

РЕФЕРАТЫ

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОГРАММ ПРИ ПОМОЩИ ВТОРИЧНЫХ ЭЛЕКТРОНОВ

В своем докладе на последнем съезде германских физиков и математиков Кнольль*, известный своими работами по катодному осциллографированию и в частности по разработке электронного микро-

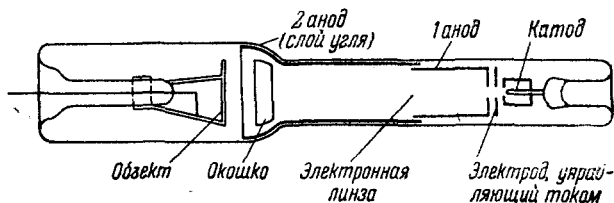


Рис. 1. Схема и внешний вид трубки, применявшейся при исследованиях

скопа с магнитными линзами**, сообщил о видоизменении методики электронографирования, заключающейся в использовании для получения электронограмм вторичной электронной эмиссии, излучаемой объектом, помещенным в брауновскую трубку и облучаемым электронным пучком.

Кнольль пользовался трубкой, схема и вид которой изображены на рис. 1. Обычная трубка, содержащая, кроме катода, анод и облучаемый пучком объект, подвергающийся исследованию, имела второй анод, выполненный в виде слоя угля, осажденного на внутренних стенках трубки.

Благодаря бомбардировке объекта пучком первичных электронов и эмиссии вторичных электронов с поверхности объекта объект при-

* М. Кнольль, Phys. Z., 36, 861, 1935.

** См. «Успехи физич. наук».

обретает некоторый потенциал относительно анода, зависящий от геометрической формы системы электродов, определяющей распределение поля между объектом и вторым анодом, от электрических условий эксперимента и, как будет показано ниже, от материала облучаемого объекта. Все опыты велись с объектом, имевшим форму плоского диска. Прежде всего исследовалась зависимость предельного напряжения U_g (относительно анода), получаемого на объекте в зависимости от скорости первичных электронов. На рис. 2 сверху изображены эта зависимость для трех веществ — никеля, молибдена и углерода, причем по оси абсцисс отложено анодное напряжение U_a . Характеристика для углерода является прямой, идущей под углом 45° к оси абсцисс (при равных масштабах по осям); характеристики для Mo и Ni при весьма малых анодных напряжениях совпадают с характеристикой для C, затем резко падают, почти совпадая с осью абсцисс (U_g принимает величину порядка 1 V), и затем снова начинает расти лишь при U_a , близких к 2 kV. Эти кривые получены при внешнем сопротивлении между объектом и вторым анодом, значительно превышающим внутреннее сопротивление. Если же внутреннее сопротивление близко к внешнему или превосходит его, то благодаря утечке получается напряжение U_p , конечно, меньшее, чем U_g , но пропорциональное ему.

Аналогичные кривые, характеризующие напряжение на объекте, отсчитываемое относительно катода, изображены внизу рис. 2. Одновременное измерение вторичной электронной эмиссии (при этом на объект давалось вспомогательное отрицательное напряжение в 100 V относительно анода) дало результаты, изображенные на среднем графике рис. 2, где по оси абсцисс отложено отношение числа первичных электронов i_s к числу первичных i_{pr} . Эти кривые доказывают, что отрицательный потенциал относительно анода приобретает объектом лишь в том случае, когда выход вторичных электронов характеризуется коэффициентом, меньшим единицы. Установив значительные различия в поведении молибдена и никеля, с одной стороны, и углерода, с другой, не вдаваясь в детальные исследования физической стороны явления, попытаюсь применить его для практических целей.

На диске из чистого никеля была нанесена полоска угля (рис. 3), первичный электронный пучок отклонялся в направлении, указанном на рисунке магнитным полем (частота 50 герц), и при помощи катодного осциллографа снималась кривая напряжения U_p между анодом и

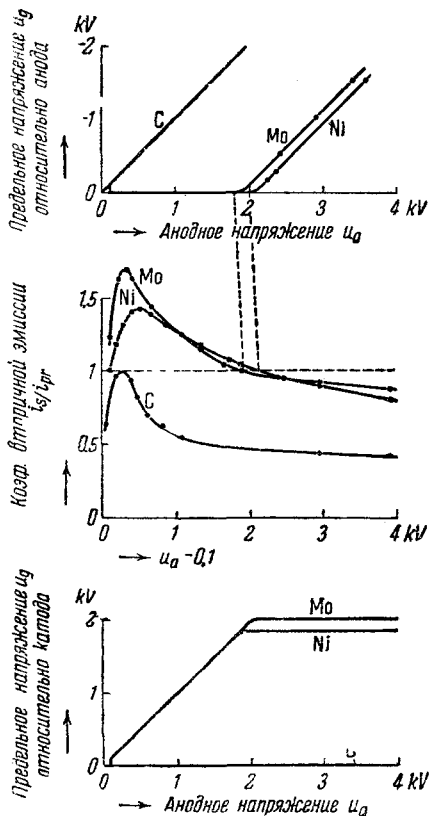


Рис. 2. Предельное напряжение и вторичная эмиссия однородных пластин из никеля, молибдена и углерода

объектом при разных значениях U_a . На осциллограммах, приведенных внизу рис. 3, видно, что при попадании электронного пучка на никель и $U_a < 1500$ V не возникает никакого напряжения U_p , при переходе же пучка на угольную полоску, объект сейчас же заряжается отрицательно. При $U_a > 1500$ V заряжается и никель, но потенциал угля остается более высоким. Благодаря значительной величине внешнего сопротивления скачкообразное возрастание потенциала при переходе пучка от никеля к углю заменяется экспоненциальным нарастанием, что вполне понятно, поскольку наша система представляет некоторую емкость и обладает известным (довольно большим)

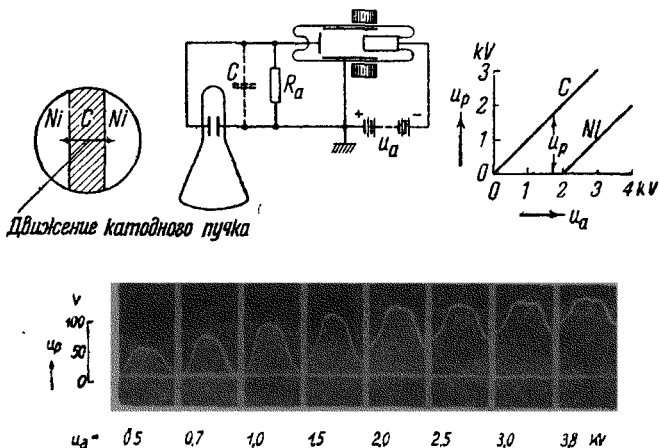


Рис. 3. Напряжение на никелевом диске с полоской из угля при периодическом движении электронного пучка

сопротивлением. Поскольку кривые U_p , изображенные на рис. 3, свидетельствуют о возможности судить о неоднородности поверхности объекта по ходу кривой вторичной эмиссии, постольку естественно попытаться применить этот метод для получения электронного изображения объекта, создающего вторичную эмиссию.

