ИК А
4150

Ик. А.
Ик. А: 4150

Б. Т. Б. 1937 г.
1945

В. С. Титовъ.

РАДІОАКТИВНАЯ ЭМАНАЦІЯ

ВЪ ВОДАХЪ и ГАЗАХЪ ТЕРМЪ

ДЕРЕВНИ НОВАЯ БѢЛОКУРИХА

= 50к

НА АЛТАѢ.

13313

ТОМСКЪ.
Типо-литографія Сибирскаго Товарищества печатнаго дѣла, уг. Дворянской и Ямск. пер. с. д.
1913.

Коллекция
ТПУ

ОТДЕЛ
редкой
книги

В. С. Титовъ.

М. Т. Б. 1937 г.
1948 г.
1954

РАДІОАКТИВНАЯ ЭМАНАЦІЯ

ВЪ ВОДАХЪ и ГАЗАХЪ ТЕРМЪ

ДЕРЕВНИ НОВАЯ БѢЛОКУРИХА

НА АЛТАѢ.

ТОМСКЪ.
Типо-литографія Сибирскаго Товарищества печатнаго дѣла, уг. Дворянской и Ямск. пер. с. д.
1913.

Печатано по распоряженію Директора Томскаго Технологическаго Института
Императора Николая II.

Радіоактивная эманація въ водахъ и газахъ термъ деревни Новая Бѣлокуриха на Алтаѣ.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Стр.

Введеніе 1

Глава I. Затуханіе радіоактивной эманаціи, заключающейся въ водахъ и газахъ термъ деревни Новая Бѣлокуриха.

§ 1. Іонизація воздуха, производимая водой изъ колодца № 1, и измѣненія этой іонизаціи со временемъ 3

§ 2. Іонизація въ газѣ, собранномъ надъ колодцемъ № 2, и измѣненіе этой іонизаціи со временемъ 10

§ 3. Сравненіе константъ затуханія іонизацій въ воздухѣ, продутомъ черезъ воду изъ колодца № 1, и газѣ, собранномъ надъ колодцемъ № 2 15

§ 4. Сравненіе константъ затуханія іонизаціи въ воздухѣ, продутомъ черезъ воду изъ колодца № 1, съ таковыми же константами эманаціи радія 16

Глава II. Радіоактивная индукція, производимая изслѣдуемой эманаціей.

§ 1. „Нормальный" электроскопъ Schmidt'a и наблюдаемое имъ затуханіе радіоактивной индукціи эманаціи радія 20

§ 2. Изученіе наведенной активности изслѣдуемой эманаціи при помощи электроскопа Schmidt'a при малыхъ временахъ активированія 23

§ 3. Изученіе наведенной активности изслѣдуемой эманаціи при помощи колокола Elster'a—Geitel'я при большихъ временахъ активированія и независимо отъ градуировки шкалы электроскопа 31

Глава III. Измѣреніе количества эманаціи, заключающейся въ изслѣдуемыхъ газахъ и водахъ.

§ 1. Методы Mache и Schmidt'a для измѣренія количества эманаціи 35

§ 2. Измѣреніе величины x/K для газовъ по методу Mache и Duane'a—Schmidt'a 40

§ 3. Измѣреніе величины x/K для изслѣдуемой воды по методу Mache 47

§ 4. Измѣреніе величины x/K для воды изъ колодца № 1 по методу Schmidt'a 49

Заключеніе 52

Радіоактивная эманація въ водахъ и газахъ термъ деревни Новая Бѣлокуриха на Алтаѣ.

В. С. Титова.

Деревня Новая Бѣлокуриха находится у сѣверныхъ отроговъ Томскаго Алтая, въ 63 верстахъ отъ г. Бійска, подъ 54.$_9^0$ О. отъ Пулкова и 52,$_6^0$ N, на высотѣ 251 метровъ надъ моремъ, въ мѣстности, гдѣ степь рѣзко переходитъ въ горы,—у рѣчки того же названія, какъ и деревня.

Выше деревни рѣчка представляется быстрымъ потокомъ, текущимъ по узкой долинѣ, часто заваленной огромными валунами. Но у самой деревни рѣчка прорѣзываетъ послѣднюю грядку холмовъ и сейчасъ же теряетъ свой горный характеръ. Въ этомъ мѣстѣ на правомъ берегу имѣются два колодца съ деревянными срубами, въ которыхъ и скопляется теплая вода. Одинъ изъ колодцевъ находится подъ деревяннымъ навѣсомъ, а другой подъ открытымъ небомъ. Первый имѣетъ около 4 квадратныхъ аршинъ поперечнаго сѣченія и около 1 сажени глубины, такъ что дно его едва-ли не ниже дна протекающей рядомъ рѣчки;—а другой около 2½ квадратныхъ аршинъ въ сѣченіи и до ½ аршина глубиной. Дно этого второго колодца очень засорено, и отъ колодца иногда чувствуется слабый запахъ сѣро-водорода. Оба колодца тѣсно примыкаютъ къ небольшому деревянному зданію, гдѣ изготовляются пріѣзжимъ больнымъ ванны. Въ послѣдующемъ изложеніи бо̀льшій колодецъ мы будемъ называть колодцемъ № 1, а мѐньшій—колодцемъ № 2.

