

В. Оствальд

**Физико-химические
измерения**

Часть 2

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 030
ББК 92
В11

В. Оствальд
В11 Физико-химические измерения: Часть 2 / В. Оствальд – М.: Книга по Требованию, 2021. – 456 с.

ISBN 978-5-458-25133-4

Перед вами основное исчерпывающее руководство для научных работников и аспирантов тех исследовательских институтов, которым приходится иметь дело с физико-химическими методами исследования, а также для студентов и аспирантов вузов и втузов и работников заводских лабораторий. Русский перевод, выходящий в двух частях (первая часть выпущена 2-м изданием в 1935 г.), сделан с пятого немецкого издания и снабжен дополнениями редакции.

ISBN 978-5-458-25133-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

Глава двадцать первая. Рентгенография твердых тел. Сост. Р. Гросс

Рентгеновские трубки 625. Спектральный состав рентгеновских лучей 631. Установка для съемки по Лауэ 633. Распределение интенсивности в спектре первичных лучей при опыте Лауэ 634. Определение симметрии по лауэграмме 634. Применение метода Лауэ к определению однородности кристаллов 637. Индифференцирование лауэграммы 638. Применение лауэграмм для определения структуры 640. Брэгговская установка 642. Определение структур Брэгговским методом 644. Фотоспектрограммы. Установка для их получения 644. Геометрическое истолкование рентгенограммы вращения на плоской пластинке 645. Рентгенографическое исследование волокнистых структур 646. Рентгеновский гониометр Вейссенберга 647. Съемка по Дебайю и Шерреру 649. Расчет дебайеграммы 650. Определение степени дисперсности по дебаеграмме 652.

Глава двадцать вторая. Измерения в области радиоактивности Сост. В. Ботте и Ф. Панет

Методы измерения 653. Электрометр с листком 653. Заряжение электрометра 656. Общие замечания об измерениях с электроскопом 657. Калибрование шкалы 658. Измерения α -лучей 658. Измерения β -лучей 659. Измерения γ -лучей 659. Фольги и абсорбирующие вещества 660. Измерения эманации 660. Общие указания относительно обозначения и вычисления количества радиоэлементов 661. Свободный распад 662. Выделение из долговечного материнского вещества 663. Случай для двух последовательных элементов со сравнимыми скоростями распада 664. Случай, при котором имеется больше двух элементов 665. Непрямое измерение 665. Меры предосторожности 666. Радий, мезоторий и радиоторий 666. Эманация радия 667. Радий В + С 668. Радий D 669. Радий E 671. Радий F (полоний) 671. Торий X 672. Торий В + С 672. Актиний В + С 673. Актиний С'' 673. Уран X₁ 673. Перевод радиоэлементов в газообразные химические соединения 673. Чувствительность количественного определения при помощи электроскопа 673. Радиоактивные индикаторы 673. а) Обнаружение присутствия водородистого свинца и водородистого висмута 675. б) Определение растворимости по трудной растворимым солям 676. в) Сбмен ионами 676. Другие области применения радиоактивных индикаторов 676.

Глава двадцать третья. Оптические измерения. Сост. Ф. Вейгерт

Общие данные относительно оптических приборов и обращения с ними 677. Зрительная труба, зрачок входной и выходной 680. Лупа 681. Фотографический объектив 682. Конденсор 682. Отсчетные приспособления 683. Микроскоп 684. Положение диафрагм, светофильтров и пр. 685. Наборы отдельных оптических частей 685. Отсчетные и измерительные приборы 686. Источники света 687. Нормальные лампы 688. Осветительные лампы 688. Вольтова дуга 689. Источники света с линейчатым спектром 690. Вакуумные световые дуги 691. Железная дуга 694. Искры 694. Непрерывный спектр в ультрафиолете 695. Светофильтры 696. Сосуды для фильтров 697. Красители 699. Сухие фильтры 699. Фильтры для ультрафиолетовых лучей 701. Фильтры для красных лучей 701. Фильтры для узких участков спектра 702. Фотографирование 702. Фотографическая фотометрия 704. Спектроскопия 706. Освещение спектральных аппаратов 706. Спектроскопические наблюдения в ультрафиолетовой части спектра 709. Измерения в инфракрасной части 709. Спектральный анализ 711. Фотометрия 712. Поляризационный фотометр 714. Объективная фотометрия 716. Микрофотометр 717. Флуорометрия 718. Гетерохромная фотометрия 718. Пирометрия 718. Измерение почернения фотографических слоев 719. Спектрофотометрия 719. Закон Ламберта-Бера 720. Точность фотометрических измерений 721. Поляризационный спектрофотометр Кенига и Мартенса 722. Спектротенсограф Гольдберга 723. Клиновья фотометрия 724. Метод Гартлея-Бэли 724. Количественная фотографическая спектрофотометрия 726. Термоэлектрическая и фотоэлектрическая спектрофотометрия 729. Измерения в отраженном свете 729. Колориметрия 730. Нефелометрия 733. Измерение цветов 734. Система измерения цвета Вильгельма Оствальда 734. Различные виды цветов 735. Измерение энергии 735. Косвенные (непрямые) определения энергии 737. Оценка энергии 737. Фотохимические измерения 738. Закон Эйнштейна 739. Экспозиция 741. Влияние температуры 741. Фотохимические реакции в газах 742.

