

**В. РАМЗАЙ**

Профессорь Лондонск. университета.

**БЛАГОРОДНЫЕ \* \* \* \***  
**\* и РАДИОАКТИВНЫЕ \***  
**\* \* \* \* \* ГАЗЫ.**



Переводъ подь редакціей „Вѣстника Опытной  
Физики и Элементарной Математики“.



# **Вѣстникъ Опытной Физики** **и Элементарной Математики**

Выходитъ 24 раза въ годъ отдѣльными выпусками  
не менѣе 24-хъ стр. каждый,

**подъ редакціей приватъ-доцента В. Ф. Кагана.**

**Программа журнала:** Оригинальныя и переводныя статьи изъ области физики и элементарной математики. Статьи, посвященныя вопросамъ преподаванія математики и физики. Опыты и приборы. Научная хроника. Разныя извѣстія. Математическія мелочи. Темы для сотрудниковъ. Задачи для рѣшенія. Рѣшенія предложенныхъ задачъ съ фамиліями рѣшившихъ. Упражненія для учениковъ. Задачи на премию. Библиографическій отдѣлъ: обзоръ специальныхъ журналовъ; замѣтки о новыхъ книгахъ.

Статьи составляются настолько популярно, насколько это возможно безъ ущерба для научной стороны дѣла.

---

Предыдущіе семестры были **рекомендованы:** Учен. Ком. Мин. Нар. Прос. для гимн. муж. и жен., реальн. уч., прогимн., город. уч., учит. инст. и семинарій; Главн. Воен., Учебн. Зав. — для воен.-учебн. заведеній; Уч. Ком. при Св. Синодѣ для дух. семин. и училищъ.

**Пробный номеръ высылается бесплатно по первому требованію.**

---

## **УСЛОВІЯ ПОДПИСКИ:**

Подписная цѣна съ пересылкой за годъ 6 р., за полгода 3 р. Учителя и учительницы низшихъ училищъ и всѣ учащіеся, выписывающіе журналъ **непосредственно изъ конторы редакціи**, платятъ за годъ 4 р., за полугодіе 2 руб. Допускается разсрочка подписной платы по соглашенію съ конторой редакціи. **Отдѣльные номера** текущаго семестра по 30 коп., прошлыхъ семестровъ по 25 к.

Адресъ для корресп.: **Одесса. Въ редакцію „Вѣстника Опытной Физики“.**



В. РАМЗАЙ

Профессоръ Лондонск. университета.

# БЛАГОРОДНЫЕ И РАДИОАКТИВНЫЕ ГАЗЫ.

Переводъ подь редакціей  
„Вѣстника Опытной Физики и Элементарной Математики“.



ENSV  
Riiklik Avalik  
Raamatukogu

Matematika Instituut

ОДЕССА.

Тип. Акц. Южно-Русского О-ва Печатного Дѣла.

1909.

<http://mathesis.ru>

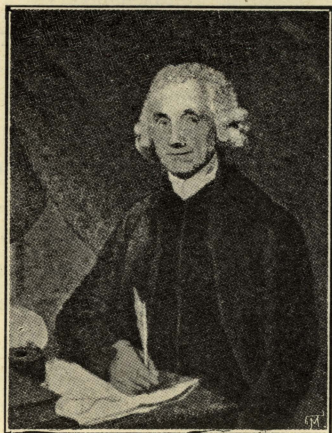
ИЗЪКНИГЪ
№.....
Отд.....
А. И. ГРЕБЕНКИНА.

<http://mathesis.ru>





Изслѣдованіе состава атмосферы начато въ 1774 г., когда былъ открытъ кислородъ Пристлеемъ (Pristley) и Шееле (Scheele). До того времени атмосферный воздухъ рассматривали,



Фиг. 1.  
Іосифъ Пристлей.

„какъ настоящій хаосъ, въ который стекались эманации земли и звѣздъ“. По предположенію же Пристлея, утрату способности воздуха поддерживать

жизнь и горѣніе, при удаленіи ея „доброй части“, слѣдуетъ объяснить потерей его принципа „флогистона“, существованіе котораго тогда всѣми принималось. Сообразно этому, онъ назвалъ кислородъ „дефлогистированнымъ воздухомъ“. Спустя нѣсколько лѣтъ, когда Рётгерфордъ (Rutherford) изслѣдовалъ недѣятельный остатокъ,



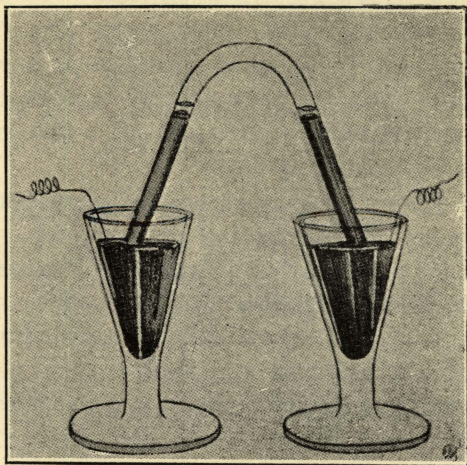
Фиг. 2.

Генрихъ Кавендишъ. однороденъ ли онъ. Съ этой цѣлью онъ пропускалъ, по предложенію Пристлея, черезъ воздухъ, смѣшанный съ кислородомъ, въ присутствіи „мыльнаго щелока“, или ѣдкаго натра, электрическія искры. Въ то время

названный имъ „мефитическимъ воздухомъ“, а теперь называемый азотомъ, кислородъ стали называть, наоборотъ, „флогистированнымъ воздухомъ“; при этомъ опять таки предполагали, что флогистонъ выдѣлился въ этотъ воздухъ изъ горящаго матеріала. Лѣтъ десять спустя, „мефитическій воздухъ“ (aërmephiticus), или азотъ, былъ вновь изслѣдованъ Кавендишемъ (Cavendish), который имѣлъ въ виду узнать,



еще не существовало машины Румкорфа и трансформатора, даже электрический токъ былъ въ то время совершенно неизвѣстенъ. Кавен-



Фиг. 3.

Опытъ Кавендиша.

Проволоки соединялись съ „кондукторами“ электрической машины; искры проскакивали тогда черезъ воздухъ, находившійся въ изогнутой трубкѣ. Время отъ времени можно было вводить въ нее пипеткой воздухъ и кислородъ.

дишъ и его ассистентъ должны были вслѣдствіе этого вращать цилиндрическую электрическую машину въ теченіе почти трехъ утомительныхъ

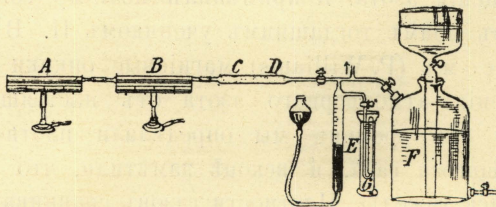
недѣль, прежде чѣмъ слабыя искры привели въ соединеніе достаточное количество азота и кислорода. Онъ получилъ при этомъ небольшой остатокъ: пузырекъ, объемъ котораго составлялъ, по его оцѣнкѣ, около 120-й части взятаго имъ объема азота. Очень жаль, что должно было пройти цѣлое столѣтіе прежде, чѣмъ признали важность его открытія, хотя онъ, по всей вѣроятности, имѣлъ въ рукахъ аргонъ.