По самому берегу рѣчки (правому) внизъ отъ колодцевъ шаговъ на 50 всюду можно найти просачивающуюся черезъ слой глины и гравія теплую воду. Кромѣ того, выходы теплой воды можно установить въ нѣсколькихъ пунктахъ дна рѣчки противъ колодцевъ и ниже; въ этихъ пунктахъ вода на днѣ теплая, и замѣтно выдѣленіе пузырьковъ газа, какъ и со дна обоихъ колодцевъ.

Мнѣ неоднократно приходилось собирать эти поднимающіеся со дна колодцевъ газы, и я могу сообщить, что съ одного квадратнаго метра поверхности воды въ колодцѣ въ среднемъ въ 1 часъ можно собрать до 110 литровъ находящагося при атмосферномъ давленіи газа.

Тѣ порціи газовъ, какія я собиралъ, никогда не пахли сѣроводородомъ, и вообще не были пахучи. Они не оказывали замѣтнаго дѣйствія на металлы. Химическая природа этихъ газовъ совершенно никѣмъ не изслѣдована. Но все-таки можно думать, что газы эти, главнымъ образомъ, состоятъ изъ углекислоты.

Вода колодца № 1 по моимъ наблюденіямъ всегда имѣла температуру 31.6° С., а во второмъ колодцѣ температура колебалась отъ 31.4° С до 31.6° С. Вода изъ колодца № 1 пріятна на вкусъ, постоянно употребляется для питья и приготовленія пищи. Уже изъ этого можно заключить, какъ ничтожно должно быть количество растворенныхъ въ ней минеральныхъ веществъ. Объ этомъ проф. Леманъ („Научные очерки Томскаго края", Томскъ, 1898 г.) сообщаетъ слѣдующее: „Единственный болѣе или менѣе подробный анализъ, знакомящій насъ съ химическимъ составомъ Бѣлокурихинскихъ источниковъ, произведенъ еще въ 1869 г. По даннымъ этого анализа вода имѣетъ удѣльный вѣсъ 1.0012, слабо щелочную реакцію и содержитъ 0.033% плотныхъ солей". Принимая во вниманіе такое ничтожное содержаніе минеральныхъ солей, проф. Леманъ причисляетъ Бѣлокурихинскіе источники „къ совершенно индифферентнымъ термамъ".

Тѣмъ не менѣе Бѣлокурихинскія воды пользуются среди населенія Томской губерніи, въ особенности въ Барнаульскомъ и Бійскомъ уѣздахъ, репутаціей цѣлебныхъ водъ, и въ теченіе іюня и іюля на этихъ водахъ отпускается пріѣзжимъ больнымъ до 100 ваннъ въ сутки.

Я имѣлъ возможность изучать на содержаніе радіоактивныхъ эманацій воды и газы Бѣлокурихинскихъ термъ въ теченіе іюля 1907 года и съ 14 іюня по 13 іюля 1908 года. Въ организаціи первой моей поѣздки въ Бѣлокуриху мнѣ существенную помощь оказалъ проф. А. И. Ефимовъ. Выразить ему здѣсь свою глубокую благодарность я считаю своимъ долгомъ. Въ 1908 году Совѣтъ Томскаго Технологическаго Института удостоилъ меня командировки для изслѣдованія на радіоактивность нѣкоторыхъ алтайскихъ термъ и отпустилъ мнѣ для этой цѣли 300 рублей. Это дало мнѣ возможность кромѣ изслѣдованій въ д. Н. Бѣлокуриха произвести соотвѣтствующія наблюденія надъ водами и газами Рахмановскихъ источниковъ въ Арасанской долинѣ (описаніе результатовъ этихъ послѣднихъ наблюденій я откладываю до болѣе удобнаго времени). Я позволю себѣ принести здѣсь глубокую благодарность Совѣту Томскаго Технологическаго Института. Въ обѣ мои поѣздки въ д. Н. Бѣлокуриха мнѣ сопутствовалъ студентъ В. П. Марковъ. Онъ интересовался работой не менѣе, чѣмъ я самъ, и оказалъ мнѣ многочисленныя услуги по организаціи и веденію наблюденій и не только въ д. Н. Бѣлокуриха, но и въ Томскѣ. Считаю своимъ пріятнымъ долгомъ и здѣсь выразить В. П. Маркову мою глубокую благодарность.

Глава I.