Фотохимические реакции в жидкостях 742. Фотохимические реакции в твердых телах 742. «Актинометрическая реакция» 743. Фотогальванические явления 743. Микроскопия 743. Освещение 744. Ультрамикроскопия 745. Объективы и окуляры 746. Микрофотографические съемки 746. Микроскоп с приспособлением для нагревания 747. Поляризационный микроскоп 747. Теория стержневого двойного лучепреломления 747. Определение силы и характера двойного преломления 748. Электрическое двойное преломление (эффект Керра) 748. Определение лучепреломления 748. Рефрактометр Пульфриха 748. Конструкция рефрактометра Пульфриха 751. Дисперсия показателя преломления 751. Рефрактометр Аббе 753. «Погруженный рефрактометр» 753. Вычисление результатов 753. Полная дисперсия 755. Интерферометры 755. Вращение плоскости поляризации 757. Полутеневые поляризационные аппараты 757. Сахариметр 760. Поляризационные трубки 761. Анализ поляризованного света 762. Дихроизм 762. Опалесценция и явления люминесценции 762. Эффект Рамана 763. Явления фосфоресценции 764. Хемилюминесценция 764.

Дополнения к гл. 23.	764
Объяснения к таблицам II и III главы 23 «Оптические измерения» . .	765

Сравнительные таблицы (меры энергии и газовая константа)	767
Важнейшие постоянные	768
Именной указатель	769
Предметный указатель	794

Электрические измерения. Общие технические указания

Электрические величины и единицы. Все электрические величины могут быть выражены в виде функции двух факторов электрической энергии: количества электричества и разности потенциалов (электродвижущей силы, падения напряжения), ¹ и все электрические измерения сводятся в конечном счете к определению этих величин. Однако во многих случаях можно достигнуть цели более удобным путем, а именно, измеряя другие производные величины; из последних наибольшее значение имеют следующие:

$$\text{сила тока} = \frac{\text{количество электричества}}{\text{время}};$$

$$\text{сопротивление} = \frac{\text{разность потенциалов}}{\text{силу тока}},$$

а также его обратная величина—

$$\text{электропроводность} = \frac{\text{сила тока}}{\text{разность потенциалов}}.$$

¹ Для отличия выражений: разность потенциалов, падение напряжения, электродвижущая сила — величины, которые имеют равные размерности, — могут служить следующие разъяснения:

Разность потенциалов (или напряжение или разность напряжения) между *a* и *b* равна разности: потенциал в точке *a* минус потенциал в точке *b* (обращать внимание на знаки!).

Разность потенциалов между двумя точками однородного (однородного) проводника, через который протекает ток, должна обозначаться особым выражением — **падение напряжения** (или падение потенциала). Падение напряжения между двумя точками *ab* имеется только во время прохождения тока и равно произведению из сопротивления *ab* на силу тока в направлении *a* → *b* (обращать внимание на знаки!). Падение напряжения в проводнике *ad*, состоящем из нескольких однородных частей *ab*, *bc*, *cd*, равно сумме падений напряжения *a* → *b*, *b* → *c*, *c* → *d*, следовательно равно произведению их общего сопротивления *ad* на силу тока в направлении *a* → *d*.