Въ 1894 г., при изслѣдованіи плотности обыкновенныхъ газовъ (кислорода, водорода и т. п.), лордъ Рэлей (Rayleigh) обратилъ вниманіе на то, что азотъ, получающійся изъ воздуха по удаленіи кислорода, имѣетъ нѣсколько бѣльшую плотность, чѣмъ добытый изъ химическихъ источниковъ, какъ, на примѣръ, изъ амміака или изъ азотной кислоты. Когда попытка объяснить это замѣчательное наблюденіе ему не удалась, онъ обратился съ письмомъ въ журналъ „Nature“ и просилъ совѣта. Но отвѣта онъ не получилъ. Вскорѣ послѣ того, въ разговорѣ съ нимъ, я сообщилъ ему, что, по моему мнѣнію, истинная причина неодинаковой плотности кроется въ присутствіи еще неоткрытаго тяжелаго газа. Онъ же предполагалъ, что бѣльшая плотность должна быть объяснена озоно-подобной модификаціей азота. Я защищалъ свое мнѣніе и испросилъ разрѣшенія



экспериментально провѣрить свою идею; онъ охотно согласился, и работа такимъ образомъ началась.

Уже многіе годы я демонстрировалъ лекціон-



Фиг. 4.

Первый аппаратъ для приготовления аргона.

Въ газометръ *F* находится азотъ, полученный изъ воздуха дѣйствіемъ накалинной докрасна мѣди. *A* — накалинная докрасна трубка изъ тугоплавкаго стекла, наполненная магніемъ; въ ней азотъ превращается въ нитридъ магнія и такимъ образомъ поглощается. Трубка *B* содержитъ раскаленную окись мѣди, для сожженія могущихъ быть органическихъ веществъ, и полученная изъ этого угольная кислота поглощается натристой известью въ трубкѣ *C*, а вода — фосфорнымъ ангидридомъ въ трубкѣ *D*. Помощью трубки *E* можно отобрать любое количество газа для изслѣдованія его спектра или его плотности.

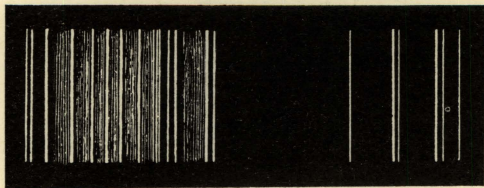
ный опытъ, который имѣетъ въ виду доказать, что горящее тѣло увеличивается въ вѣсъ. Я пользовался для этого порошкомъ магнія, послѣ сожженія котораго получается окись его. Для того,

чтобы не улетучивалось слишкомъ много металла, я имѣлъ обыкновеніе отчасти закрывать тигель крышкой; послѣ такого опыта я чувствовалъ отъ остатка запахъ амміака, — очевидно, вслѣдствіе поглощенія азота. Я примѣнилъ поэтому совмѣстно съ моимъ тогдашнимъ ученикомъ П. Вилліамсомъ (P. Williams) магниевые опилки для отдѣленія атмосфернаго азота отъ настоящаго. Время отъ времени мы опредѣляли плотность остающагося газа, и вскорѣ замѣтили, что онъ сдѣлался тяжелѣе. Плотности газовъ сравниваютъ обыкновенно съ плотностью водорода; плотность азота равна 14, кислорода 16 и воздуха (т. е. смѣси азота и кислорода) 14,4. Плотность же остатка увеличивалась до 16, до 17,5 и, наконецъ, до 19.

Причина неодинаковой плотности „атмосфернаго“ и „химическаго“ азота была, слѣдовательно, та, которую я предполагалъ, т. е. къ первому былъ примѣшанъ болѣе тяжелый газъ. При изслѣдованіи спектра остатка въ немъ были найдены еще неизвѣстныя красныя и зеленныя линіи. Я собралъ приблизительно около  $100\text{ см}^3$  этого новаго газа. Послѣ этой счастливой удачи я написалъ лорду Рэлею. Онъ сообщилъ мнѣ, что и имъ были произведены опыты въ томъ же самомъ направленіи, при чемъ онъ примѣнялъ для этого



старый методъ Пристлея и Кавендиша; онъ получилъ около  $\frac{1}{2}$  см<sup>3</sup> газа, объемъ котораго не поддавался уменьшенію при дальнѣйшемъ пропусканіи искръ и который давалъ также неизвѣстный еще спектръ. Количества газа, полученные имъ изъ различныхъ количествъ воздуха, были приблизительно пропорціональны послѣднимъ; произведенные же имъ опыты надъ диффузіей воздуха доказали, что новая составная



Красный.

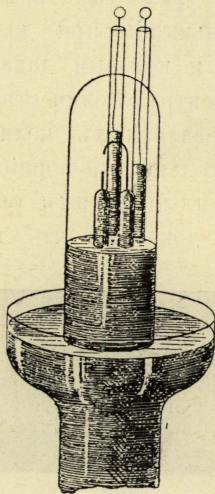
Фиг. 5.

Фиолетовый.

Спектръ аргона.

часть атмосферы концентрируется въ частяхъ послѣдней, наименѣе способныхъ къ диффузіи. Все почти лѣто 1894 г. я велъ непрерывную переписку съ лордомъ Рэлеемъ, а 13 августа мы сдѣлали предварительное сообщеніе на сѣздѣ Британскаго общества естествоиспытателей въ Оксфордѣ объ открытіи новой составной части воздуха. Физикъ Лоджъ (Lodge) спросилъ

тогда, „не открыли ли вы, господа, и имени этого



Фиг. 6.

Искровой аппаратъ лорда Рэлея.

Воздухъ, смѣшанный съ кислородомъ, находится въ пробирной трубчкѣ надъ ртутью. Ушки соединяются съ полюсами индукціонной машины; когда послѣдняя приводится въ дѣйствіе, то искры проскакиваютъ между проволоками въ трубкѣ. Подъ ихъ вліяніемъ азотъ соединяется съ кислородомъ, образуя двуокись азота, которая поглощается слоемъ ѣдкаго натра, находящагося на поверхности ртути, при чемъ одновременно образуются азотистокислый и азотно-кислый натрій.

газа?“ Мы объ этомъ-то думали, но не имѣли



еще права разсматривать новый газъ, какъ элементъ, пока я, незадолго до сѣзда, не сдѣлалъ рѣшающаго открытія, что соотношеніе между объемами удѣльными теплоемкостями газа, несомнѣнно, доказывало его одноатомность. Атомъ и молекула были, слѣдовательно, идентичны, а это возможно только у элементовъ.

Теперь, слѣдовательно, нужно было выбрать имя, и, такъ какъ газъ этотъ не поддается дѣйствию ни кислорода ни магнія, то мы его называли „аргономъ“, вслѣдствіе его индифферентнаго характера.

Подробное описаніе нашихъ опытовъ было представлено въ началѣ января Королевскому Обществу и напечатано въ „Philosophical Transactions“ этого общества.

Многочисленные опыты, предпринятые мною для опредѣленія возможныхъ химическихъ свойствъ этого газа, дали всѣ отрицательный результатъ. Казалось, что этотъ газъ неспособенъ вступать въ соединенія. Но я продолжалъ всевозможныя изысканія, чтобы напасть на идею, съ какимъ бы тѣломъ возможно было его соединить.

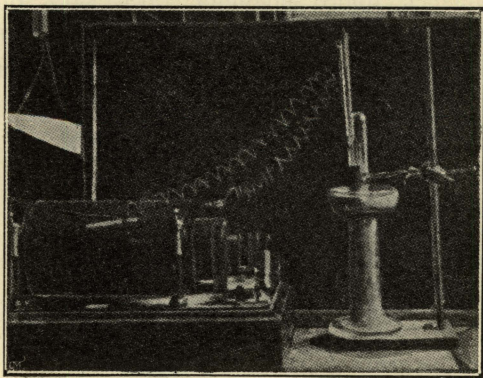
Д-ръ Гиллебрандъ (Hillebrand), членъ Геологическаго Института Соединенныхъ Штатовъ въ Вашингтонѣ, занимавшійся анализомъ различныхъ минераловъ, сдѣлалъ наблюденіе, что всѣ

минералы, которые содержатъ уранъ, при раствореніи въ кислотахъ выдѣляютъ газъ. Д-ръ Гиллебрандъ сообщилъ мнѣ потомъ, при случаѣ, устно, что, хотя его газъ въ общихъ чертахъ давалъ спектръ азота, но онъ и тогда замѣтилъ въ немъ еще новыя, ему неизвѣстныя, линіи; дальнѣйшимъ же изслѣдованіемъ этого предмета онъ не занялся, потому что его коллеги трунили надъ его новымъ „элементомъ“, а онъ былъ слишкомъ робокъ, чтобы защищать его. Кромѣ того, онъ былъ мало знакомъ со спектроскопическими методами; поэтому, описывая этотъ газъ, онъ призналъ его азотомъ.