Затуханіе радіоактивной эманаціи, заключающейся въ водахъ и газахъ термъ деревни Н. Бѣлокуриха.

§ 1. Іонизація воздуха, производимая водой изъ колодца № 1, и измѣненія этой іонизаціи со временемъ.

Желая знать, насколько воды Бѣлокурихинскихъ источниковъ способны дѣлать электропроводнымъ продуваемый черезъ нихъ воздухъ, я примѣнялъ предложенную впервые *Himstedt*'омъ (Ann. d. Physik. Bd. 12, 1903, p. 107 и Bd. 13, 1904, p. 573) методу циркуляціи черезъ испытуемую воду воздуха, заключеннаго внутри нѣкоторой замкнутой цѣпи. Я осуществлялъ эту методу близко къ тому, какъ она описана у *H. Mache* (Wiener Berichte, Bd. 113, 1904, p. 1329 и Bd. 114. 1905, Hefte III, IV, V) и весьма близко къ тому, какъ эта метода описана *проф. А. П. Соколовымъ* въ его статьѣ „Радіоактивность нѣкоторыхъ русскихъ минеральныхъ водъ, грязей и почвъ". (Журналъ Р. Ф. Х. Общества, часть физическая, томъ 37, 1905, стр. 101.). Моя замкнутая цѣпь состояла изъ извѣстнаго колокола Elster'a-Geitel'я съ электроскопомъ и разсѣятелемъ (отъ фирмы Günter-Tegeitmeyer'a; этотъ инструментарій описанъ Elster'омъ и Geitel'емъ въ Phys. Zeitschr., 1904, p. 321 и Zeitschrift f. Instrumentenkunde, 24, 1904, p. 193), каучуковаго насоса-груши, стеклянной бутыли емкостью 8.4 литра, дрекселевой стклянки съ бусами съ сѣрной кислотой, башенки съ хлористымъ кальціемъ, стеклянной трубки съ чистой ватой и, наконецъ, опять колоколъ. Емкость колокола 8.555 литра при высотѣ 35 сентиметровъ и діаметрѣ въ 17.5 сентиметровъ. Размѣры насоса-груши были таковы, что послѣ 120 ударовъ насоса весь воздухъ въ цѣпи могъ совершить одну циркуляцію. Въ дальнѣйшемъ мы будемъ называть токомъ разсѣянія величину

$$\frac{\Delta v \times \text{емкость электроскопа}}{\Delta t},$$

гдѣ Δv есть измѣненіе потенціала заряженнаго электроскопа въ теченіе времени Δt. Если циркуляція въ цѣпи была произведена въ отсутствіе испытуемой воды или газа, то наблюдаемый послѣ циркуляціи токъ разсѣянія мы будемъ называть токомъ натуральнаго разсѣянія и обозначать черезъ i_N. Если же циркуляція воздуха происходила черезъ испытуемую воду или газъ, то наблюдаемый послѣ циркуляціи токъ разсѣянія мы будемъ называть токомъ полнаго разсѣянія и обозначать черезъ i. Примемъ далѣе емкость нашего электроскопа, когда онъ стоитъ подъ колококомъ, отведеннымъ къ землѣ, за особую единицу емкости, а за 1 времени одинъ часъ. При этихъ условіяхъ токъ натуральнаго разсѣянія въ моихъ опытахъ въ Бѣлокурихѣ въ полѣ 1907 года

колебался въ предѣлахъ 3.9—3.4 $\frac{\text{вольтъ} \times \text{емкость}}{\text{часъ}}$, между тѣмъ какъ токъ полнаго разсѣянія во много разъ превосходилъ эти предѣлы. Вотъ, напримѣръ, наблюденіе 4-го іюля.

Въ $2^h 40^m p$ начата циркуляція воздуха въ цѣпи черезъ 6.09 литра воды, только что взятой изъ колодца № 1. (Мѣсто наблюденія находилось въ 100 шагахъ отъ колодца). Циркуляція продолжалась 23 минуты, послѣ чего колоколъ былъ изолированъ отъ остальной цѣпи, и начато было наблюденіе тока полнаго разсѣянія. При помощи секундомѣра наблюдалось время паденія праваго листочка электроскопа отъ 16 до 9-го дѣленія шкалы, что́ приблизительно соотвѣтствуетъ паденію потенціала на 62.2 вольта.

Нижеслѣдующая таблица I представляетъ нѣсколько данныхъ этого наблюденія тока полнаго разсѣянія. Изъ этой таблицы видно, что черезъ $25^{\text{min.}}$ отъ начала циркуляціи токъ полнаго разсѣянія превышаетъ токъ натуральнаго разсѣянія въ 883 раза; что величина i возрастаетъ, достигая приблизительно черезъ $2\frac{1}{2}$ часа отъ начала циркуляціи maximum'а, чтобы затѣмъ медленно падать. Отношеніе i/i_N въ maximum'ѣ равно 1237. Максимальное увеличеніе i составляетъ 40% того значенія i, которое имѣло мѣсто тотчасъ послѣ окончанія циркуляціи.