Электродвижущая сила (сокращенно э. д. с.) в проводнике *ab* равна разности потенциалов *ab* в случае, если через проводник не проходит ток. При наличии тока э. д. с. равна разности потенциалов *ab* (обращать внимание на знаки!) минус общее падение напряжения между *a* и *b* (обращать внимание на знаки!) или минус произведение из общего сопротивления *ab* на силу тока в направлении *a* → *b* (знаки!).

Между двумя точками проводника *ab* может существовать разность потенциалов только в том случае, если между *a* и *b* имеется э. д. с., или если через проводник протекает ток.

В незамкнутых проводниках или в проводниках без тока э. д. с. равна разности потенциалов. В замкнутых цепях алгебраическая сумма электродвижущих сил и общего падения напряжения равна нулю.

Эти производные величины имеют, с одной стороны, большое теоретическое значение (например, электропроводность), а с другой, — они очень важны в практическом отношении, потому что легче поддаются непосредственному измерению (например, сила тока — при помощи гальванометра или тангенс-буссоли), а также потому, что легче приготовить и сохранять эталоны этих величин (например, сопротивления).

Единицы факторов, дающих выражение электрической энергии, выбраны таким образом, чтобы единица электрической энергии была равна 1 джоулю = 10^7 эрг. Теоретическое определение этих факторов (или множителей) было выведено несколько неудобным и не совсем безупречным путем; нас интересуют здесь исключительно практические выводы.

Единица количества электричества — кулон — получила по международному соглашению следующее определение: кулон осаждает из раствора азотнокислого серебра, при соблюдении определенных условий, 0,0011180 г серебра. Средняя ошибка, с которой это количество электричества может быть воспроизведено, достигает приблизительно $\pm 0,03\%$. Вероятное отклонение от «теоретического» кулона меньше, чем вышепоказанная средняя ошибка. Отсюда одному химическому эквиваленту соответствуют $96,50 \cdot 10^3$ кулонов (см ниже).

Единица сопротивления — ом — определяется в международных единицах, как сопротивление, которое имеет призматический ртутный столб постоянного поперечного сечения, длиной в 106,300 см и массой в 14,4521 г при 0° . Ом может быть воспроизведен в пределах $\pm 0,001\%$. Международный ом, вероятно, на $0,02\%$ больше, чем «теоретический». Однако, эта разница связана с возможной ошибкой в $\pm 100\%$.

Под удельным сопротивлением (σ) подразумевается сопротивление прямой призмы, — в направлении оси которой протекает ток, — длиной в 1 см и с площадью основания в 1 см^2 . Сопротивление призмы, при протекании тока в направлении ее длины в l см, поперечного сечения в $q \text{ см}^2$ и удельного сопротивления σ , равно, $\sigma \frac{l}{q}$ ом. Обратная удельному сопротивлению величина называется удельной электропроводностью (κ) и, как и сопротивление, является константой, характеризующей данное вещество.¹ Числовые значения для металлов зависят в очень сильной степени от их чистоты. При 20° величина $\sigma \cdot 10^4$ имеет приблизительно следующие значения:

Алюминий	0,030	Вольфрам	0,055
Свинец	0,21	Цинк	0,059
Кадмий	0,076	Латунь (86% Cu)	0,088
Железо	0,100	Бронза	0,18
Медь	0,0173	Константан	0,49
Никкель	0,12	Манганин	0,42
Платина	0,103	Нейзильбер	0,30
Серебро	0,0165	Никкелин	0,33
Золото	0,023		

Единица разности потенциалов — вольт — определяется как разность потенциалов, которая должна быть на концах

¹ В литературе нередко встречается для обозначения удельной электропроводности выражение «обратный ом» (Mho; или, для 10^4 -кратной величины, — Gcmho = «обратный мегом»).

1 ома для того, чтобы один кулон протекал через это сопротивление в течение одной секунды. Международный вольт есть, таким образом, производная единица, и средняя ошибка воспроизведения не может быть меньше, чем ошибка воспроизведения хуже всего дефинированного множителя — кулона; она равняется, приблизительно, $\pm 0,03\%$.¹ Интернациональный вольт совпадает с теоретическим в пределах, приблизительно, до $\pm 0,06\%$.

Относительно единицы силы тока — ампера — можно сказать то же самое, что было сказано относительно кулона, потому что время можно определить практически безошибочно.

Единицы: электрической энергии — вольт-кулон — и электрической мощности — вольт-ампер — совпадают, согласно вышесказанному, в пределах, приблизительно, $\pm 0,08\%$ с джоулем ($= 10^7$ эрг) и ваттом ($\frac{10^7 \text{ эрг}}{\text{секунда}}$).