Минераль, давшій ему наибольшее количество азота, былъ клеветъ. Сейчасъ же я началъ искать этотъ минераль въ Лондонѣ, и, по счастью, мнѣ удалось купить двѣ унціи его за 18 шиллинговъ у одного торговца минералами. Д. Матьюсъ (Matthews), бывшій тогда моимъ ученикомъ, вскипятилъ сейчасъ же этотъ минераль съ сѣрной кислотой, но выдѣлившійся при этомъ газъ я оставилъ мѣсяца на полтора, такъ какъ былъ занятъ другими работами. Наступилъ уже апрѣль-мѣсяцъ, когда я нашелъ время заняться изслѣдованіемъ спектра. Къ великому моему удивленію, я увидѣлъ новый спектръ. Сейчасъ же выступила желтая блестящая линія. Я сравнилъ,



конечно, новый спектръ со спектрѣмъ аргона; я воспользовался для этого трубкой Плюккера, наполненной аргономъ, съ магниевыми электродами, чтобы отдѣлить азотъ, который могъ при этомъ оказаться. Магній содержалъ натрій и давалъ характерныя натріевыя линіи. Оба спектра



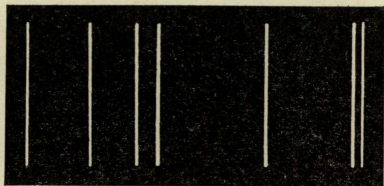
Фиг. 7.

Дѣйствительный видъ аппарата, схематически изображеннаго на фиг. 6.

были одновременно видны въ полѣ зрѣнія, и я былъ сильно пораженъ, замѣтивъ, что желтая линія новаго газа не совпадала съ линіями натрія. Я со стыдомъ долженъ сознаться, что я разобралъ мой спектроскопъ, такъ какъ я предполагалъ ско-

рѣе неправильное устройство его, чѣмъ присутствіе новаго газа. Но и послѣ провѣрки прибора совпаденія линій все же не было. Лишь весьма медленно я пришелъ къ убѣжденію, что у меня въ рукахъ былъ новый газъ.

Для изученія свойствъ этого новаго газа не понадобилось много времени, такъ какъ опыты съ аргономъ научили меня преодолевать трудности соотвѣствующихъ методовъ. Плотность



Красный.      Фиг. 8.      Фиолетовый.

Спектръ гелія.

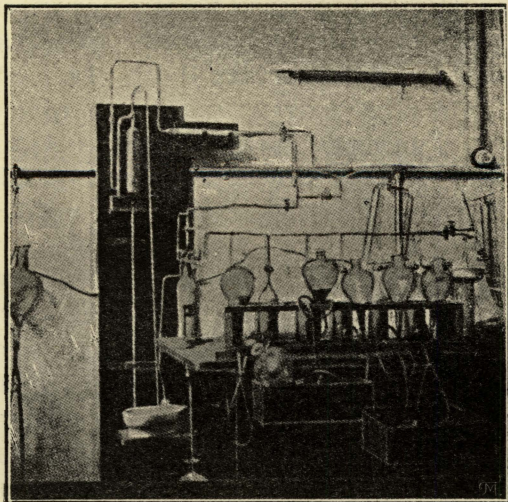
новаго газа равнялась 2, плотность же аргона была равна 20. Такъ какъ плотности газовъ отнесены къ плотности двухатомнаго газа (водорода), какъ къ единицѣ, то для полученія атомнаго вѣса этихъ газовъ числа эти нужно удвоить. Атомный вѣсъ болѣе легкаго изъ новыхъ газовъ, такимъ образомъ, равенъ 4, болѣе же тяжелаго — 40.



Спектръ болѣе легкаго газа уже наблюдался въ 1868 г. французскимъ астрономомъ Жансеномъ (Janssen), недавно послѣдовавшую смерть котораго мы горячо оплакиваемъ; во время солнечнаго затменія въ Остѣ-Индіи онъ замѣтилъ эту же самую желтую линію въ хромосферѣ солнца. Франкландъ (Frankland) и Локіеръ (Lockyer) назвали элементъ, соотвѣтствующій этой линіи, тогда еще неизвѣстный на землѣ, „геліемъ“.

Послѣ того, какъ я установилъ свойства гелія, при содѣйствіи своего тогдашняго ассистента и теперешняго коллеги Нормана Колли (Collie), Локіеръ, Рунге (Runge), Пашень (Paschen) и другіе выступили съ заявленіемъ, что гелій, собственно, состоитъ изъ смѣси двухъ газовъ, изъ которыхъ одинъ даетъ желтую линію, между тѣмъ какъ второй, который предлагали назвать „asterium“, даетъ зеленую линію. Чтобы доказать несостоятельность этой гипотезы, я, совмѣстно съ моимъ ассистентомъ Траверсомъ (Trawers), подвергъ гелій длинному ряду дробныхъ диффузій, при чемъ раздѣленіе оказалось невозможнымъ. При этомъ же мы замѣтили, что давленіе имѣетъ большое вліяніе на интенсивность этихъ линій; давленіе въ нѣсколько миллиметровъ уже увеличиваетъ силу свѣта желтой

линіи; при болѣе же низкомъ давленіи на первый



Фиг. 9.  
Диффузія гелія.

Гелій находился въ шести резервуарахъ съ ртутью; черезъ соотвѣтствующія стеклянныя трубки онъ входилъ въ диффузионную трубку *b* изъ пористой глины, находившуюся внутри стеклянной трубки. Газъ всасывался черезъ глиняную трубку и попадалъ въ ртутный насосъ *a*, а отсюда вновь вводился въ соотвѣтствующие резервуары.

планъ выступаетъ линія зеленая. Возможность,



чтобы гелій состоялъ изъ двухъ новыхъ тѣлъ, была, такимъ образомъ, исключена; газъ оказался однороднымъ и долженъ былъ быть разсматриваемъ, какъ элементъ.

Уже въ 1863 г. мой соотечественникъ Ньюландсъ (Newlands) замѣтилъ, что, если расположить элементы по величинѣ ихъ атомныхъ вѣсовъ, то оказывается, что каждый восьмой элементъ въ нѣкоторой степени сходенъ съ предшествующимъ ему въ этомъ смыслѣ элементомъ. Такъ, напримѣръ, послѣ литія, имѣющаго атомный вѣсъ 7, восьмой элементъ — натрій съ атомнымъ вѣсомъ 23; восьмой послѣ натрія — калий, имѣющій атомный вѣсъ 39; потомъ послѣ 15 другихъ элементовъ слѣдуетъ рубидій, атомный вѣсъ котораго 85, и, наконецъ, еще разъ 15-й элементъ — цезій съ атомнымъ вѣсомъ 133. Элементы эти образуютъ рядъ, всѣ члены котораго представляютъ собою бѣлые, мягкіе металлы; послѣдніе всѣ очень легко окисляются, и вода дѣйствуетъ на нихъ столь энергично, что они загораются. Схема эта была затѣмъ разработана Лотаромъ Майеромъ (Lothar Meyer) и Менделѣевымъ; законъ правильнаго распределенія былъ названъ Ньюландсомъ закономъ октавъ, Менделѣевъ же назвалъ его періодическимъ закономъ.