Однако получение неискаженных изображений будет возможно лишь при условии более быстрого изменения напряжения при переходе пучка через границу неоднородности. Поскольку уменьшение емкости системы имеет свои границы, приходится сильно уменьшать внешнее сопротивление. Но тогда мы будем работать вдали от предельных напряжений, и отклонение катодного пучка осциллографа будет определяться уже не значениями U_g , но разностью токов вторичной эмиссии различных веществ, находящихся на поверхности объекта (рис. 4). Кроме того, получающиеся напряжения U_p будут малы, так что приходится прибегать к их усилению. Осциллограммы, изображенные на рис. 5, свидетельствуют об ускорении нарастания напряжения, что позволяет надеяться на возможность получения изображения с достаточно резко очерченными краями. Смещение осциллограмм с нулевой линии объясняется наложением постоянной составляющей напряжения в усилителе, не имеющим принципиального значения. Для получения изображений Кнолл пользовался схемой, изображенной на рис. 5.

Напряжение U_p между анодом и некоторой точкой объекта, на которую в данный момент попадает катодный пучок, подается через усилитель на управляющую сетку брауновской трубки, регулирующую интенсивность тока в ней. Как первичный катодный пучок, так

и пучок в брауновской трубке, управляемой напряжением U_p , синхронно перемещаются (первый — по объекту, второй — по экрану трубки) под действием скрещенных магнитных полей с частотами 50 и 10^4 Hz; при своих перемещениях первый пучок пробегает всю

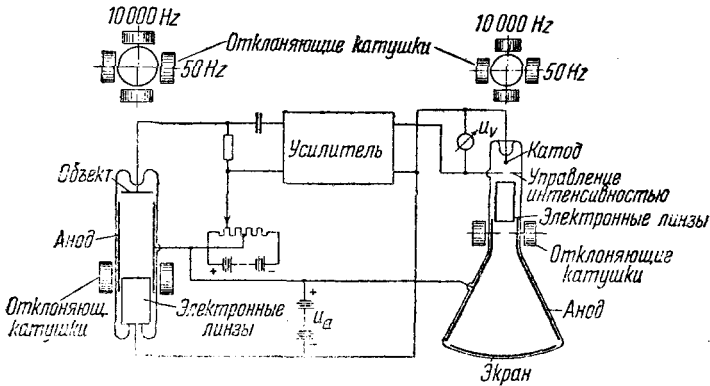


Рис. 4. Импульсы тока при периодическом движении электронного пучка по никелевой пластине с полоской из угля

поверхность исследуемого объекта, а второй дает его изображение на экране брауновской трубки (процесс этот до известной степени напоминает процесс получения изображений в телевизионной системе Зворыкина).

Детали схемы поясняются подписями на рис. 5. Следует отметить, что при экспериментах была использована батарея с потенцио-

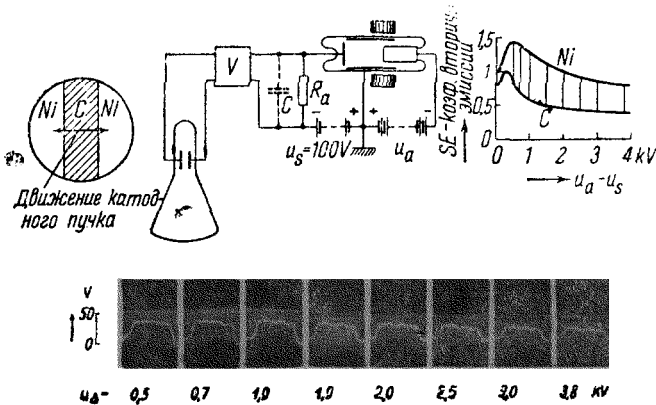


Рис. 5. Схема для получения электронограмм при мощности вторичной эмиссии

метром, позволяющая создавать между объектом и анодом произвольную разность напряжений любого знака; в дальнейшем эта разность будет обозначаться U_p ; на эту разность потенциалов накладывались колебания потенциала, обусловленные электронной эмиссией отдельных участков объекта.

Объектом служила никелевая пластинка с буквами, нанесенными на ее поверхность углем (рис. 6 слева вверху); диаметр пластинки

5 см. При $U_p = -15$ В получалось весьма яркое и контрастное изображение объекта на экране брауновской трубки (рис. 6 справа сверху). Если увеличивать U_p , то контрастность резко ухудшается, и примерно при $U_p = +15$ В изображение исчезает. Но дальнейшее повышение напряжения U_p снова дает изображение, интенсивность которого растет вместе с U_p , но контрастность оказывается менее хорошей (рис. 6 внизу). Кроме того, эти изображения отличаются от изображений, полученных при отрицательных напряжениях распределением яркости, именно: светлые участки соответствуют темным участкам других и обратно.



Рис. 6. Электронограммы никелевой пластинки с буквами из угля

вичных отраженных электронов, обладающих энергией, достаточной для обратного пробегания поля, созданного между объектом и анодом. Кноль, базируясь на ряде наблюдений, приходит к заключению, что тела с высокой вторичной эмиссией плохо отражают электроны (и обратно). Однако он воздерживается от окончательных суждений по этому вопросу впредь до накопления дальнейших экспериментальных данных.

Описанный метод позволяет получать и более тонкие изображения. Так, на рис. 7 изображены фотография, электрограмма и отпечаток обычного клише, сделанного из электролитической меди и натертого углем.

На рис. 8 приводятся фотография и электронограммы, полученные при использовании в качестве объекта железа, содержащего кремний. Правая нижняя электронограмма снята при значительном увеличении. Эти электронограммы интересны тем, что на них отчетливо видны полутона, обусловленные различной эмиссионной способностью отдельных кристаллов.



Рис. 7. Электронограмма объекта тонкой структуры

Далее, автору удалось установить влияние на получаемое изображение пространственного заряда, возникающего при больших плотностях тока в трубке, а также угла, под которым первичные электроны попадают на объект, имеющий неровную поверхность.