Таблица I.

Моментъ наблюденія.	Время отъ начала циркуляціи.	Время паденія отъ 16 до 9 дѣленій.	$i = \frac{62.2 \text{ вольтъ} \times \text{емкость}}{t \text{ часъ}}$.
VII. 4. $3^h05^m p$	25^m	$65.^s0$	3445
3^h15^m	35^m	$59.^s0$	3795
3^h21^m	41^m	$56.^s5$	3961
3^h31^m	51^m	55. 8	4013
3^h43^m	1^h03^m	53. 5	4185
3^h56^m	1^h16^m	$51.^s5$	4348
4^h31^m	1^h51^m	$48.^s3$	4636
5^h02^m	2^h22^m	$46.^s4$	4826
6^h03^m	3^h23^m	$46.^s7$	4794
7^h41^m	5^h01^m	$48.^s3$	4636
$9^h46^m p$	7^h06^m	$49.^s5$	4523
5. $8^h18^m a$	17^h38^m	$53.^s9$	4154
$10^h07^m p$	31^h27^m	$66.^s1$	3388
6. $8^h31^m a$	41^h51^m	$70.^s6$	3172
$9^h24^m p$	54^h44^m	$89.^s5$	2502
7. $10^h55^m a$	68^h15^m	$97.^s0$	2309

Та же самая картина повторилась и въ другомъ продѣланномъ мною опытѣ (начатъ 8-го іюля) съ циркуляціей воздуха черезъ новую порцію воды изъ колодца № 1. Токъ i, соотвѣтственно такой же величины какъ и въ первомъ опытѣ, въ теченіе первыхъ часовъ послѣ циркуляціи (на этотъ разъ въ теченіе 3-хъ часовъ) возрасталъ до maximum'а (на этотъ разъ на 46% своей первоначальной величины), чтобы затѣмъ медленно падать. Такіе результаты двухъ моихъ опытовъ измѣренія тока i въ воздухѣ, продутомъ черезъ воду изъ колодца № 1, дѣлаютъ вѣроятнымъ предположеніе, что въ испытуемой водѣ заключается въ растворѣ радіоактивный газъ, подобный, а можетъ быть и тождественный радіевой эманаціи; что этотъ газъ въ замкнутой цѣпи, содержащей воду и воздухъ, распредѣляется между водой и воздухомъ до нѣкотораго стаціонарнаго состоянія соотвѣтственно законамъ *Dalton*'а и *Henry*, совершенно такъ, какъ это доказано для подлинной радіевой эманаціи *Himstedt*'омъ и *R. v. Traubenberg*'омъ, (Phys. Zeitschr., 5, 1904, p. 210 и 6, 1905, p. 820). Въ виду такого предпололоженія представляло большой интересъ изученіе измѣненія разности $i—i_N$ въ зависимости отъ времени. Для этой цѣли я продолжалъ наблюденія, начатыя 8 іюля, по 17-ое іюля включительно. Условія, въ которыхъ производились эти наблюденія, не благопріятствовали ихъ точности. Во-первыхъ, имѣлось опасеніе, что герметичность колокола могла пострадать отъ тряской перевозки инструмента; во-вторыхъ, мой колоколъ я могъ установить для наблюденій только на окнѣ, да къ тому-же обращенномъ на югъ, и потому, хотя окно, насколько можно было въ жиломъ помѣщеніи, держалось закрытымъ, приборъ нагрѣвался солнечными лучами. Такое нагрѣваніе могло усиливать утечку газовъ изъ подъ колокола. Дѣйствительно до 14-го іюля я наблюдалъ, что въ теченіе дня уменьшеніе тока разсѣянія совершалось замѣтно быстрѣе, чѣмъ въ теченіе ночи; а съ 14 іюля такое явленіе обнаруживалось уже гораздо менѣе рѣзко. Какъ разъ съ 14 іюля погода стала и долго оставалась пасмурной, а до 14-го стояли ясные солнечные дни. Было еще одно обстоятельство, которое могло усложнить выясненія связи между $i—i_N$ и t. Дѣло въ томъ, что только съ 13-го іюля токъ i настолько ослабѣлъ, что сталъ „токомъ насыщенія". (Въ этомъ я убѣждаюсь, сравнивая свои наблюденія съ наблюденіями *проф. А. П. Соколова* надъ затуханіемъ электропроводности газа изъ источника „Нарзанъ" въ таблицѣ I его статьи „Радіоактивность нѣкоторыхъ русскихъ минеральныхъ водъ, грязей и почвъ", l. c. Колоколъ и электроскопъ, которыми пользовался проф. *А. П. Соколовъ*, были почти тождественны съ моими), а связь между $i—i_N$ и t, конечно, будетъ измѣняться въ зависимости отъ *измѣненія* условій образованія тока i. Поэтому въ нижеслѣдующемъ я разсматриваю только тѣ измѣренія тока i, которыя произведены послѣ 7 часовъ вечера 13-го іюля.