Слѣдовало, конечно, ожидать, что новооткрытые тогда элементы—аргонъ и гелій—тоже найдутъ себѣ мѣсто въ такомъ ряду. Свойства обоихъ элементовъ были очень сходны; оба были индифферентны по отношенію къ химическимъ дѣйствіямъ, оба обладали очень характерными спектрами и были одноатомны. Какимъ же образомъ возможно было помѣстить ихъ въ періодическую систему? До гелія съ его малымъ атомнымъ вѣсомъ находился только водородъ; и атомный вѣсъ аргона, равный круглымъ числомъ 40, выше атомнаго вѣса калия (39) и почти точно совпадаетъ съ атомнымъ вѣсомъ кальція. Согласно же періодической системѣ, атомный вѣсъ аргона долженъ былъ быть равенъ 38.

Законъ Авогадро (Avogadro), не имѣющій исключеній, гласитъ, что въ одинаковыхъ объемахъ газовъ, при одинаковомъ давленіи и температурѣ, заключается одинаковое число молекулъ. Было, такимъ образомъ, возможно допущеніе, что наблюдаемая слишкомъ большая плотность аргона обусловливается тѣмъ, что вмѣстѣ съ одноатомными молекулами имѣется и некоторое число и молекулъ двухатомныхъ. Плотность газа вслѣдствіе этого увеличилась бы, такъ какъ вполне понятно, что, если бы всѣ молекулы удвоились, то тотъ же объемъ содержалъ бы двойное коли-



чество по вѣсу газа. Такіе комплексы разлагаются обыкновенно теплотой, но плотность аргона, по нашимъ опытамъ, повидимому, не измѣнялась съ температурой. Было возможно также предположеніе, что бѣльшая плотность могла быть обусловлена присутствіемъ болѣе тяжелаго газа; предположеніе это также было провѣрено помощью диффузіи, но опредѣленнаго результата мы не получили.

Атомные вѣса элементовъ, сосѣднихъ съ аргонъ, суть приблизительно слѣдующіе :

<i>He</i> = 4	<i>Li</i> = 7	<i>Be</i> = 9
<i>O</i> = 16	<i>F</i> = 19	( <i>Ne</i> = 20)
<i>Na</i> = 23	<i>Mg</i> = 24	
<i>S</i> = 32	<i>Kl</i> = 35.5	<i>A</i> = 40
<i>K</i> = 39	<i>Ca</i> = 40	
<i>Se</i> = 79	<i>Br</i> = 80	( <i>Kr</i> = 82)
<i>Rb</i> = 85	<i>Sr</i> = 87	
<i>Te</i> = 128	<i>I</i> = 127	( <i>Xe</i> = 128)
<i>Cs</i> = 133	<i>Ba</i> = 137	

Въ таблицѣ теперь ясно видны три пробѣла: первый—между геліемъ и аргонъ и еще два—послѣ аргона. Осенью 1897 г. я долженъ былъ, въ качествѣ президента химическаго отдѣла „Британской Ассоціаціи“, на собраніи послѣдней въ Торонто, въ Канадѣ, сдѣлать докладъ; предметомъ послѣдняго я избралъ: „Еще неоткрытый газъ“. По образцу нашего учителя Менделѣева, я описалъ, поскольку возможно было, ожидаемыя свойства и предполагаемыя отношенія газообразнаго элемента, который долженъ былъ бы запол-

нить пробѣлъ между геліемъ и аргономъ. Я могъ бы предсказать также еще два другихъ элемента, но предполагалъ, что нужно быть очень осторожнымъ при предсказаніяхъ. Но въ то время ни я, ни ассистентъ мой Траверсъ не имѣли еще ни малѣйшаго понятія, гдѣ слѣдовало бы искать эти элементы; мы изслѣдовали 20 минеральныхъ водъ, 150 минераловъ и 7 метеоритовъ, не найдя въ полученныхъ изъ нихъ газахъ ни малѣйшаго слѣда еще неизвѣстныхъ спектральныхъ линій. Мы даже предположили, что, быть можетъ, газы, подлежащіе открытію, отличаются отъ аргона и гелія способностью соединяться съ магніемъ; мы приготовили поэтому амміакъ изъ нитрида магнія; но всѣ попытки найти въ немъ что-нибудь новое были безуспѣшны.

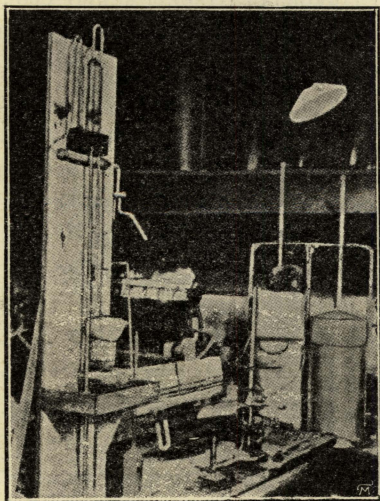
Каждому, несомнѣнно, не разъ приходилось усердно искать то, что лежитъ у него передъ глазами. Часто ищешь очки, которые только-что надвинулъ на лобъ. Такъ было и въ нашемъ случаѣ. Такіе индифферентные газы должны были существовать въ воздухѣ, если только вообще ихъ существованіе возможно; поэтому мы приготовили почти 15 литровъ аргона, удаливъ кислородъ изъ воздуха накаленною мѣдью, а азотъ — магніевыми опилками. Осталось относительно большое количество аргона. Тѣмъ временемъ



д-ръ Гампсонъ (Hampson) и д-ръ Линде (Linde) опубликовали одновременно свои способы сжиженія воздуха; англійскій и германскій патенты были взяты въ теченіе того же мѣсяца. Рѣдко случается, что два совершенно независимыхъ другъ отъ друга открытія совершаются въ такой мѣрѣ одновременно, какъ это произошло въ настоящемъ случаѣ. Я былъ съ Гампсономъ въ хорошихъ отношеніяхъ, и, какъ только ему удалось получить жидкій воздухъ въ болѣе или менѣе значительномъ количествѣ, онъ мнѣ прислалъ его около  $100\text{ см}^3$ .

Если хочешь воспользоваться новымъ веществомъ, то нужно знать его проявленія. Мы созвали нашихъ студентовъ и показали имъ замѣчательныя свойства жидкаго воздуха: какъ каучуковая трубка въ немъ затвердѣваетъ, какъ ртуть превращается въ твердое тѣло, какъ богатый кислородомъ газъ воспламеняетъ тлѣющую лучину и т. д. Послѣ ряда такихъ опытовъ у насъ осталось еще около  $70\text{ см}^3$  жидкости; она спокойно кипѣла въ трубкѣ. Мы отправились ѣсть; когда мы возвратились, то немного жидкости все еще у насъ оставалось. Я предложилъ тогда перевести этотъ остатокъ въ газометръ; мы получили при этомъ пару литровъ газа; по освобожденіи кислорода и азота, этотъ газъ далъ спектръ, въ

которомъ видны были двѣ очень свѣтлыя, незна-



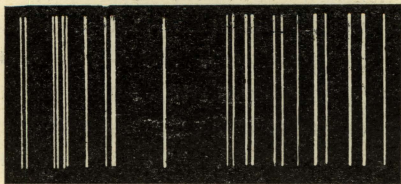
Фиг. 10.  
Приборъ для приготовления аргона въ  
большомъ количествѣ.