В заключение автор приводит весьма интересные предварительные результаты изучения вторичного излучения различных внутренних частей трубки. При этих опытах плоский объект был заменен кольцом из никелевой проволоки, благодаря чему пучок первичных электронов мог попадать на внутренние части трубки. Оказалось, что значительная вторичная эмиссия наблюдается не только у проводников, находящихся внутри трубки, но и у изоляторов. Электронограммы отчетливо доказали, что при изучении распределения тока в трубке или лампе необходимо учитывать не только первичный электронный пучок, но и вторичную эмиссию электронов с различных участков, бомбардируемых первичными электронами.

Что касается разрешающей способности этого нового метода получения электронограмм, то она ограничивается прежде всего размерами первичного электронного пучка, который едва ли может иметь диаметр, меньший 0,1 мм (обычно диаметр пучка близок к 1 мм). Однако по сравнению с обычным электронным микроскопом этот метод имеет и ряд преимуществ, как, например, отсутствие сильного ускоряющего поля, могущего исказить первоначальное распределение электронов, отсутствие хроматической абсорбции и т. д.

Возможность изучения этим методом вторичной эмиссии и распределения зарядов на изоляторах позволяет думать, что он получит широкое распространение наравне с обычным электронным микроскопом.

Н. Малов, Москва



Рис. 8. Вторичная эмиссия кристаллов железа с примесью кремния

γ-ЛУЧИ, ВОЗБУЖДАЕМЫЕ НЕЙТРОНАМИ

Недавно на страницах этого журнала сообщалось,¹ что при воздействии нейтронов на вещество появляется γ-излучение (опыты Ли). В последнее время появилось большое число работ, посвященных исследованию этого эффекта и разъяснивших некоторые пункты работы Ли в частности устранивших противоречие с опытами Чадвика и Гольдгабера по ядерному фотоэффекту. Этими работами^{2, 3, 4} прежде всего было установлено, что за возникновение γ-лучей практически ответственны лишь медленные нейтроны. Быстрые нейтроны создают очень малый эффект. Имеется лишь один случай (Au),⁴ для которого наблюдается эффект заметной величины для незамедленных нейтронов, возникающих при соударении дейтона с дейтоном. Однако в этом случае опыты проведены недостаточно точно.

В связи с тем, что γ-лучи возникают, главным образом, от медленных нейтронов, становится понятным, почему в опытах Ли для парафина наблюдался больший эффект, чем для углерода. Это объ-

ясняется тем, что эффект для углерода наблюдался для быстрых нейтронов, в то время как для парафина — для медленных, так как вступившие в парафин нейтроны сначала замедлялись и лишь после этого, поглощаясь, давали начало γ -излучению.

Другое существенное обстоятельство, которое удалось выяснить, состоит в том, что величина наблюдаемого эффекта, а иногда наличие или отсутствие его, зависит от материала индикатора (в последних работах обычно применялся счетчик Гейгер-Мюллера), применяемого для обнаружения γ -излучения. Это можно объяснить тем, что нейтроны, падая на стенки индикатора, вызывают в них γ -излучение, а для ряда веществ также и искусственную радиоактивность, следствием чего появляется дополнительное число импульсов в счетчике, меняющееся при помещении перед ним вещества, исследуемого на наличие в нем эффекта. Это неучитываемое изменение числа импульсов в счетчике может исказить величину наблюдаемого эффекта.

Флейшман⁵ показал, например, что если применять в виде индикатора γ -лучей железный счетчик, то эффект для Fe, Cu и Pb едва можно было обнаружить, в то время как с графитовым счетчиком можно доказать наличие большого эффекта для Fe и Cu и заметного — для Pb.

Перейдем к изложению некоторых результатов последних работ. Наиболее подробно вопрос о γ -излучении от нейтронов разобран в работе Флейшмана^{2, 5}. Этот автор применял как индикатор графитовый счетчик, так как по его опытам нейтроны в графите не вызывают заметного эффекта. Прежде всего было показано, что γ -лучи от медленных нейтронов возникают в парафине, Fe, Cu, Cd и Pb и почти отсутствуют для C и B_2O_3 ; при этом под медленными нейтронами подразумеваются нейтроны, поглощаемые слоем B_2O_3 толщиной 3 г/см² (из опытов Разетти⁶ следует, что γ -лучи возникают также в Cl, Co, Y, Ag, Ir, Hg). Комбинируя затем свинцовые фильтры для поглощения γ -лучей и фильтры из B_2O_3 для поглощения медленных нейтронов, возникающих при замедлении в парафине, Флейшман довольно подробно исследовал зависимость величины изучаемого эффекта от толщины слоя вещества, в котором γ -излучение возбуждается. Эта зависимость была определена для парафина, Fe, Cu, Cd, Pb; при этом для каждого вещества были исследованы два различных случая. В первом из них слои исследуемого вещества различной толщины помещались перед счетчиком, т. е. измерялось γ -излучение, испускаемое в направлении падающего потока нейтронов; во втором исследуемое вещество располагалось позади счетчика, т. е. измерялось γ -излучение, испускаемое в направлении, обратном к направлению движения пучка нейтронов. В первом случае для всех исследованных веществ кривые изменения γ -излучения с толщиной слоя возрастают от нуля до некоторого максимального значения и затем постепенно спадают до нуля. Непосредственные измерения коэффициентов поглощения медленных нейтронов и возникающего в данном веществе γ -излучения показали, что подъем этих кривых обуславливается поглощением медленных нейтронов (суммирование γ -излучения по возрастающей толщине слоя), а спадание для больших толщин — поглощением появившегося γ -излучения. Некоторые особенности имеются для случая парафина, для которого опыты производились с быстрыми нейтронами, постепенно замедлявшимися в самом парафине перед тем, как создавать в нем γ -излучение. По этой причине подъем кривых для парафина вначале несколько замедлен и затем идет ускоренно в отличие от других элементов, для которых он почти линеен.

Для второго случая — нарастания интенсивности γ -излучения в обратном по отношению к падающим нейтронам направлении получаются для всех исследованных веществ аналогичные друг другу кривые, возрастающие от нуля до некоторого постоянного значения с увеличением толщины облучаемого слоя.

Как те, так и другие кривые дают представление о поглощении нейтронов в данном веществе.

В опытах Ли грубо была определена энергия γ -квантов, возникающих от действия нейтронов на вещество. Флейшман более тщательно определил эту энергию для случая H, Fe, Cd, Cu, Pb и получил иные результаты. Для определения энергии γ -излучения, возникающего в данном элементе, он измерил коэффициенты поглощения его в ряде элементов и затем сравнил их с коэффициентами поглощения γ -излучения известной энергии (γ -излучение Ra, фильтрованное 10 см Pb, и γ -излучение ThC", фильтрованное 5 см Pb). Результаты, полученные сравнением коэффициентов поглощения в алюминии, приведены в табл. 1.

