практику.
- 2) ИЗЪ ПРАКТИКИ ВЪ ПРАКТИКУ. Полезныя совѣты по уходу, устройству и ремонту электрическихъ установокъ.
- 3) ЭЛЕКТРИКЪ-ЛЮБИТЕЛЬ. Описаніе самодѣльныхъ приборовъ.
- 4) Научная хроника.
- 5) Техническая хроника. Въ томъ числѣ УСПѢХИ ВОЗДУХОПЛАВАНІЯ.
- 6) ЭЛЕКТРИЧЕСТВО и ЖИЗНЬ. Практическія примѣненія эл.—ва въ обыденной жизни медичинъ, сельскомъ хозяйствѣ, военномъ и морскомъ дѣлѣ и пр.
- 7) ЭЛЕКТРИЧЕСТВО въ ШКОЛѢ. Опыты, новые приборы, практическія занятія.
- 8) Обзоръ печати.
- 9) Смѣсь.
- 10) Справочный указатель.
- 11) Почтовый ящикъ.
- 12) Объявленія.

Въ журналѣ принимаютъ участіе: Врачъ и кандидатъ естеств. наукъ Л. А. Абаза, электротехникъ П. К. Алтунджи, заслуженный преподав. С. Ф. Афанасьевъ, ниж.-электр. В. Т. Балткая, ниж. пут. сообщ. и инженеръ-электрикъ А. Е. Бѣлой, ниж. техн. и инженеръ-электрикъ И. Н. Водопьяновъ, профессоръ Б. П. Вейнбергъ, инженеръ-технологъ и корабельный инженеръ Ф. А. фонъ Гиршбергъ, электротехникъ С. С. Дерковскій, препод. электротехники, инженеръ В. М. Емельяновъ, военный инженеръ (спец. по воздухопл.) Л. Л. Мищенко, извѣстный специалистъ по устройству самодѣльныхъ приборовъ В. Н. Поповъ, инженеръ С. М. Полонскій, инженеръ-техн. В. В. Рюминъ, прив.-доцентъ А. И. Цингеръ и мн. др.

Въ первый-же годъ изданія журналъ удостоился весьма лестныхъ отзывовъ критики, а на Екатеринославской Областной выставкѣ удостоенъ награды похвальнымъ листомъ за полезность изданія.

Требуйте объявленіе о журналѣ на текущей подписной годѣ!

Редакторъ-издатель инженеръ В. В. Рюминъ.

Содержаніе II-й части.

Предисловіе ко второй части. *Стр.*
. 3

Глава I. Опыты съ индуктивнымъ токомъ.

§ 1. Приборы, примѣрная стоимость ихъ, обращеніе съ ними . . . . .	. 5
§ 2. Полученіе индуктивнаго тока. . . . .	. 9
§ 3. Опыты съ катушкой Румкорфа . . . . .	. 14
§ 4. Опыты съ телефономъ . . . . .	. 22

Глава II. Опыты съ разрядомъ въ газахъ малой упругости.

§ 1. Приборы, примѣрная стоимость, правила обращенія. . . . .	. 30
§ 2. Опыты съ свѣченіемъ въ газахъ . . . . .	. 32
§ 3. Опыты съ катоднымъ потокомъ . . . . .	. 39
§ 4. Опыты съ лучами Рентгена . . . . .	. 42

Глава III. Опыты съ электрическими волнами и токами Тесла.

§ 1. О приборахъ для опытовъ съ электрическими волнами . . . . .	. 47
§ 2. Обнаруженіе и изслѣдованіе герцевскихъ волнъ . . . . .	. 48
§ 3. Телеграфированіе безъ проводовъ . . . . .	. 51
§ 4. Опыты съ часто-перемѣнными токами . . . . .	. 55