Съ лѣвой стороны виденъ ртутный насосъ. Сзади находится желѣзная трубка, содержащая мѣдь и нагреваемая въ газовой печи; видно также пламя газа. Спереди стоятъ резервуары для газовъ, содержащіе нечистый аргонъ. Съ правой стороны ртутнаго насоса видна печь для сожженія, въ которой находится стеклянная трубка съ магниевыми опилками. Сырой аргонъ очищается, проходя черезъ эту трубку, и попадаетъ затѣмъ во второй резервуаръ.

комья еще намъ линіи, одна въ желтой части



спектра, другая въ зеленой части. Кромѣ того, плотность этого газа была равна 22,5; т. е. она была слишкомъ велика въ сравненіи съ плотностью аргона (20), и было очевидно, что мы имѣли въ рукахъ еще болѣе тяжелый газъ. Полагаясь на новый спектръ, мы опубликовали объ открытіи криптона. Два дня спустя д-ръ Гампсонъ опять прислалъ намъ еще запасъ жидкаго воздуха; это дало намъ возможность пере-



Красный. Фиг. 11. Фиолетовый.

#### СПЕКТРЪ КРИПТОНА.

вести аргонъ въ жидкое состояніе; онъ представлялъ собою прозрачную, какъ вода, подвижную жидкость.

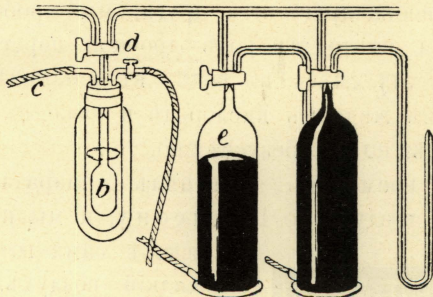
При перегонкѣ смѣси воды и алкоголя, какой ее получаютъ при броженіи, первыя порціи содержатъ почти чистый алкоголь; та жидкость, какъ, напримѣръ, алкоголь, которая кипитъ при болѣе низкой температурѣ, испаряется раньше;

затѣмъ слѣдуютъ смѣси алкоголя и воды, а въ концѣ получается чистая вода. Этотъ хорошо всѣмъ извѣстный способъ указалъ намъ путь для открытія нашего болѣе легкаго газа; та порція, которая раньше испаряется, должна была содержать этотъ газъ. Первые газовые пузырьки мы собрали поэтому отдѣльно, и мы не обманулись въ своихъ ожиданіяхъ. Спектръ получился блестящій и, очевидно, новый; трубка свѣтилась ярко-краснымъ свѣтомъ, происходившимъ отъ большого числа красныхъ линій. Когда мы въ первый разъ разсматривали этотъ спектръ, при этомъ находился и мой двѣнадцатилѣтній сынъ. „Отецъ“, сказалъ онъ, „какъ называется этотъ красивый газъ?“ „Это еще не рѣшено“, отвѣтилъ я. „Что, онъ новый?“ полюбопытствовалъ онъ. „Новоткрытый“, возразилъ я. „Почему бы въ такомъ случаѣ не назвать его повим, отецъ?“ „Это не идетъ, потому что повим не греческое слово“, отвѣтилъ я: „мы назовемъ его не оно мъ; это по-гречески значитъ новый“. Вотъ такимъ-то образомъ газъ получилъ свое названіе.

По значенію найденной нами плотности болѣе легкой части воздуха, послѣдняя не находила себѣ подходящаго мѣста въ періодической системѣ. Какъ видно изъ таблицы, она должна была имѣть атомный вѣсъ 20, что соотвѣтствовало бы



плотности 10, но найденная плотность всегда оказывалась ниже. Вскорѣ мы открыли въ ней



Фиг. 12.

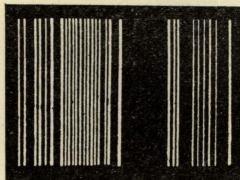
АППАРАТЪ ДЛЯ СЖИЖЕНІЯ 15 ЛИТРОВЪ  
АРГОНА.

Водяной газометръ, изображенный на фиг. 10, соединялся съ трубкой *a*; черезъ каучуковую трубку жидкій воздухъ переводился въ вакуумъ; трубка *c* соединена съ воздушнымъ насосомъ системы Илеуса (Peuss), и жидкій воздухъ, находящійся въ соприкосновеніи съ шарикомъ *b*, кипитъ подѣ уменьшеннымъ давленіемъ; аргонъ сжижается въ сосудѣ *b*. Когда весь аргонъ перешелъ въ жидкое состояніе, кранъ *d* поворачиваютъ такъ, что первыя порціи кипящаго аргона собираются въ сосудѣ *e*. Этотъ пріемъ продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока отъ аргона не отдѣлятся неонъ и сопровождающій его гелій.

присутствіе спектральныхъ линій гелія, что сейчасъ же и объяснило эту слишкомъ малую

плотность. Теперь же на первый планъ выступилъ вопросъ объ отдѣленіи этихъ двухъ газовъ гелія и неона другъ отъ друга; мы пробовали произвести нѣчто въ родѣ дробной перегонки, растворяя эту смѣсь въ водѣ, въ алкогольѣ, въ бензолѣ, въ жидкомъ кислородѣ и даже въ жидкомъ азотѣ, но все безуспѣшно.

Тѣмъ временемъ я купилъ аппаратъ для сжиженія воздуха по Гампсону, и мы начали



Красный. Фиг. 13. Фиолетовый.

Спектръ неона.

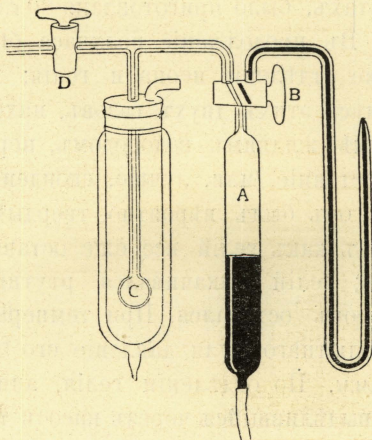
вскорѣ сами готовить жидкій воздухъ. Для отдѣленія неона и аргона мы употребили почти 30 литровъ жидкаго воздуха; остатки всѣ тщательно сохранялись. Потомъ Траверсъ и мой меха-

никъ Гольдингъ (Holding) стали придумывать аппаратъ для сжиженія водорода.

Хотя Ольшевскій и получилъ водородъ въ жидкомъ состояніи, но онъ наблюдалъ его только въ видѣ сильно кипѣвшей жидкости, въ толсто-стѣнной стеклянной трубкѣ. И Дьюаръ (Dewar) превратилъ водородъ въ жидкое состояніе, но способъ свой онъ тщательно скрывалъ, и мы знали, что никто не имѣлъ права вступить въ



святиню „Royal Institution“, гдѣ Дьюаръ былъ самодержцемъ.



Фиг. 14.

АППАРАТЪ ДЛЯ ОТДѢЛЕНІЯ АРГОНА,  
КРИПТОНА И КСЕНОНА.

Аппаратъ этотъ въ общихъ чертахъ одинаковъ съ изображеннымъ на фиг. 12. Такъ какъ аргонъ уже большею частью отдѣленъ отъ криптона и ксенона, то достаточно имѣть малый аппаратъ. Смѣсь газовъ изъ сосуда *A* выпускается въ трубку *C*, и здѣсь конденсируются криптонъ и ксенонъ. Аргонъ сперва выкачивается черезъ кранъ *D*, потомъ слѣдуетъ криптонъ и, наконецъ, по удаленіи жидкаго воздуха, ксенонъ.