Отметим, что Разетти определил энергию γ -излучения, возникающего при облучении медленными нейтронами Cl, Co, Y, Ag, Cd, Ir, Hg, и нашел для нее значения, колеблющиеся между 4 и $5 \cdot 10^6$ eV. Для Cd, например, он нашел $4,5 \cdot 10^6$ eV. Правда, нужно иметь в виду, что в его методе определения энергии γ -излучения (по поглощению создаваемых им электронов) имеются не совсем обоснованные предположения.

Если еще вспомнить, что Ли нашел для случая водорода энергию, равной $3-4 \cdot 10^6$ eV, а для железа и свинца $1,5 \cdot 10^6$ eV, то приходится заключить, что вопрос об энергии возникающего γ -излучения пока еще окончательно не решен.

Для сравнения величины эффекта для различных веществ имеется пока также еще недостаточное количество данных. В этом отношении следует прежде всего отметить, что грубые расчеты Флейшмана⁷ показали, что для Cd, Cu, Fe, Pb и парафина на каждый поглощенный медленный нейтрон возникает приблизительно по одному γ -кванту. Об абсолютной величине исследуемого эффекта можно сказать следующее. Ли в своей первой работе для величины эффективного сечения возникновения γ -излучения от нейтронов указал для случая водорода величину $10^{-25} - 10^{-26}$ см². Арцимович, Курчатов, Латышев и Хромов,³ исследуя поглощение медленных нейтронов в парафине, воде и углероде по возникающему в них γ -излучению, установили, что эффективное сечение для H, C, O приблизительно одно и то же и равно $2-3 \cdot 10^{-25}$ см² (последнее обстоятельство до некоторой степени противоречит данным Флейшмана, который нашел, что графит дает лишь незначительный эффект как для быстрых, так и для медленных нейтронов). Кикучи с сотрудниками⁴ оценивают эффективное сечение как величину порядка 10^{-25} см² для Cu, Ni, Fe и еще в сотни раз большую для сильно поглощающего медленные нейтроны кадмия ($10^{-21} - 10^{-22}$ см²).

О механизме возникновения рассматриваемого γ -излучения можно заключить следующее. Поскольку γ -излучение возникает при взаимодействии медленных нейтронов с веществом, то его возникновение можно объяснить только поглощением нейтронов ядрами. Освобождаемая при этом энергия дает энергию связи нейтрона во вновь образовавшемся ядре. Для случая алюминия непосредственными измерениями было показано, что γ -излучение испускается мгновенно в момент присоединения нейтрона к ядру. Нужно думать, что то же самое имеет место и для всех других веществ.

В случае водорода γ -излучение появляется при образовании дейтона из протона и нейтрона. Против этого объяснения теперь не имеется никаких возражений. Упомянувшееся раньше¹ противоречие

Таблица 1

| Элемент, в котором возникает γ -излучение | Энергия γ -кванта в eV |
|--|-------------------------------|
| H | $1,5 \cdot 10^6$ |
| Fe | $2,6 \cdot 10^6$ |
| Cu | $2,5 \cdot 10^6$ |
| Cd | $2,1 \cdot 10^6$ |
| Pd | $0,45 \cdot 10^6$ |

между опытами Ли и опытами Чадвика и Гольдгабера теперь можно объяснить следующим образом. Из опытов по ядерному фотоэффекту (Чадвик и Гольдгабер) и из термодинамических соображений следует, что для нейтронов с энергиями в несколько сот тысяч вольт эффективное сечение для образования дейтона из протона и нейтрона имеет величину порядка 10^{-29} см², т. е. оно меньше, чем для ядерного фотоэффекта. Опыты же Ли, как и дальнейшие опыты других авторов, показывают, что образование γ -лучей от нейтронов идет с большей вероятностью, чем расщепления дейтона γ -квантом. Однако здесь нужно иметь в виду, что первый процесс идет для медленных нейтронов, а во втором же образуются сравнительно быстрые. С другой стороны, теория показывает, что эффективное сечение для первого из упомянутых процессов быстро возрастает с уменьшением энергии нейтронов и для медленных нейтронов может достигнуть величины 10^{-25} — 10^{-26} см², совпадающей по порядку величины с наблюдаемыми из опыта значениями. Таким образом противоречия между опытами Ли и Чадвика и Гольдгабера — кажущиеся и объясняются тем, что в том и другом случае имеют дело с нейтронами различных скоростей.

В заключение можно отметить, что хотя вопрос о возникновении γ -излучения от нейтронов еще не изучен достаточно полно, тем не менее можно констатировать отсутствие противоречий с другими экспериментальными фактами, а также, по всей вероятности, и с данными теории.

Л. Грошев, Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. Успехи физических наук, 15, № 8, 1935.
2. Fleischmann, Z. Physik, 97, 242, 1935.
3. Arzimowitsch, Kurtschatow, Latyschew, Chromow, Phys. Z. Sow. Union, 8, 472, 1935.
4. Kikuchi, Aoki, Hustmi, Proc. Phys. Math. Soc. Jap., 17, 369, 1935.
5. Fleischmann, Z. Physik, 97, 265, 1935.
6. Rasetti, Z. Physik, 97, 64, 1935.
7. Fleischmann, Z. techn. Phys., 16, 412, 1935; Physik. Z., 36, 806, 1935.

ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИОННЫМИ ЛУЧАМИ

Как известно, электрические и магнитные поля надлежащей формы могут служить линзами для электронных лучей. С такими линзами удается получить резкие изображения предметов, испускающих электроны (электронная оптика). Очевидно, что подобные же методы могут быть применены для получения изображений с помощью ионных лучей. Однако в этом случае приходится отказаться от применения магнитных линз, так как в них траектория движения частицы при данном заряде зависит от массы, и поэтому при переходе от электронов к ионам для получения одинаковых траекторий пришлось бы сильно уменьшить скорость движения частиц, что по многим соображениям является невозможным (свечение флюоресцирующего экрана), или же значительно изменить силу тока в катушках, создающих магнитное поле линз. С другой стороны, применение линз с электростатическим полем для случая ионных лучей вполне возможно, так как в них для частиц данной энергии траектория не зависит от массы и определяется только величиной заряда.

Коху и Вальхеру* недавно действительно удалось применить однозарядные ионы калия для получения изображений предметов, испускающих эти ионы или освещенных ими. Это стало возможным лишь после того, как Коху удалось получить довольно сильный источ-

* Koch u. Walcher, Z. Physik, 97, 131, 1935.

ник ионов, дающий ток больше 10^{-5} А с 1 см^2 поверхности в течение многих часов (более подробных данных об источнике ионов пока еще не имеется).