Какъ уже выше сказано, наблюдалось при помощи секундомѣра время паденія праваго листочка электроскопа съ 16 по 9 дѣленіе шкалы, причемъ каждый разъ продѣлывалось одно за другимъ три опредѣленія этого времени. Затуханіе электропроводности шло сравнительно такъ медленно, а три послѣдовательныхъ измѣренія происходили такъ быстро, что за это время затуханіе электропроводности, конечно, никакъ не могло быть замѣчено. Изъ трехъ послѣдовательныхъ измѣреній времени паденія листочка отъ 16 до 9 дѣленія бралось среднее и относилось къ среднему моменту начала перваго наблюденія и конца третьяго. При помощи полученнаго средняго значенія времени паденія листочка вычислялся для средняго момента токъ разсѣянія i, причемъ электроемкость электроскопа въ условіяхъ опыта принималось за 1; Δv, уменьшеніе потенціала, соотвѣтствующее вышеупомянутому паденію листочка, принято равнымъ 21991 нѣкоторыхъ единицъ потенціала, а время выражалось въ секундахъ. Разность $i - i_N$ мы будемъ обозначать въ дальнѣйшемъ черезъ J_t, гдѣ t обозначаетъ моментъ, къ которому относится токъ i. Комплексъ (J_t, t) мы будемъ называть „наблюденной точкой". Всѣхъ наблюденныхъ точекъ имѣется въ нашемъ распоряженіи 17, причемъ i_N при вышеуказанныхъ единицахъ потенціала будетъ представляться числомъ 0.3, первое значеніе тока i числомъ 143.6, а послѣднее (17-ое) числомъ 62.9. Такъ какъ при опредѣленіи i максимальновозможная ошибка можетъ достигать 5% измѣряемой величины, то ясно, что величина i_N въ нашемъ случаѣ теряется въ ошибкахъ наблюденій, и ей вполнѣ можно пренебречь. Изъ 17 наблюденныхъ точекъ я образовалъ 11 паръ (1—7, 2—8, 3—9, 4—10, 5—11, 6—12, 7—13, 8—14, 9—15, 10—16, 11—17) и для каждой пары соотвѣтственно равенству

$$J_{t'} = J_t e^{-\lambda(t'-t)}$$

вычислимъ величину $log\,(e^{-\lambda})$. Результаты этихъ вычисленій оказались слѣдующіе

—0.00414	—0.00382	—0.00432
450	401	378
406	393	375,
411	374	

откуда среднее будетъ—0.00401. Наибольшее отклоненіе отдѣльныхъ величинъ $lg\,(e^{-\lambda})$ отъ средняго составляетъ 12%. Но если при опредѣленіи величины J_t максимально-возможная ошибка можетъ достигать 5%, то по формулѣ

$$\frac{10\% \cdot lg\,e}{lg\left(\frac{J_t'}{J_t}\right)}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

представляющей максимально-возможную ошибку для $lg\ (e^{-\lambda})$, таковая ошибка можетъ достигать 20% съ лишкомъ. Отсюда слѣдуетъ, что всѣ 11 значеній $log\ (e^{-\lambda})$ можно считать отличающимися другъ отъ друга лишь благодаря случайнымъ ошибкамъ наблюденій, и что для каждой пары наблюденныхъ точекъ $lg\ (e^{-\lambda})$, есть величина постоянная, равная

$$-0.00401 \pm 0.00005,$$

гдѣ ± 0.00005 представляетъ вѣроятную погрѣшность средняго результата вычисленія $lg\ (e^{-\lambda})$. Но въ такомъ случаѣ для всякой наблюденной нами точки справедливо въ предѣлахъ ошибокъ наблюденій соотношеніе

$$J_t : e^{-\lambda} = \text{constans},$$

при чемъ λ, вычисленное изъ условія $lg\ (e^{-\lambda}) = -0.00401$, будетъ ровно 0.00923 $\frac{1}{\text{часъ}}$. Примемъ за начало счета времени моментъ начала циркуляціи, и обозначимъ вышевведенную константу (constans) черезъ J_0. Тогда получается равенство