Средняя ошибка, с которой могут быть произведены сравнительные измерения всех электрических величин, т. е. с которой они могут быть сравниваемы между собой и с произвольными единицами, равняется в наиболее благоприятном случае $\pm 0,0001\%$.

Так как из всех электрических величин легче всего измерять или сравнивать сопротивление, то практически все измерения сводятся к непосредственным или косвенным измерениям или сравнениям именно сопротивлений.

Производные единицы обозначают обычным способом при помощи поставленных впереди слов: милли (10^{-3}), микро (10^{-6}), кило (10^3), мега (10^6) и т. д. Часто также употребляются величины: ампер-час $= 3\,600$ кулонов, ватт-час $= 3\,600$ джоулей и электрохимический эквивалент, $F^2 = 96\,500 \cdot 10^3$ кулонов.

Источники тока. Наиболее удобными, целесообразными и наиболее постоянными источниками тока являются свинцовые аккумуляторы, но для заряжения их требуется наличие электрической установки.

Коричневый перекисный электрод есть положительный полюс, серый свинцовый электрод — отрицательный. Число свинцовых электродов почти всегда на единицу больше, чем число перекисных электродов; э. д. с. свеже заряженного аккумулятора составляет 2,2 — 2,5 вольт, однако вскоре после включения тока падает приблизительно до 2 вольт и затем долгое время остается постоянной. Если аккумулятор долгое время остается без употребления, э. д. с. в большинстве случаев несколько повышается. Количество электричества, которое может дать аккумулятор, равно приблизительно 0,04 ампер-часов на один кв. сантиметр поверхности перекиси свинца, и оно тем больше, чем медленнее происходит заряжение и разряжение. Наименьшее время заряжения и раз-

¹ В действительности разности потенциалов теперь можно очень удобно воспроизводить при помощи «нормальных элементов» с гораздо большей точностью, а именно приблизительно до $\pm 0,005\%$. Поэтому гораздо лучше было бы определять ом и вольт как первичные, а кулон — как производную единицы.

² Произносить не «Фарада», а «эф» («Фарадей»). «Фарада» — есть единица электростатической емкости и имеет размерность длины; F — единица количества электричества на единицу количества вещества.

ряжения равняется приблизительно четырем часам, т. е. максимальная сила тока, которую может вынести аккумулятор при зарядении и разрядении без повреждения, равняется 0,01 ампера на кв. сантиметр. Аккумуляторы не должны разряжаться ниже, чем до 1,8 вольт, а главное — их нельзя оставлять долгое время в разряженном состоянии. Удельный вес кислоты заряженного, свежесоставленного аккумулятора равен приблизительно 1,18; после разрядения — около 1,15. Если нужно получить кислоту из воды и концентрированной кислоты ($d = 1,84$), то можно избежать отмеривания или отвешивания ее, приготавливая ее таким путем, что к произвольному количеству воды не очень быстро приливают кислоту, помешивая жидкость термометром до тех пор, пока температура не достигнет 65° . Концентрация тогда оказывается очень близкой к требуемой. Кислота должна, прежде всего, быть свободной от железа, и брать ее надо в таком количестве, чтобы ее уровень стоял выше пластин по крайней мере на 1 см. При зарядке положительный полюс аккумулятора или батареи соединяется с положительным полюсом источника тока, отрицательный полюс — с отрицательным. В цепь включается сопротивление (см. дальше) и амперметр; сопротивление при этом регулируют так, чтобы ток имел требуемую силу. Для того, чтобы (например в осветительных устройствах) различать полюса, к ним прикладывают полоски фильтровальной бумаги, пропитанной раствором глауберовой соли, содержащим фенолфталеин; бумага окрашивается в красный цвет на отрицательном полюсе. Заряжают обыкновенно до того момента, когда наступает сильное образование газов. Свежесоставленные и находившиеся долгое время в разряженном состоянии аккумуляторы нужно, после того как началось образование газа, продолжать заряжать еще продолжительное время при половине максимального тока. Чтобы устранить неприятное разбрызгивание кислоты, вызываемое образованием пузырьков газа, полезно покрыть кислоту слоем парафинового масла. Если с течением времени начальный уровень жидкости понизится, то надо снова восстановить его, прибавляя дистиллированную воду. Короткое замыкание, вызываемое отпадающими слоями перекиси или прогибом пластин, надо тотчас же устранять, после чего аккумулятор следует заряжать заново.¹

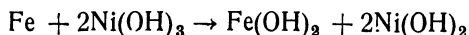
Недавно стали применяться в лабораториях никкелевые аккумуляторы.² Они дают больший разрядный ток и пригодны также для целей измерения.