В опытах авторов линзой для ионов служил цилиндр, разрезанный на три части плоскостями, перпендикулярными к его оси; при этом к крайним частям прикладывался одинаковый потенциал, отличный от потенциала средней части цилиндра (подобные линзы были ранее уже применены Кноллем в электронной оптике). Для получения изображений с помощью ионов авторы применяли две такие линзы, поставленные одна за другой; при этом первая линза, помещенная перед анодом — источником ионов, собирала ионы на «отображаемом» предмете, например на экране с рядом отверстий, а вторая, помещенная с другой стороны «отображаемого» предмета, собирала прошедшие через него ионы на флюоресцирующий экран (по выходе из второй линзы ионы двигались в пространстве, свободном от поля). Подбором фокусных расстояний линз, зависящих от потенциалов отдельных частей, на экране получалось изображение «отображаемого» предмета, которое затем фотографировалось обычным образом. Контрольные опыты по отклонению изображения в магнитном поле показали, что изображение действительно получается от положительно заряженных ионов.

С помощью двух линз были получены изображения экранов с 2 и 25 отверстиями. Хотя полученные изображения очень размыты, они все же дают возможность судить о контурах снимаемого объекта. Если учесть то обстоятельство, что они являются первыми снимками с ионными лучами, то их можно пока считать более или менее удовлетворительными.

Снимки тех же объектов в электронных лучах, снятые при замене источника ионов калящимся вольфрамовым катодом, обнаруживают, что ионные изображения дают большее увеличение по сравнению с электронными. Это объясняется тем, что в первом случае в большей мере проявляется действие объемных зарядов, искажающих поле линзы и вызывающих расширение пучка ионов.

Для получения изображения самого анода, испускающего ионы, авторы помещали непосредственно перед ним одну линзу и с помощью ее получали изображение источника на флюоресцирующем экране. Таким образом можно проследить работу анода для различного времени его горения. Хотя и в данном случае получаются не очень резкие изображения, тем не менее этот метод может найти применение для решения ряда вопросов, связанных с испусканием ионов поверхностями.

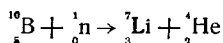
Л. Грошев, Москва

ХИМИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

Впервые искусственное преобразование элементов было обнаружено по протонам, которые испускаются в процессе превращения (Резерфорд, 1919 г.). В последнее время в связи с исследованием искусственной радиоактивности (Кюри и Жолио, Ферми с сотрудниками) для непосредственного установления химической природы вновь возникающих элементов были применены методы радио-химии, комбинирующие радиоактивные измерения и химические операции. В недавней заметке Панет и Лолейт* сообщают результаты химического обнаружения искусственного превращения бора при облучении его медленными нейтронами. В опытах этих авторов помещенный в сферический медный сосуд борометилловый эфир облучался медленными нейтронами от источника $\text{Rn} + \text{Be}$, расположенного в центральной части со-

* Paneth a. Loleit. Nature, 136, 950, 1935.

суда; при этом нейтроны замедлялись при столкновении с протонами облучаемого эфира и окружающей посуд воды. Медленные нейтроны, захватываясь ядрами бора, вызывали их разрушение по следующей реакции:



На опыте производилось определение гелия, возникающего в результате этой реакции. В первом опыте имелся источник 450 милликюри эманации; при этом было получено количество гелия, достаточное для обнаружения его спектроскопическим путем. Во втором опыте, продолжавшемся в течение семи недель, распалось 2 200 милликюри эманации. В результате получилось количество гелия, достаточное не только для спектроскопического обнаружения, но и для его измерения. Измерения показали, что образовалось $1,3 \cdot 10^{-7}$ см³ гелия (точность измерений 20%). Контрольные опыты, проведенные в тех же условиях в течение 9 недель, но без источника нейтронов, обнаружили полное отсутствие гелия. Поэтому появление гелия нужно приписать разрушению бора нейтронами. По измеренному количеству гелия можно оценить число нейтронов, испускаемых данным источником $\text{Rn} + \text{Be}$, предполагая, что для создания одного атома гелия требуется один нейтрон. Подобные расчеты показали, что 1 милликюри эманации радия с бериллием испускает в 1 сек. больше 3 000 нейтронов; при этих расчетах допускается, что бором внутри сосуда поглощается не больше половины образующихся в источнике нейтронов. В настоящее время авторы производят дальнейшие опыты в этом направлении. Они считают, что непосредственное химическое обнаружение продуктов искусственного преобразования элементов возможно также и в ряде других случаев.

Л. Грошев, Москва

ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ЯВЛЕНИЙ АДСОРБЦИИ ГАЗОВ *

Существенной чертой многих исследований по адсорбции, испарению, поверхностной диффузии и т. п. является наблюдение процесса установления равновесного состояния, возникающего после изменения давления газа в системе или же после изменения температуры твердой фазы.

Получение правильных данных о временном ходе этого процесса возможно, однако, лишь в том случае, если скорость воздействия энергетических процессов на индикатор и скорость воспроизведения их этим последним достаточно малы по сравнению со скоростью самой реакции.

Указанное условие становится трудно выполнимым при изучении процессов, протекающих в тонких (одноатомных) пленках и особенно в том случае, когда твердая фаза бывает представлена в виде нити, что часто необходимо для того, чтобы (путем прокаливания) получить действительно чистую поверхность. Здесь уже неприменимы ни оптические, ни микроанометрические, ни термические методы.

Именно для исследования процессов, протекающих на поверхности металлических нитей, и предназначен описываемый ниже метод,

* Johnsona. Vick, Proc. Roy Soc. (A), 151, 296, 1935.

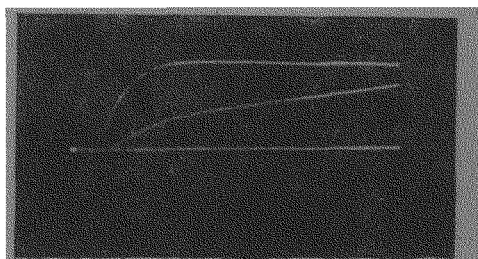
разработанный М. Джонсоном и Ф. Виком из Бирмингэмского университета.

Индикатором здесь является ток термоэлектронной эмиссии металлической нити. Метод состоит в том, что эмиссионный ток нити (вольфрамовой), на поверхности которой и происходит исследуемый процесс, создает падение напряжения на безиндукционном сопротивлении. Возникающая разность потенциалов подается на одну пару отклоняющих пластин катодного осциллографа, на другую пару пластин которого подается развертывающее напряжение. Разность потенциалов между развертывающими пластинами представляет собой линейную функцию времени. Регистрация осуществляется путем фотографирования пути электронного пучка на экране осциллографа. На той же фотопластинке при простом переключении коммутатора можно получить фотографию движения пучка под действием одного лишь развертывающего поля (дающую ось абсцисс) и синусоиду от стандартного генератора, служащую масштабом времени.