$$J_t = J_0 e^{-\lambda t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Величину J_0 можно найти по любой изъ нашихъ „точекъ наблюденій". Я вычислилъ J_0 по каждой изъ этихъ точекъ, взялъ среднее и получилъ число 466,6. Принимая J_t и t за перемѣнныя, мы можемъ разсматривать равенство (2), какъ уравненіе нѣкоторой кривой. Всѣ наблюденныя нами точки будутъ отклоняться отъ этой кривой лишь вслѣдствіе ошибокъ наблюденій. Чтобы нагляднѣе представить всѣ уклоненія наблюденныхъ точекъ отъ кривой съ уравненіемъ (2) и съ вышенайденными константами λ и J_0, я по равенству (2) вычислилъ $J_{120}, J_{130}, \ldots, J_{220}$, нанесъ на діаграмму 11 точекъ, откладывая по оси абсциссъ время въ часахъ, а по оси ординатъ величины J_{120} и т. д., и по этимъ точкамъ вычертилъ кривую. По этой кривой я разыскалъ 17 ординатъ для всѣхъ тѣхъ t, для которыхъ имѣются „наблюденныя точки". Полученныя такимъ образомъ величины J_t я сравнилъ съ дѣйствительно найденными.

Результаты такого сравненія заключаются въ нижеслѣдующей таблицѣ II, а на діаграммѣ 1 изображена кривая

$$J_t = 466.6\ e^{-0.00923\,t}$$

и всѣ „наблюденныя точки".

Діаграмма 1.

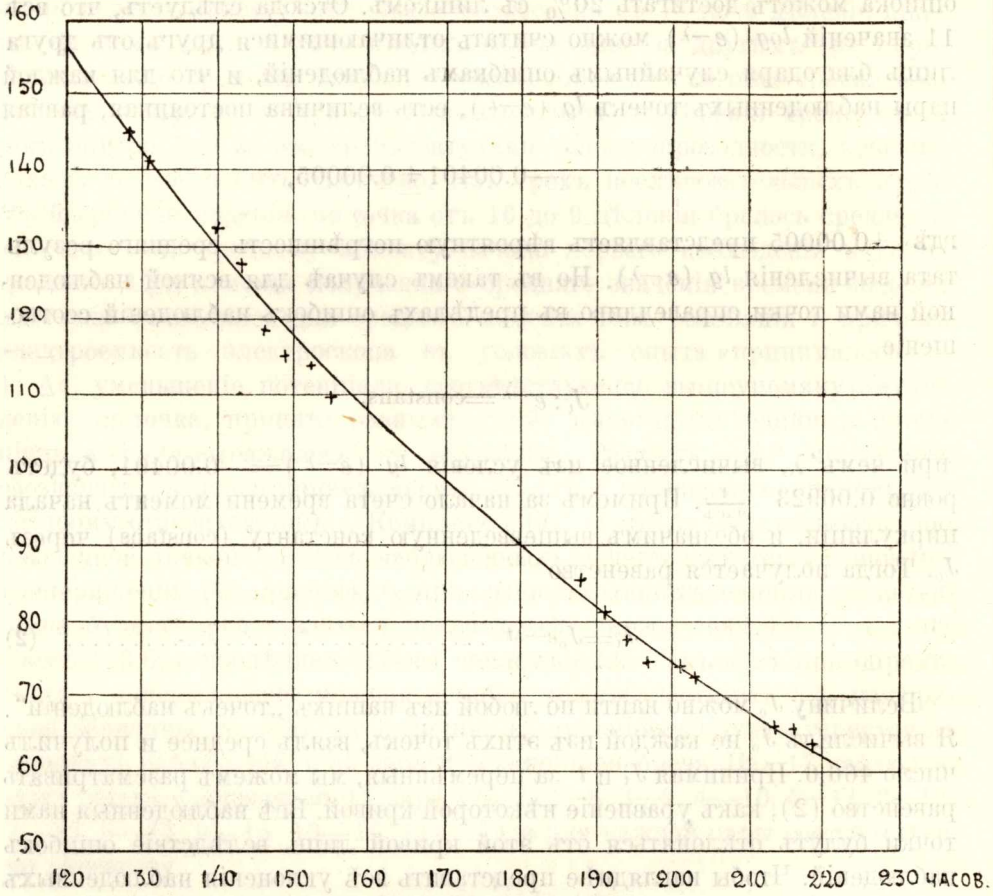


Таблица II.

№№	Время отъ начала циркуляціи въ часахъ.	Наблюденное J_t.	Вычисленное Jt.	Разность.
1	128.3	143.6	143.2	+0.4
2	130.0	140.5	140.9	—0.4
3	140.3	132.8	128.2	+4.6
4	143.3	126.9	125.0	+1.9
5	146.2	118.1	121.8	—3.7
6	149.2	114.9	118.5	—3.6
7	152.25	114.1	115.0	—0.9

№№	Время отъ начала циркуляціи въ часахъ.	Наблюденное $J_t f$.	Вычисленное $J+$	Разность.
8	154.7	108.7	112.6	—3.9
9	188.2	84.8	82.2	+2.6
10	191.3	80.6	80.0	+0.6
11	194.3	77.3	78.0	—0.7
12	197.2	73.7	76.0	—2.3
13	200.9	73.4	73.5	—0.1
14	202.75	71.8	72.0	—0.2
15	212.95	66.2	66.0	+0.2
16	215.45	65.3	64.2	+1.1
17	218.3	62.9	62.8	+0.1