По истеченіи приблизительно двухъ мѣсяцевъ Траверсъ и Гольдингъ построили собствен-

ными руками машину, по образцу аппарата Гампсона, помощью которой, уже при первых опытахъ, было приготовлено 80 см<sup>3</sup> жидкаго водорода. Въ продолженіе получаса было закончено также отдѣленіе неона и гелія; при охлажденіи смѣси этихъ двухъ газовъ, находившихся въ колбочкѣ, жидкимъ водородомъ, перешелъ въ жидкое состояніе (или, лучше, сконденсировался, такъ какъ онъ былъ, вѣроятно, твердымъ) неонъ, между тѣмъ какъ гелій все еще оставался газообразнымъ; гелій выкачивался ртутнымъ насосомъ, а неонъ оставался. При температурѣ 20.5 выше абсолютнаго нуля давленіе его пара было равно 18 мм. По отдѣленіи гелія, аппаратъ нагрѣли, и выдѣлившійся черезъ насосъ неонъ оказался чистымъ. Теперь уже его плотность равнялась 10, соотвѣтственно атомному вѣсу 20; это, дѣйствительно, былъ, слѣдовательно, предсказанный мною еще „неоткрытый элементъ“.

Остатки жидкаго воздуха были подвергнуты дальнѣйшему изслѣдованію. Послѣ длиннаго ряда фракціоновокъ, мы выдѣлили криптонъ, и, такъ какъ давленіе его при температурѣ кипящаго воздуха было только 12 мм, то представлялось возможнымъ отдѣлить аргонъ насосомъ, не теряя при этомъ слишкомъ много криптона. Мы все-таки продолжали выкачиваніе, чтобы удалить изъ



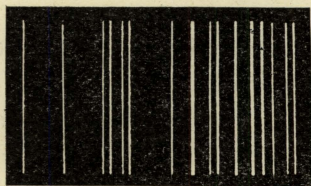
колбочки и криптонъ. Мы замѣтили при этомъ, что, когда колбочка нагрѣлась, оставалось выкачать еще нѣсколько газовыхъ пузырьковъ; это маленькое количество газа было собрано отдѣльно, и по своему спектру газъ этотъ оказался новымъ; мы назвали его ксенономъ (чуждымъ). Опыты эти были произведены въ 1898 г., но ими работа наша только началась; понадобилось еще два года, чтобы изучить свойства этихъ газовъ. Осенью 1900 г. мы опубликовали въ „Philosophical Transactions“ полное описаніе аргона и его спутниковъ. Слѣдующая таблица даетъ нѣкоторыя свойства этихъ газовъ.

	Гелій	Неонъ	Аргонъ	Криптонъ	Ксенонъ
Плотность газа . . . . .	1.98	9.96	19.96	40.78	64.0
Атомный вѣсъ газа . . . . .	3.96	19.92	39.92	81.56	128.0
Удѣльный вѣсъ жидкости . . 0.3(?)	1.0(?)	1.212	2.155	3.52	
Точка кипѣнія жидкости . . ?	?	—186.1°	—151.7°	—169.1°	
Точка плавленія элемента . . ?	?	—187.9°	—169.0°	—140.0°	
Критическая температура . . ?	?	—117.4°	—62.5°	+ 14.75°	
Критическое давленіе . . . . ?	?	40.2 <sub>м</sub>	41.24 <sub>м</sub>	42.5 <sub>м</sub>	
Преломленіе газа (воздухъ=1)	0.124	0.235	0.968	1.450	2.368

Мы часто имѣли случай наблюдать, что всѣ тѣ минералы, которые при нагрѣваніи выделяютъ гелій, содержатъ также уранъ. Возникало, слѣдовательно, предположеніе, что уранъ, именно, и есть тотъ элементъ, съ которымъ телій находится

въ минералахъ въ соединеніи. Мы произвели много опытовъ, чтобы установить, существуетъ ли опредѣленное соотношеніе между вѣсовымъ количествомъ урана и содержаніемъ гелія, но безуспѣшно. Мы часто пытались также соединить гелій съ ураномъ, но также безуспѣшно.

Г-жа Кюри (Curie), открывшая радій, замѣтила, что различные предметы, находившіеся вблизи ея препаратовъ радія, обладали „наведен-



Красный. Фиг. 15. Фиолетовый.  
СПЕКТРЪ КСѢНОНА.

ной активностью“. Вскорѣ послѣ этого д-ръ Шмидтъ (Schmidt) нашелъ, что аналогичный элементъ торій выдѣлялъ родъ газа, который также былъ радиоактивенъ. Рѣтгерфордъ и Содди (Soddy) въ Монреалѣ изслѣдовали этотъ газъ, а также аналогичный ему газъ, полученный изъ радія; они показали, что газы эти отличаются своей химической индифферентностью, и



что они конденсируются при температурѣ кипящаго воздуха. Индифферентность эта, по отношенію къ химическимъ воздѣйствіямъ, напоминаетъ инертность газовъ группы аргона.

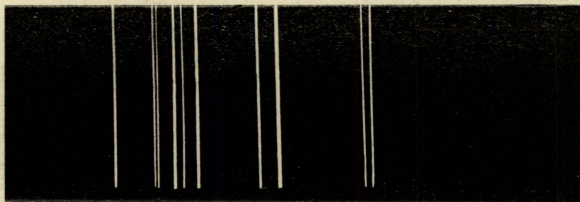
Хорошо извѣстно также, какъ супруги Кюри изслѣдовали различные, испускаемые радіемъ, лучи. Между ними нужно различать  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ -лучи. Рётгерфордъ и другіе произвели приближительное измѣреніе относительной массы частицъ, образующихъ  $\alpha$  и  $\beta$ -лучи, и въ результатѣ получили, что частички  $\alpha$ -лучей имѣютъ, приблизительно, ту же величину, что и молекулы водорода.

Рётгерфордъ и Содди предположили даже, что  $\alpha$ -лучи, быть можетъ, состоятъ изъ атомовъ гелія.

По счастливой случайности, въ мою лабораторію въ ту пору прибылъ поработать у меня Содди. Мы сейчасъ же занялись изученіемъ свойствъ эманціи радія. Работу съ новооткрытымъ газомъ начинаютъ изученіемъ его спектра, и въ 1902 г. мы произвели многочисленные опыты въ этомъ направленіи. Но количество эманціи было все еще слишкомъ мало. Даже съ количествомъ эманціи, полученнымъ отъ 50 мг бромистаго радія, намъ не удалось получить видимаго спектра. Только позже, послѣ отъѣзда Содди,

намъ съ Колли счастье улыбнулось: работая съ бѣльшимъ количествомъ эманации, мы отмѣтили нѣсколько линій и измѣрили длины ихъ волнъ.

При этихъ опытахъ мы съ Содди сдѣлали замѣчательное открытіе: мы нашли, что черезъ нѣкоторое время Гитторфова трубка, наполненная эманацией, давала спектръ гелія. Это было нѣчто удивительное. Еще столѣтіе тому назадъ



Красный,

Фиг. 16.

Фиолетовый.

Эманация радія.

вѣрили во взаимное превращеніе металловъ; алхимики напрягли всѣ свои усилія на превращеніе неблагородныхъ металловъ въ золото. Въ настоящее время эту вѣру, или лучше, это суевѣріе оставили. Еще въ началѣ прошлаго столѣтія были болѣе склонны допускать возможность такого превращенія.

Въ 1811 году Гёмффри Дэви (Humphry Davy) писалъ: „Обязанность химика—быть смѣ-



лымъ при изслѣдованіяхъ; онъ не долженъ забывать, какъ часто наука противорѣчитъ опыту. Вопросъ о разложеніи металловъ есть великая проблема истинной натурфилософіи“. Въ 1815 г. Фарадэй высказался подобнымъ же образомъ: „Разложить металлы, опять соединить ихъ и осуществить нелѣпое нѣкогда понятіе о превращеніи,—это проблемы, которыя въ настоящее время долженъ разрѣшить химикъ“.