Поскольку воздействие реакции на поверхности нити сказывается на величине эмиссионного тока немедленно, то запаздывание импульса на выходном сопротивлении не превышает времени прохождения электронов от нити до коллектора, которое ничтожно. Более значительное отставание вводится осциллографом и контуром. Однако и здесь можно добиться воспроизведения с запаздыванием не свыше 10^{-7} сек. Некоторое дальнейшее ограничение скорости воспроизведения налагается фотографической частью установки, поскольку при слишком больших скоростях пятна чувствительности пластинок не позволяют получить отчетливого изображения. В опытах авторов максимальная линейная скорость пятна, доступная для регистрации, составляла $2 \cdot 10^6$ см/сек.

Таким образом инерционность прибора оказывается весьма малой сравнительно с промежутками времени, необходимыми для изменения состояния газовой (давление) или твердой (температура) фазы, являющегося причиной реакции. Для случая изменения температуры нити это иллюстрируется рис. 1. Здесь верхняя кривая изображает изменение термионного тока чистой вольфрамовой нити при изменении ее температуры от 1065 до 2445° К (это изменение происходит благодаря мгновенному изменению силы тока). Нижняя кривая того же рисунка изображает изменение термионного тока той же нити при том же изменении температуры, но для случая, когда поверхность нити покрыта адсорбированным слоем кислорода. Постепенный подъем этой кривой указывает на постепенное испарение адсорбированного кислорода. Наклон этой линии на участке за поднимающейся частью верхней кривой (по достижении конечной температуры) является мерой скорости испарения адсорбированного кислорода при температуре в 2445° К.

Другим примером осциллограммы может служить рис. 2. В противоположность способу образования слоя адсорбированного кислорода, медленное испарение которого изображается кривой рис. 1, здесь кислород был введен в избыточном количестве. Это привело в результате окисления поверхности к падению эмиссии от уровня, изо-



секунды

Рис. 1

бражаемого верхней горизонтальной прямой (снятой предварительно), до уровня, соответствующего нижней. Снятие осциллограммы начинается с начала испарения окиси вольфрама, знаменующегося увеличением эмиссии, увеличивающейся до значения, превышающего начальное вследствие того, что при испарении оксида открывается чистая поверхность вольфрама. Однако наличие небольшого количества кислорода приводит к новой реакции, выражающейся в понижении эмиссии

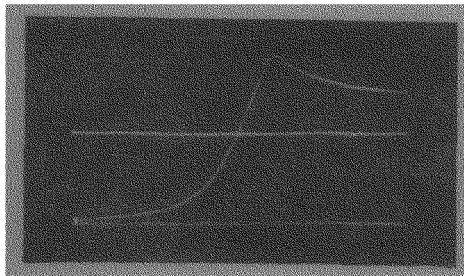


Рис. 2

по мере того, как происходит удаление более летучего (нежели адсорбированный кислород) слоя оксида. Поскольку при температуре нити в опыте, к которому относится рис. 2 ($\sim 2000^\circ \text{K}$), процесс испарения адсорбированного кислорода (изображенный рис. 1) занял бы несколько минут, быстрый (в течение 0,5 сек.) подъем кривой на рис. 2 с недостаточной в прежних методах наглядностью демонстрирует различие между двумя видами воздействия кислорода на поверхность (образование адсорбированного слоя и образование оксида).

Описанный метод авторы с успехом применили к определению длительности пребывания кислорода на нити в адсорбированном состоянии и к определению теплоты испарения адсорбированного кислорода*.

Н. Хлебников, Москва

КОНЦЕНТРИРОВАННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН

В целях концентрирования энергии ультразвукового пучка Грютцмахер** воспользовался кварцевой пластинкой, которая в отличие от обычных плоско-параллельных пластинок была вырезана в виде части сферической поверхности (внутренний радиус 10 см, внешний 10,8 см, длина стягивающей хорды 7 см). Помещая эту пластинку в сосуд с маслом вогнутой стороной вверх и возбуждая ее от 0,5 kW генератора, автор наблюдал за изменениями получающегося на поверхности масла фонтана при изменении толщины масляного слоя. При тонких слоях фонтан не отличался от обычно наблюдаемых фонтанов: он имел в высоту несколько миллиметров и состоял из ряда фонтанчиков, расположенных по всей поверхности пластинки. При увеличении толщины слоя площадь, занимаемая фонтанчиками, уменьшалась, но интенсивность их возрастала. Наконец, при слое, толщина которого совпадала с радиусом пластинки, так что фокус ультразвукового пучка приходился как раз на поверхность масла, площадь фонтана резко уменьшалась, интенсивность же сильно возрастала (высота фонтана достигала 40 см). При дальнейшем увеличении толщины слоя масла интенсивность фонтана снова уменьшалась, а площадь, занимаемая им, возрастала. Автор разработал манометрический метод, позволивший ему сравнить энергию в фокусе пучка с энергией в отдельных точках его (полученной при очень тонком слое масла над пластинкой); по

* Johnson a. Vick, Proc. Ray. Soc. (A), 151, 308, 1935.

** Gruetzmacher Z. Physik, 96, 542, 1935.

измерения автора энергия в фонтане возросла в 161 раз. Хотя эта методика измерения и является несколько спорной (особенно с количественной стороны), но самый факт концентрации пучка не подлежит сомнению и заслуживает внимания всех работников, нуждающихся в мощных пучках ультразвуковых волн.

Н. Малов, Москва

НОВЫЕ КНИГИ

Математика

В. БЛЯШКЕ, проф. Дифференциальная геометрия и геометрические основы теории относительности Эйнштейна. Перев. с 3 нем. изд. М. Я. Выгодского. Допущ. Наркомпросом РСФСР в кач-ве учебного пособия для ун-тов (Кн.) I. М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номографии, 1935 (Кн.) I. Элементарная дифференциальная геометрия, 350 стр., с черт. 6000, 4 р. 75 к. + 1 руб. пер. Оригинал, тит. л. на нем. яз. Библиография дана в подстрочных примечаниях.

С. С. БЮШГЕНС, проф. Аналитическая геометрия. Концентры 2 и 3. Допущ. Наркомпросом РСФСР в кач-ве учебн. для ун-тов. М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номографии, 1935, 443 стр., с черт. 7000, 6 руб. + 60 коп. пер.

Исследование общего уравнения 2-го порядка. Методы сокращенных обозначений в применении их к уравнениям 1-го и 2-го порядка.