Итакъ наблюденныя нами величины J_t въ своихъ измѣненіяхъ со временемъ несомнѣнно слѣдуютъ простому экспотенціальному закону, какъ ему слѣдуетъ всякое простое радіоактивное превращеніе, и соотвѣтствующее этому превращенію измѣненіе электропроводности газа, поглощающаго тѣ радіаціи, которыя сопутствуютъ радіоактивному превращенію. Такимъ образомъ несомнѣнно подъ нашимъ колоколомъ мы имѣемъ радіоктивный газъ и при томъ близкій по своимъ свойствамъ къ эманаціи радія. Дѣйствительно, для нашего случая величина θ, опредѣляемая равенствомъ $\theta = \frac{ln\,2}{\lambda}$, и представляющая время, въ теченіе котораго J_t уменьшается на ½ своей величины, оказывается равной 3.13 сутокъ (изъ $\lambda = 0.00923 \frac{1}{\text{часъ}}$), а для радіевой эманаціи наиболѣе вѣроятнымъ считается для θ значеніе, найденное *Rümelin*'омъ (Phys. Zeitschr., 8, 1907, p. 803) и равное 3.75 сутокъ (при $\lambda = 0.00788$). Такъ какъ нельзя сомнѣваться, что изъ нашего колокола во время продолжительнаго наблюденія токовъ i радіоактивный газъ могъ утекать наружу, то надо считать, что полученное нами число для λ превышаетъ дѣйствительное значеніе λ, а найденное число для θ меньше дѣйствительнаго. Дѣло въ томъ, что медленное утеканіе радіоктивнаго газа, если только условія утечки не мѣняются, не маскируетъ экспотенціальнаго закона затуханія активности, а лишь увеличиваетъ λ, соотвѣтственно уменьшая θ. Такое свойство малыхъ утечекъ радіоактивнаго газа было установлено, напр., проф. *А. П. Соколовымъ*, который наблюдалъ затуханіе активности газа изъ источника „Нарзанъ", и оно становится совершенно понятнымъ, если допустить,

что количество утекающаго радіоактивнаго газа въ элементъ времени Δt пропорціально Δt и количеству всего газа, имѣющагося въ моментъ t въ нашемъ резервуарѣ. Такимъ образомъ возникаетъ предположеніе, что тотъ радіоактивный газъ, который можно извлечь изъ изслѣдуемой нами воды, есть эманація радія, тотъ самый радіоактивный газъ, который открытъ *Dorn*'омъ, изученъ *P. Curie, Rutherford*'омъ и *Soddy* и другими. Для повѣрки этого преположенія нужно было бы наблюсти затуханіе подлинной радіевой эманаціи тѣмъ же самымъ инструментомъ и въ тѣхъ же условіяхъ, въ котрыхъ произведено наблюденіе надъ измѣненіями i со временемъ. Но такъ какъ у меня не было подъ рукой солей радія, то я рѣшилъ вышеуказанное сравненіе съ эманаціей радія произвести по возвращеніи въ Томскъ, привезя туда порцію воды изъ колодца № 1. Эта вода оказалась настолько „крѣпкой" по содержанію радіоактивной эманаціей, что точки i, производимые этой эманаціей, можно было удобно наблюдать и дней чрезъ 10—14 послѣ взятія порціи воды изъ колодца № 1.

§ 2. Іонизація въ газѣ, собранномъ надъ колодцемъ № 2, и измѣненіе этой іонизаціи со временемъ.

Желая знать, насколько рѣзко выражены радіоактивныя свойства газовъ, поднимающихся со дна колодцевъ № 1 и №2, мы (В. П. Марковъ и я) собрали подъ водой въ деревянное ведро газъ, выдѣляющійся надъ колодцемъ № 2, въ количествѣ 16 литровъ приблизительно и затѣмъ черезъ осушители и трубку съ чистой ватой засосали этотъ газъ подъ нашъ колоколъ, осторожно принесенный для этой цѣли къ колодцу № 2. Мы начали засасывать газъ подъ колоколъ въ $4^h 45^m p$ (19-го іюля), а въ $5^h 35^m p$ мы были уже на мѣстѣ нашей постоянной работы и приступили къ наблюденіямъ тока разсѣянія, наблюдая при помощи секундомѣра время паденія праваго листочка электроскопа отъ 16 до 9 дѣленія шкалы. Эти наблюденія продолжались болѣе 8 сутокъ (по 28 іюля). ниже въ таблицѣ III приведены нѣсколько первыхъ наблюденій.

Таблица III.