Положительная пластина состоит из окиси никкеля с проводящими примесями, отрицательная — из железного порошка, также с примесями, например, кадмия. В качестве электролита применяется раствор едкого кали, иногда с прибавлением едкого лития. Напряжение в заря-

¹ Относительно поведения в работе аккумулятора и его напряжения при очень низких температурах ср. V i n a l i A l t r u p; рефер. Phys. Ber. 3, 672 (1922). Если напряжение аккумулятора при работе должно быть строго постоянным — при измерениях или при обслуживании печей, — то его заряжают во время эксплуатации тем же количеством электричества (в секунду), которое расходуется, т. е. используют его, как буфер.

² Изготовление щелочных аккумуляторов начато в СССР Саратовским аккумуляторным заводом. *Прим. ред.*

женном [состоянии приближается к 1,38 вольт. Химический процесс в аккумуляторе протекает по уравнению:



Выделяются по силе и постоянству тока (0,01 ампер на кв. сантиметр положительного электрода) так называемые к у р о н о в ы е э л е м е н т ы, ¹ отрицательный полюс которых делается из амальгмированного цинка, а положительный — из окиси или закиси меди; оба погружены в раствор едкого натра. Нормальная э. д. с. равна 0,85 вольт; емкость = 0,2 амперчасов на кв. сантиметр положительного электрода. Электрод из закиси меди может быть регенерирован на воздухе.

Наиболее целесообразными для всех целей, где можно употреблять более слабые токи (до 0,1 ампера), являются элементы из перекиси марганца, составленные по Лекланше. Их можно получать в продаже в различных формах; лучше всего употреблять те, при которых можно возобновлять наполнение перекисью марганца — в виде ли пресованных кусков, которые закреплены на проводящих угольных пластинах резиновыми кольцами, или в виде смеси из кусочков перекиси марганца и кокса, в которую вставляется угольная пластина. Раствор нашатыря не должен быть насыщенным: 20%-ная концентрация наиболее пригодна. Если осело много кристаллов хлористого цинк-аммония, надо прибавить немного соляной кислоты, в которой они быстро растворяются; избытка кислоты надо избегать, потому что она может растворить цинк. Э. д. с. равна примерно 1,4 вольт; она остается довольно постоянной при малом использовании элемента (несколько сотых ампер) и быстро восстанавливается даже после более сильных токов, если элемент оставить в покое.

Элементы Лекланше можно приобретать также в виде готовых к употреблению сухих элементов. ²

Для больших напряжений можно пользоваться приобретаемыми в радио-магазинах «анодными батареями», которые составлены из элементов Лекланше сериями по 20—90 вольт. Они, однако, имеют тот недостаток всех элементов Лекланше малых размеров, что они за промежуток времени в несколько месяцев, даже не будучи в употреблении, теряют в напряжении и не могут быть снова заряжены; но зато они сравнительно дешевы.

Для тех же целей еще более пригодны м а л ы е а к к у м у л ь т о р ы емкостью приблизительно в 1 амперчас, которые имеются в продаже батареями по 20 вольт. Лучше всего их соединять, просто спаивая свинцом, и изолировать сериями на толстой доске, заливая парафином приблизительно до четверти их высоты. ³ Батареи из малых Вестонских элементов (ср. гл. 15), составленные по Фр. Крюгеру, ⁴ годятся для несколько меньшего потребления тока; зато они очень постоянны.

¹ Об уходе за ними см. J o r d i s, Z. Elektroch. 7, 469 (1900).

² Нормальные «карманные» батареи (для карманных фонарей) выносят примерно 0,2 ампера и имеют мощность в 0,5 до 1 ваттчасов.

³ Относительно готовых батарей и данные о приготовлении их см. Z e h n d e r, Ann. Physik (3) 49, 556 (1916); F e u s s n e r, Voits Samml. elektrotechn. Vorträge I, вып. 3.

⁴ Physikal. Z. 7, 182 (1906); H e r w e g, там же 7, 663 (1906).