В. ГРЭНВИЛЬ и Н. ЛУЗИН. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Изд. 3 стереотип. Допущ. в кач-стве учебн. в 1935 г. ВКВТО, ч. II. М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номографии, 1935, ч. II, Интегральное исчисление, 302 стр., с черт. 25 000, 4 р. 75 к. + 60 коп. пер.

ФЕЛИКС КЛЕЙН, Элементарная математика с точки зрения высшей. Лекции, читанные в Геттингенском ун-те. Пер. с нем. Д. А. Крыжановского. Под ред. В. Ф. Кагана. Изд. 3. Допущ. Наркомпросом РСФСР в кач-ве учебн. пособия для ун-тов, т. I. М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры, 1935, т. I, Арифметика. Алгебра. Анализ. 480 стр., с черт. 7000, 4 р. 50 к. + 1 руб. пер. Оригинал тит. л. на нем. яз. Библиография указана в подстрочных примечаниях.

М. ЛАВРЕНТЬЕВ И Л. ЛЮСТЕРНИК. Основы вариационного исчисления. Доп. Наркомпросом РСФСР в кач-ве учебн. для ун-тов, т. I, ч. I. М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номографии, 1935, т. I, ч. I. Функции многих переменных, 148 стр., с черт. 6000, 2 руб. + 1 руб. пер.

Изложение элементов n -мерной геометрии, теории экстремума функций n -переменных с геометрической трактовке и теории квадратичных форм в связи с исследованием поведения функций в окрестности экстремальных точек. Предназначена для университетов и педвузов.

И. И. ПРИВАЛОВ, Введение в теорию функций комплексного переменного, изд. 4, перераб. и доп. Наркомпросом РСФСР допущ. в кач-ве учебн. для ун-тов, М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номографии, 1935, 386 стр., с черт. 7000, 5 р. 50 к. + 60 коп. пер.

Реактивное движение. Под ред. А. А. Бутлера (и др.). Л.—М ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры, 1935, 153 стр., с илл. и граф. (Военно-науч. комитет ЦС Союза Осоавиахима СССР, Реактивная группа). 3000, 2 р. 50 к.

Пути развития авиации и реактивное движение. Основные положения общей теории реактивного движения. Вертикальное движение ракет. Устойчивость ракеты в полете. Построение траекторий реактивных аппаратов, обладающих начальной скоростью. Вихревое движение и обтекание тел. Некоторые сведения по динамике реактивного

самолета. Применение кислородных реактивных двигателей на самолете. Расчет разбега самолета со стартовых ракетами. Расчет торможения послеподсочного пробега самолета с помощью ракет. Предназначена для советской научно-технической общественности: инженерно-технических работников и изобретателей.

И. Ф. СТЕФЕНСЕН. Теория интерполяции. Перев. с англ. И. Н. Хлодовского. Доп. Наркомпросом РСФСР в кач-ве учебн. пособия для гос. ун-тов. М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номографии, 1935, 236 стр., 3000, 3 р. 25 к. Оригинал тит. л. на англ. языке.

Физика

К. Ф. ГЕРЦФЕЛЬД, Кинетическая теория материи. Перев. с нем. В. Кудрявцевой, П. Тартаковского и М. Усановича. М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номографии, 1935, 499 стр., с рис. 60 000, 6 руб. + 1 руб. пер. Оригинал. тит. л. на нем. языке. Библиография в подстрочных примечаниях.

Кинетическая теория газов. Общая статистическая механика. Газы. Твердое тело. Теория жидкостей, растворов, флуктуаций и квантов. Развитие статического метода. Числовые величины. Дополнением к переводу является глава о новейшем развитии квантовой статистики, написанная П. С. Тартаковским. Приложены именной и предметный указатели. Предназначена как учебное пособие для студентов физико-математических факультетов университетов, а также ценна и как монография по кинетической теории.

ПАСКУАЛЬ ИОРДАН, проф. Статистическая механика на основе квантовой теории. Перев. с нем. А. С. Компанейца. Харьков—Киев, ОНТИ—ДНТВУ, 1935, 82 + (1) стр., 4000, 1 р. 80 к.

Книга преследует двойную цель: дать доступное изложение статистической механики и кинетического обоснования термодинамики методами Больцмана и Гибса и последовательное и законченное изложение статистической теории. Особое внимание уделено соотношениям взаимности в законах вероятности элементарных квантовых процессов. Рассчитана на лиц, имеющих некоторые предварительные сведения по квантовой теории.

Г. А. ЛОРЕНЦ, Статистические теории и термодинамика. Лекции, прочитанные в College de France в ноябре 1912 г. Г. А. Лоренцом, обработанные в 1913 г. Л. Дюнуайе. Перев. с франц. Под ред. и с доп. Ю. А. Круткова, Л.—М. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры, 1935, 155 стр., 5000, 2 р. 50 к. Оригинал тит. л. на франц. языке. Библиография в подстрочных примечаниях (стр. 5—7).

МАКС ПЛАНК, Введение в теоретическую физику. Допущ. Наркомпросом РСФСР в кач-ве учебн. пособия для гос. ун-тов, ч. V, М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номографии, 1935, ч. V. Перев. с нем. П. Н. Успенского, 228 стр., 5000, 3 р + 60 коп. пер. Оригинал. тит. л. на нем. языке.

Книга представляет собой 5-ю и последнюю часть труда М. Планка (первые 4 части изданы были Гостехтеоретиздатом в 1932—1934 гг.).

Принцип относительности. Г. А. Лоренц, А. Пуанкаре, А. Эйнштейн, Г. Минковский. Сборник работ классиков релятивизма. Под ред. В. К. Фредерикса и Д. Д. Иваненко (Л.), ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры. Супер. обл. 386 + (2) стр. (Классики естествознания. Под общей ред. И. И. Агола, С. И. Вавилова, М. Я. Выгодского и др.). 5000. Библиография дана в подстрочных примечаниях.

Сборник содержит основные статьи, в которых была впервые сформулирована теория относительности: Г. А. Лоренц, Интерференционный опыт Майкельсона; Г. А. Лоренц, Электромагнитные явления в системе, движущейся с любой скоростью, меньшей скорости света; А. Пуанкаре, О динамике электрона; А. Эйнштейн, Зависит ли инер-

ция тела от содержащейся в нем энергии; Г. Минковский, Пространство и время; пять статей А. Эйнштейна, посвященных общей теории относительности. Даны биографии всех четырех авторов сборника и примечания преимущественно исторического характера, составленные Д. Д. Иваненко и В. К. Фредериксом. Настоящий сборник отличается от аналогичного немецкого издания включением статьи А. Пуанкаре. Все помещенные статьи переведены полностью без целого ряда пропусков немецкого издания.