Нынѣ же Рѣтгерфордъ высказалъ идею, что радій разлагается на другія вещества; но всѣ эти тѣла, названныя „эманацией“, радіемъ *A, B, C* и т. д., были по своимъ свойствамъ неизвѣстны. Радій же — самъ элементъ, одаренный опредѣленными свойствами; онъ образуетъ соли, сходныя съ солями барія, обладаетъ характернымъ спектромъ съ ясно выраженными красными линиями, его атомный вѣсъ, многократно опредѣленный, равенъ 226; короче говоря, радій долженъ быть названъ элементомъ. Самопроизвольное превращеніе его въ эманацию и въ радій *A, B*, и т. д., хотя и замѣчательно, но не производитъ впечатлѣнія трансмутации, потому что количество этихъ продуктовъ столь мало, что присутствіе ихъ можетъ быть опредѣлено лишь по ихъ электрическимъ дѣйствіямъ. Открытіе гелія, какъ продукта превращенія радія, пролило внезапно новый свѣтъ

на это дѣло и увеличило вѣроятность гипотезы Рётгерфорда, что промежуточные продукты превращенія радія должны быть рассматриваемы, какъ нестойкіе элементы. Но этимъ не все еще сказано. При изслѣдованіи эманациі я замѣтилъ, что она въ состояніи разлагать воду на кислородъ и водородъ. Хотя Гизель (Gisel) и раньше наблюдалъ, что газы, выделяющіеся изъ раствора радіевыхъ солей, состоятъ изъ смѣси водорода и кислорода, но фактъ тотъ, что эманациа, которая выделяется изъ радія, есть настоящая причина этого разложенія воды.

Намѣреваясь изучить этотъ родъ электролиза, я подвергнулъ растворъ мѣднаго купороса дѣйствию эманациі. Мѣдь была выбрана просто потому, что она при электролизѣ легко осаждается. Я былъ пораженъ, найдя, что выделялась не чистая металлическая мѣдь, и еще болѣе удивился, когда я нашелъ, что, по удаленіи мѣди, весьма малый остатокъ давалъ спектръ литія. Была видна также и желтая натріевая линія, но въ этомъ не было ничего удивительнаго, такъ какъ опыты производились въ сосудахъ, содержащихъ натрій. Впервые это было замѣчено мною лѣтомъ 1906 г. Естественно, нужно было повторить опыты съ тщательно очищенными матеріалами, на что потребовался еще годъ; осенью 1907 года я уже



нашелъ возможнымъ опубликовать результаты четырехкратно повторенныхъ мною опытовъ.

При этихъ опытахъ былъ изслѣдованъ также газъ, выдѣлявшійся изъ мѣдныхъ растворовъ. Тутъ мы опять замѣтили нѣчто поразительное. Вмѣсто наблюдавшейся раньше желтой линіи гелія, образовавшагося изъ эманации, былъ виденъ лишь спектръ аргона. Не лишено возможности и то, что аргонъ могъ случайно проникнуть въ аппаратъ изъ воздуха; но эта гипотеза не объясняетъ еще отсутствія гелія. Я нашелъ также, совмѣстно съ моимъ ученикомъ Камерономъ (Cameron), что изъ воднаго раствора эманации выдѣляется вмѣстѣ съ гремучимъ газомъ неонъ, а не гелій. Наблюденіе это подтверждено теперь спектрографически. Производятся еще и другіе опыты, но еще рано высказаться относительно полученныхъ при этомъ результатовъ.

Но намъ кажется весьма вѣроятнымъ, что эманацию, стойкую по отношенію ко всѣмъ химическимъ реактивамъ, можно причислить къ ряду благородныхъ (недѣятельныхъ) газовъ. Если утвержденіе это справедливо, то эманация должна имѣть высокій атомный вѣсъ, потому что въ этомъ ряду свободны только два мѣста: одно — для элемента съ атомнымъ вѣсомъ  $128 + 45 = 173$ , и другое мѣсто — для элемента съ атомнымъ вѣсомъ

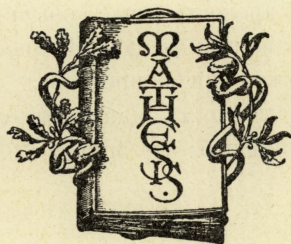
$128 + 90 = 218$ . Съ другой стороны, есть основаніе предположить, что, если одинъ элементъ при какихъ-либо обстоятельствахъ приобрѣтаетъ способность разлагаться, то продуктами этого распада будутъ элементы той же самой группы; и такъ какъ гелій, неонъ,—и возможно, что и аргонъ,—принадлежатъ къ газообразнымъ продуктамъ распада эманации въ зависимости отъ того, происходитъ ли разложеніе безъ внѣшняго вліянія, или отъ дѣйствія воды или растворомъ мѣднаго купороса, и, далѣе, такъ какъ литій находится, повидимому, между продуктами воздѣйствія эманации на растворъ мѣднаго купороса, то кажется, что не исключено и то, что въ первомъ случаѣ только одна часть эманации даетъ такіе продукты, какъ гелій и неонъ; между тѣмъ какъ гораздо бѣльшая часть, почти 92% общаго количества, служитъ источникомъ энергіи; вѣдь эманация — источникъ необычайной энергіи. Одинъ куб. сантиметръ ея, если только мы могли бы столько собрать, выдѣлилъ, при разложеніи, болѣе теплоты, чѣмъ почти три милліона куб. сантиметровъ, т. е. три куб. метра взрывающаго гремучаго газа. Въ самомъ дѣлѣ, благодаря доброжелательному содѣйствію Австрійской Академіи Наукъ, я имѣю теперь столько бромистаго радія, что каждые четыре дня я получаю, приблизительно,



$1\frac{1}{2}$  мм<sup>3</sup> эманации, слѣдовательно, эквивалентъ энергіи, содержащейся въ четырехъ литрахъ гремучаго газа. Ея химическое дѣйствіе необычайно велико: угольная кислота распадается на углеродъ и кислородъ, амміакъ — на азотъ и водородъ, хлористый водородъ — на хлоръ и водородъ; синтетическое дѣйствіе эманации также не мало: такъ, дѣйствіемъ ея вновь соединяются выдѣленные изъ амміака азотъ и водородъ — въ амміакъ. Говоря короче, въ эманации мы имѣемъ химическое оружіе, превосходящее обычные реактивы настолько же, насколько современное ружье превосходитъ лукъ нашихъ предковъ.

Да будетъ же намъ дана возможность покорить съ ея помощью еще многія области.





<http://mathesis.ru>



## Вышли въ свѣтъ слѣдующія изданія:

1 и 2. **Абрагамъ**, проф. СБОРНИКЪ ЭЛЕМЕНТАРНЫХЪ ОПЫТОВЪ ПО ФИЗИКѢ, составл. при участ. мног. проф. и преподав. физики. Пер. съ фр. подъ ред. прив.-доц. *Б. П. Вейнберга*.