Провода, приборы для размыкания и замыкания тока (ключи) и винтовые клеммы. В качестве электрических проводов служит в большинстве случаев медная проволока — голая или обмотанная шелком или вощенной бумажной ниткой.¹

В зависимости от того, нужно ли пропускать более сильные или более слабые токи, выбирают проволоку соответственной толщины: для 10 ампер достаточен диаметр в 1,5 мм, для 1 ампера—0,3 мм (ср. стр. 000). Проволоки тоньше 0,3 мм в качестве проводов употреблять неудобно, потому что в винтовых клеммах очень тонкую проволоку часто не удается плотно зажать. Для гибких соединений употребляются тонкие кабели или звонковый шнур, концы которого припаивают к коротким, более толстым медным проволокам или к малым «кабельным наконечникам»

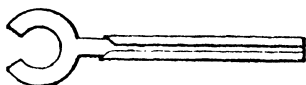


Рис. 329. Кабельный наконечник (так наз. «башмак»).

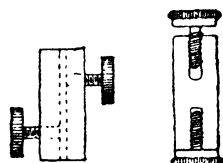


Рис. 330. Рис. 331.
Винтовые клеммы.

(«башмакам») (ср. рис. 329); для той же цели могут служить свернутые в узкие спирали проволоки или несколько очень тонких проволок, свитых друг с другом, концы которых припаивают к более толстым медным проволокам.

Соединение нескольких проволок, если оно должно быть осуществлено на продолжительное время, производится спаиванием — в большинстве случаев при помощи мягкого припоя (см. дальше). Так как такие спаи, если они амальгамируются ртутью, вскоре делаются непрочными, то следует придерживаться следующего правила: после спаивания места спайки необходимо покрывать каким-либо лаком (спиртовым, запоновым и т. п.) или защищать их куском резиновой трубки с тем, чтобы устранить постоянно имеющуюся при электрических измерениях опасность повреждения места спая.

Разборные соединения производятся при помощи винтовых клемм, которые имеются в продаже в самых разнообразных формах. Для мелких приборов очень целесообразна форма, данная Людвигом и показанная на рис. 330 в натуральную величину. При покупке надо обращать внимание на то, чтобы при завинчивании просвет замыкался нацело, потому что в противном случае проволоки, особенно более тонкие, плохо зажимаются. Очень удобна в этом отношении изображенная на рис. 331 форма, которая одинаково хорошо удерживает тонкие, толстые и плоские проволоки.

¹ Обмотка может быть с большим успехом заменена покрытием проволоки изолирующей массой, как у «эмалевой проволоки». Такие проволоки не допускают сгиба под острым углом, так как в этом случае покрытие очень легко отскакивает. — Относительно простого лабораторного приспособления для обмотки см. *Venedicks, Physikal. Z.* 11, 253 (1910).

Грубые ответвления на голых проводках можно удобно прокладывать при помощи жестяного язычка, вложенного в деревянный зажим для белья (рис. 332). Если проволока на несколько сантиметров выступает за место припоя и при том она электрически изолирована, но термически находится в контакте с жестяным язычком (что достигается сгибанием жести вокруг обмотанной проволоки) и если такого рода контакты включать в сеть попарно в противоположном направлении,¹ то в схеме не наблюдается термоэлектрических явлений.

Для удобного и быстрого размыкания и замыкания соединений служат штепселя такой формы какой они впервые были применены Сименсом в его реостатах. Они состоят из слегка скошенных на конус металлических стержней, приблизительно в 5 мм толщины (в большинстве случаев из латуни), которые всаживаются в отверстия (гнезда), сделанные в соот-



Рис. 332. Деревянный зажим для ответвлений.

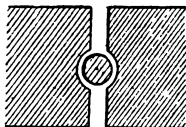


Рис. 333. Реостатный соединительный штепсель.

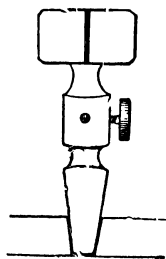


Рис. 334. Штепсель с винтовым зажимом для провода.