Ю. Б. РУМЕР, Введение в волновую механику. Допущ. Наркомпросом РСФСР в кач-ве учебн. пособия для ун-тов, ч. 1, М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номографии, 1935, ч. 1, 148 стр., с черт. 6000, 2 р 25 к.

Основы математического аппарата и физические предпосылки квантовой теории. Изложению основных идей квантовой теории предшествуют сведения из классической механики и волновой оптики. Приложены: теорема Эйлера, «звездная» вариация, система атомных единиц и др. Книга представляет собой курс лекций, прочитанных в 1933/34 учебном году на физическом факультете Моск. гос. университета.

Ф. РОЗЕНБЕРГЕР, История физики. Перев. с нем. под ред. И. Сеченова, вновь проверенный и перераб. В. С. Гохманом. Предисл. С. Ф. Васильева, ч. III, вып. 1, М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номографии, 1935, ч. III, История физики за последнее (XIX) столетие, вып. 1, 301 стр., с черт 10 000, 5 р. 50 к. + + 1 руб. пер. Оригинал. тит. л. на нем. яз. Библиография дана в подстрочных примечаниях.

Настоящий том содержит изложение эволюции физики приблизительно с 1780 до 1840 г. В нем охвачен материал, подготовляющий открытие закона сохранения энергии. Изложение как истории самого открытия, так и реформы всей физики, вызванной им, будет помещено в следующем выпуске 3-го тома. Подробно излагается история разложения учения о невесомых (период приблизительно от 1780 до 1815 г.) и история превращаемости различных форм энергии или «силы», как, следуя старинной терминологии, выражается Ф. Розенбергер (период приблизительно от 1815 до 1840 г.). Дан именной и предметный указатели.

Книга предназначена для научных работников.

А. Б. ШЕХТЕР, Химические реакции в электрическом разряде. Л.—М. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры, 1935, 152 стр., с черт. 3000, 1 р. 90 к. Библиография: «Лит-ра» (126 назв. на стр. 146—150).

Газовый разряд. Реакция при электронном и ионном ударе. Газовый разряд, как кинетическая среда. Активные газы. Неорганические и органические реакции. Технические применения (вольтомуация, крэкинг, озон; получение синильной кислоты в дуге). Предназначена для научных работников.

А. ЭЙНШТЕЙН, Основы теории относительности. 4 лекции, читанные в мае 1921 г. в Принстонском ун-те. Перев. и примечания проф. Н. Н. Андреева. Доп. М. П. Бронштейна, изд. 2, Допущ. Наркомпросом РСФСР в кач-ве учебн. пособия для ун-тов, М.—Л. ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номографии, 1935, 106 + (1) стр., с граф. 10 000, 2 руб. Оригинал. тит. л. на нем. языке.

Время и пространство в прежней физике. Частная и общая теория относительности (Преобразования Лоренца. Уравнения Максвелла. Импульс, энергия и масса. Тензор энергии. Закон сохранения энергии. Гипотеза эквивалентности. Основной инвариант и его физическое значение. Общая теория тензоров. Связь с теорией Ньютона. Космологическая проблема и др.). Дополнения: Жизнь и творчество Альберта Эйнштейна. Теория относительности в общей схеме теоретической физики. Механика частного принципа относительности. Электродинамика движущихся тел. Экспериментальные основания

частного принципа относительности и др. Предназначена для научных работников.

А. ЭНГЕЛЬ И М. ШТЕНБЕК, Физика и техника электрического разряда в газах. Перев. с нем. Г. Спивака, С. Гвоздова и Э. Рейхруделя. Под ред. проф. Н. А. Капцова. Доп. Наркомпросом РСФСР в кач-ве учебника для ун-тов, т. 1. М.—Л., ОНТИ—Глав. редакция общетехнической лит-ры и номаграфии, 1935, т. 1, Основные законы, 251 стр. с черт. 3000, 5 руб. + 1 руб. пер. Оригинал. тит. л. на нем. языке. Библиография: «Лит-ра» (75 назв. на стр. 247—248).

Возникновение свободных заряженных частиц. Законы соударений. Ионизация газов электронами, потоками ионов и фотонами. Образование заряженных в газе электрическими полями. Движение заряженных частиц в вакууме и в газе. Колебания, нейтрализация и рекомбинация заряженных частиц. Приложены сведения из кинетической теории газов. Предназначена для работников научно-исследовательских институтов, для инженерно-технического персонала и для студентов старших курсов.

Физическая химия

В. РОДЕБУШ и Э. РОДЕБУШ, Введение в физическую химию. Перев. с англ. А. А. Бундель под ред. проф. А. В. Раковского. Допущ. Наркомпросом РСФСР в кач-ве учебн. пособия для ун-тов. М. ОНТИ—Глав. редакция химической лит-ры, 1935, 409 стр., с илл. и граф. 7000, 6 р. 75 к. + 1 руб. пер. Оригинал. тит. л. на англ. яз.

ОСТВАЛЬД (и др.), Физико-химические измерения. Перев. с 5-го нем. изд. под ред. А. И. Рабиновича, А. В. Раковского, П. А. Ребиндера, Э. В. Шпольского. Допущ. Наркомпросом РСФСР в кач-ве учебн. пособия для ун-тов. ч. I, Л. ОНТИ—Химтеорет, 1935. Перед загл.: Оствальд—Лютер—Друкер, ч. 1, 2-е стереотип. изд. 378 + (1) стр., с илл. черт. и граф. 5000, 6 руб. + 1 руб. пер. Оригинал. тит. л. на нем. яз. Библиография в примечаниях (в конце страниц).

Вычисления; измерение длин; взвешивание; измерение температуры; термостаты; стеклодувные и технические вспомогательные работы; измерения давления; объем, плотность; тепловое расширение и сжимаемость; температура кипения; давление паров, температура плавления и критические величины; вязкость, теплопроводность, поверхностное натяжение и диффузия; растворимость; определение молекулярного веса; калориметрические работы. Книга рассчитана на научных работников, аспирантов, работников заводских лабораторий.

Отв. редактор Э. В. Шпольский.

Техн. редактор В. Н. Диков.

ОНТИ № 221. Индекс Т-Т-60. Тираж ~~2650~~ + 50 отд. отт. Сдано в набор 3/III 1936 г. Подп. в печать 25/III 1936 г. Формат бумаги 62 × 94. Уч.-авт. листов 11. Бумажи. листов 4³/₈. Печатных зн. в бумажи. листе 140.000. Заказ № 224. Уполномоч. Главлита № В-37123. Выход в свет март 1936 г.