**Часть I:** Работы въ мастерской. Различные рецепты—Геометрія. Механика—Гидростатика. Гидродинамика. Капиллярность. Теплота. Числ. таблица—XVI+272 стр. Со мног. (свыше 300) рис. Ц. 1 р. 50 к. \*)

**Часть II:** Звукъ—Свѣтъ—Электричество—Магнетизмъ. LXXV+434 стр. со мног. (свыше 400) рис. Ц. 2 р. 75 к.

---

3. **С. Арреніусъ**, проф. ФИЗИКА НЕБА. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. VIII+250 стр. Съ 68 рис. и 1 черн. и 1 цвѣтн. табл. Ц. 2 р. \*)

---

УСПѢХИ ФИЗИКИ. Сбourn. статей о важн. откр. послѣдн. лѣтъ въ общедоступн. изд., подъ ред. „Вѣстн. Оп. Физ. и Элемент. Матем.“. IV+144 стр. Съ 41 рис. и 2 табл. Изд. 2-е. Ц. 75 к. \*)

---

5 **Ф. Ауэрбахъ**, проф. ЦАРИЦА МИРА И ЕЯ ТѢНЬ. Общедоступн. изд. и основн. ученія объ *энергіи и энтропiи*. Пер. съ нѣм. Съ предисл. *III. Э. Гильома*. VIII+56 стр. Изд. 3-е. Ц. 40 к. \*)

---

6. **С. Ньюкомъ**, проф. АСТРОНОМІЯ ДЛЯ ВСѢХЪ. Пер. съ англ. Съ предисл. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. XXIV+285 стр. Съ портр. автора, 64 рис. и 1 табл. Ц. 1 р. 50 к. \*)

---

7. **Г. Веберъ и I. Вельштейнъ**. ЭНЦИКЛОПЕДІЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ. **Томъ I**. ЭНЦИКЛОПЕДІЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ АЛГЕБРЫ, обработ. проф. *Веберомъ*.

---

\*) Учен. Ком. М. Н. П. допущено въ учен., старш. возр., библ. средн. учебн. заведеній, а равно и въ безпл. нар. библ. и читальни.

Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *В. Ф. Кагана*. Книга I. ОСНОВАНІЯ АРИѦМЕТИКИ. Книга II. АЛГЕБРА. Книга III. АНАЛИЗЪ. 650 стр. Ц. 3 р. 50 к. \*\*)

---

8. **Дж. Перри**, проф. ВРАЩАЮЩІЙСЯ ВОЛЧЕКЪ. Публ. лекція. Пер. съ англ. VII+96 стр. 63 рис. Изд. 2-е. Ц. 60 к. \*\*)

---

9. **Р. Дедекиндъ**, проф. НЕПРЕРЫВНОСТЬ И ИРРАЦИОНАЛЬНЫЯ ЧИСЛА. Пер. прив.-доц. *С. Шатуновскаго*, съ прил. его статьи: ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СУЩЕСТВОВАНІЯ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХЪ ЧИСЕЛЪ. 40 стр. Ц. 40 к.).

---

10. **К. Шейдъ**, проф. ПРОСТЫЕ ХИМИЧЕСКІЕ ОПЫТЫ ДЛЯ ЮНОШЕСТВА. Пер. съ нѣм., п. ред. лаб. Новорос. унив. *Е. С. Ельчанинова*. 192 стр. Съ 79 рис. Ц. 1 р. 20 к.

---

11. **Э. Вихертъ**, проф. ВВЕДЕНІЕ ВЪ ГЕОДЕЗИЮ. Лекціи для преподав. средн. учебн. заведеній. Пер. съ нѣм. 80 стр. Съ 41 рис. Ц. 35 к.

---

12. **Б. Шмидъ**. ФИЛОСОФСКАЯ ХРИСТОМАТІЯ. Пособіе для средн. учебн. зав. и для самообраз. Пер. съ нѣм. п. ред. проф. *Н. Н. Ланге*. 170 стр. Ц. 1 р.).

---

13. **С. Тромгольтъ**. ИГРЫ СО СПИЧКАМИ. Задачи и развлеченія. Пер. съ нѣм. 146 стр. Со мн. рис. Ц. 50 к.

---

14. **А. Риги**, проф. СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРІЯ ФИЗИЧЕСКИХЪ ЯВЛЕНІЙ. (Радиоактивность, іоны, электроны). Пер. съ 3-го (1907) итал. изд. XII+156 стр. 21 рис. Ц. 1 р.

---

15. **В. Ветгэмъ**, проф. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТІЕ ФИЗИКИ. Пер. съ англ. п. ред. прив.-доц. *Б. П. Вейнберга* и *А. Р. Орбинскаго*. Съ прилож. рѣчи перваго министра Англіи *A. J. Balfour*: НѢСКОЛЬКО МЫСЛЕЙ О НОВОЙ ТЕОРІИ ВЕЩЕСТВА. VIII+319 стр. Съ портр., 6 отд. табл. и 33 рис. Ц. 2 р.

---

16. **П. Лакуръ** и **Я. Аппель**. ИСТОРИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. Пер. съ нѣм. подъ ред. „Вѣстн. Оп. Физ. и Элем. Матем.“. Въ двухъ томахъ 880 стр. съ 799 рис. и 6 отд. табл. Ц. 7 р. 50 к.

---

17. **А. В. Клоссовскій**, проф. ФИЗИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ. Изд. 2-е, испр. и доп. 45 стр. Ц. 40 к.

---

\*\*) Учен. Ком. *М. Н. П.* признана заслуживающей вниманія при пополн. учен. библ. средн. учебн. заведеній.



18. **С. А. Аррениусъ**. ОБРАЗОВАНИЕ МИРОВЪ. Перев. съ нѣм. подъ ред. проф. Имп. Юрьев. Унив. *К. Д. Покровскаго*. VIII+200 стр. съ 60 рис. Ц. 1 р. 75 к.

19. **Н. Г. Ушинскій**, проф. ЛЕКЦИИ ПО БАКТЕРИОЛОГИИ. VIII+136 стр. Съ 34 рис. на 15 отд. табл. Ц. 1 р. 50 к.

20. **В. Ф. Каганъ**, прив.-доц. ЗАДАЧА ОБОСНОВАНІЯ ГЕОМЕТРИИ. 35 стр. съ 11 рис. Ц. 35 к.

21. **О. Леманъ**, проф. ЖИДКІЕ КРИСТАЛЛЫ и ТЕОРИИ ЖИЗНИ. Пер. съ нѣм. 48 стр. съ 30 рис. Ц. 40 к.

22. **Г. Гейбергъ**, проф. НОВОЕ СОЧИНЕНИЕ АРХИМЕДА. Пер. съ нѣм. 44 стр. Ц. 40 к.

23. **А. Риги**, проф. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИРОДА МАТЕРІИ. Пер. съ ит. 28 стр. Ц. 30 к.

24. **Г. Ковалевскій**, проф. ВВЕДЕНИЕ ВЪ ИСЧИСЛЕНИЕ БЕЗКОНЕЧНО МАЛЫХЪ. Ц. 1 руб.

25. **В. Вейнбергъ**, прив.-доц. СНѢГЪ, ИНЕЙ, ГРАДЪ, ЛЕДЪ, и ЛЕДНИКИ. Ц. 1 руб.

26. **Томсонъ Сильванусъ**. ДОБЫВАНІЕ СВѢТА. Общедоступная лекція. VIII+88 стр. съ 28 рис. Ц. 50 к.

27. **А. Слаби**, проф. РЕЗОНАНСЪ и ЗАТУХАНІЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХЪ ВОЛНЪ. 42 стр. съ 36 рис. Ц. 40 к.

### Имѣются на складѣ:

**Д. Ефремовъ**. НОВАЯ ГЕОМЕТРИЯ ТРЕУГОЛЬНИКА. 334+XIII стр. Ц. 2 руб.

**Ф. Линдеманъ**. ФОРМА и СПЕКТРЪ АТОМОВЪ. Перев. съ нѣм. 24 стр. Ц. 20 коп.

**Ф. Мультонъ**, проф. ЭВОЛЮЦІЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ. 90 стр. съ 12 рис. Ц. 50 коп.

Подробный каталогъ изданій высылается по требованію бесплатно.

Выписывающіе изъ склада изданій „МАТЕЗИСЪ“ (Одесса, Новосельск., 66) на сумму 5 р. и болѣе за пересылку не платятъ.



Тип. Акц. Южно - Русского  
Общества Печатного Дѣла.  
Одесса, Пушкинская, №18.

<http://mathesis.ru>  
Цѣна 25 коп.