ответственных частях прибора. Их можно применять двояко: или два куска соединяют друг с другом при помощи воткнутого между ними штепселя (рис. 333), или штепсель снабжают винтовым зажимом для укрепления в нем проводящей проволоки и всаживают его в отверстие в одном куске металла (рис. 334). Эти штепселя особенно ценны потому, что они имеют очень малое сопротивление и потому могут быть применяемы повсюду там, где сопротивление сети не должно изменяться. Но при этом нельзя забывать, что латунь на лабораторном воздухе очень легко покрывается плохопроводящим слоем. Поэтому такого рода штепселя время от времени нужно чистить наждачной бумагой. Кроме того и в некоторых других отношениях со штепселями, которые должны давать соединение, свободное от сопротивления (в реостатах), надо обращаться очень осторожно. Конус никогда нельзя класть прямо на лабораторный стол или касаться до него пальцами. Когда реостат стоит без употребления, все штепселя надо оставлять лишь свободно синдящими в штепсельных гнездах. При употреблении реостата они должны быть ввернуты в них до конца. Время от времени надо конус протирать керосином. Тонкую и длинную форму штепселя нужно предпочесть толстой, вошедшей в употребление в последнее время.²

Сопротивление в месте соприкосновения штепселя, — вследствие того, что изолирующая пластина легко поддается давлению, — в сильной степени зависит от того, насколько плотно всажены соседние с ним штепселя. Устройство, предложенное Каллендаром, в значительной мере устраняет этот недостаток: штепсельные гнезда здесь окружены фар-

¹ White, Z. Instr. 34, 74 (1914).

² Cp. Kohirausch, Wied. Ann. 60, 333 (1897).

форовыми кольцами. Рис. 335а показывает вид таких штепселей сверху, б — поперечный разрез последних.

Удобный, надежный и дешевый прибор для замыкания и размыкания тока в электрических цепях получается следующим путем: на маленькой доске два продолговатых плоских кусочка латуни при помощи винтовой клеммы и обыкновенного винта укрепляют таким образом, что один лежит горизонтально, прямо на доске, в то время как другой, при помощи прокладки из тонкого дерева, располагают на несколько миллиметров выше, и он на один сантиметр выступает над первым (рис. 336). К этой выступающей части приделан винт: ввинчивая его, включают ток; вывинчивая его, ток прерывают. В платиновых контактах нет необходимости, потому что места соприкосновения

прочищаются благодаря винтовому движению. Принцип винтовых контактов допускает чрезвычайно разнообразное применение и может с большим успехом повсюду заменять употреблявшиеся до сих пор для этой цели штепселя, особенно благодаря тому,

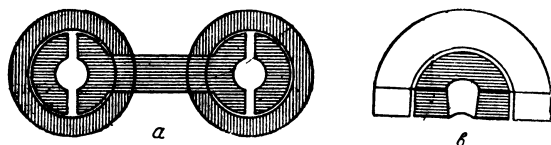


Рис. 335. Приспособление Каллендара для уменьшения сопротивления штепселей.

что здесь не имеется отдельных частей, которые легко можно затерять или испортить.

Для включения тока на короткое время служат, наконец, еще прерыватели (ключи или тастеры) следующего устройства (рис. 337). Кусок листовой латуни, шириной в 1 см, толщиной в 0,1 см и длиной в

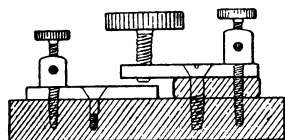


Рис. 336. Винтовой контакт.

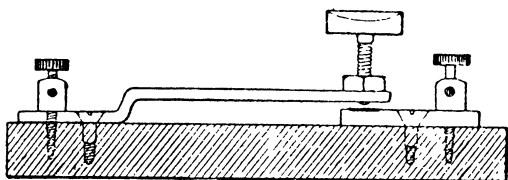


Рис. 337. Ключ-прерыватель («тастер»).

8—10 см, выгибают, как показано на рис 337, и приделывают при помощи винтовой клеммы и обыкновенного винта к дощечке. На свободном конце укрепляется винт с изолированной головкой из эбонита, положение которого устанавливается при помощи подвижной гайки. Под винтом располагают второй кусок латуни, который тоже снабжен винтовой клеммой. Для лучшей проводимости нужно припаять к плоско отшлифованному концу контактного винта платиновую пластиночку¹ и затем вторую (большую) пластинку—на соответственное место другого куска латуни. Контактный винт устанавливают таким образом, чтобы он отстоял от пластины только на некоторую долю миллиметра, и тогда до-

¹ Вольфрам мало пригоден для слабых токов, так как он постепенно покрывается тонкой пленкой окиси.