Моменты наблюденія.	Время отъ начала засасыванія.	Время паденія съ 16 до 9 дѣленія шкалы.	$i = \frac{62.2}{t}$ $\frac{\text{вольтъ—емкость}}{\text{часъ.}}$
VII. 19. $5^h 35^m p$	$0^h 50^m$	$5.^s 5$	40713
$5^h 49^m p$	$1^h 04^m$	$5.^s 0$	44784
$6^h 05^m p$	$1^h 20^m$	$4.^s 9$	45698
$6^h 35^m p$	$1^h 50^m$	$4.^s 7$	47642
$7^h 05^m p$	$2^h 20^m$	$4.^s 6$	48678
$7^h 35^m p$	$2^h 50^m$	$4.^s 4$	50891

Моментъ наблюденія.	Время отъ начала засасыванія.	Время паденія съ 16 до 9 дѣленія шкалы.	$i = \frac{62.2}{t}$ $\frac{\text{вольтъ—емкост}}{\text{часъ.}}$
$8^h05^m p$	3^h20^m	4. 4	50891
$8^h35^m p$	3^h50^m	$4.^s4$	50891
$9^h05^m p$	4^h20^m	$4.^s5$	49760
$9^h35^m p$	4^h50^m	$4.^s5$	49760
VII. 20. $8^h27^m a$	15^h42^m	$5.^s1$	43906
$5^h00^m p$	24^h15^m	$6.^s2$	36116
VII. 21. $7^h50^m a$	39^h05^m	$6.^s7$	33421
$2^h00^m p$	45^h15^m	$7.^s5$	29856
$9^h30^m p$	52^h45^m	$7.^s9$	28344
VII. 22. $7^h30^m a$	62^h45^m	$8.^s3$	26978

Изъ этой таблицы видно, что первое наблюденіе даетъ для i велинину въ 11975 разъ превосходящую токъ натуральнаго разсѣянія (i_N=3.4), а наблюденный приблизительно спустя 2½ часа максимальный токъ разсѣянія превосходитъ i_N въ 14970 разъ. Такимъ образомъ мы имѣемъ возрастаніе тока разсѣянія до нѣкотораго maximum'а, наступившаго приблизительно черезъ 3½ часа отъ начала засасыванія и превосходящаго первоначально измѣренный токъ i на 25% его величины—а затѣмъ медленное паденіе. Изучая это медленное паденіе, я установилъ съ VII. 21.—$7^h50^m a$ по VII. 28.—$7^h53^m a$ 40 точекъ наблюденія (J_t, t), совершенно такъ же, какъ я дѣлалъ это въ соотвѣтствующихъ наблюденіяхъ въ воздухѣ, продутомъ черезъ воду; только Δv, паденіе потенціала, соотвѣтствующее паденію листочка отъ 16 до 9 дѣленія, я оцѣнилъ на этотъ разъ въ 1000 произвольныхъ единицъ потенціала. Но вотъ одна существенная разница въ условіяхъ наблюденія затуханія токовъ i прежде—съ водой и теперь—съ газомъ: теперь для всѣхъ 40 „точекъ наблюденія" токи i были далеки отъ насыщенія.

Собственно говоря дѣло не въ токѣ насыщенія, а въ томъ, чтобы въ теченіе всей серіи наблюденій токовъ i для образованія тока затрачивалась всегда одна и та же часть α имѣющихся на лицо въ данный моментъ іоновъ. Для случая насыщеннаго тока $\alpha=1$, для ненасыщеннаго $\alpha<1$. Вдали отъ точки насыщенія и въ теченіе нѣкотораго промежутка времени величина α при постоянномъ начальномъ потенціалѣ v и при постоянномъ Δv могла измѣняться настолько незначительно, что это измѣненіе не могло ни затушевать дѣйствительнаго закона затуханія предполагаемый радіактивный эманаціи, ни сколько нибудь значительно измѣнить константы λ. Это предположеніе, какъ увидимъ ниже, оказалось правильнымъ. Образовавъ изъ 40 наблюденныхъ точекъ 30 паръ (1—11, 2—12,. . . ., 30—40) и вычисливъ для каждой пары соотвѣт-

ственно равенству $J_t' = J_t - \lambda(t' - t)$ величину $log\ (e^{-\lambda})$, я получилъ въ среднемъ

$$-0.003891 \pm 0.000044,$$

при чемъ наибольшее отклоненіе отъ средняго составляло 18%, въ то время какъ максимально возможное, вичисленное по формулѣ (1), было 30% съ лишкомъ. Величина J_0, вычисленная какъ среднее по всѣмъ 40 наблюденнымъ точкамъ согласно равенству

$$J_t = J_0\, e^{-\lambda t}$$

оказалась равной 206.8. Въ нижеслѣдующей таблицѣ IV можно видѣть, насколько наблюденныя точки отступаютъ отъ кривой

$$J_t = 206.8\, e^{-0.008959\, t},$$

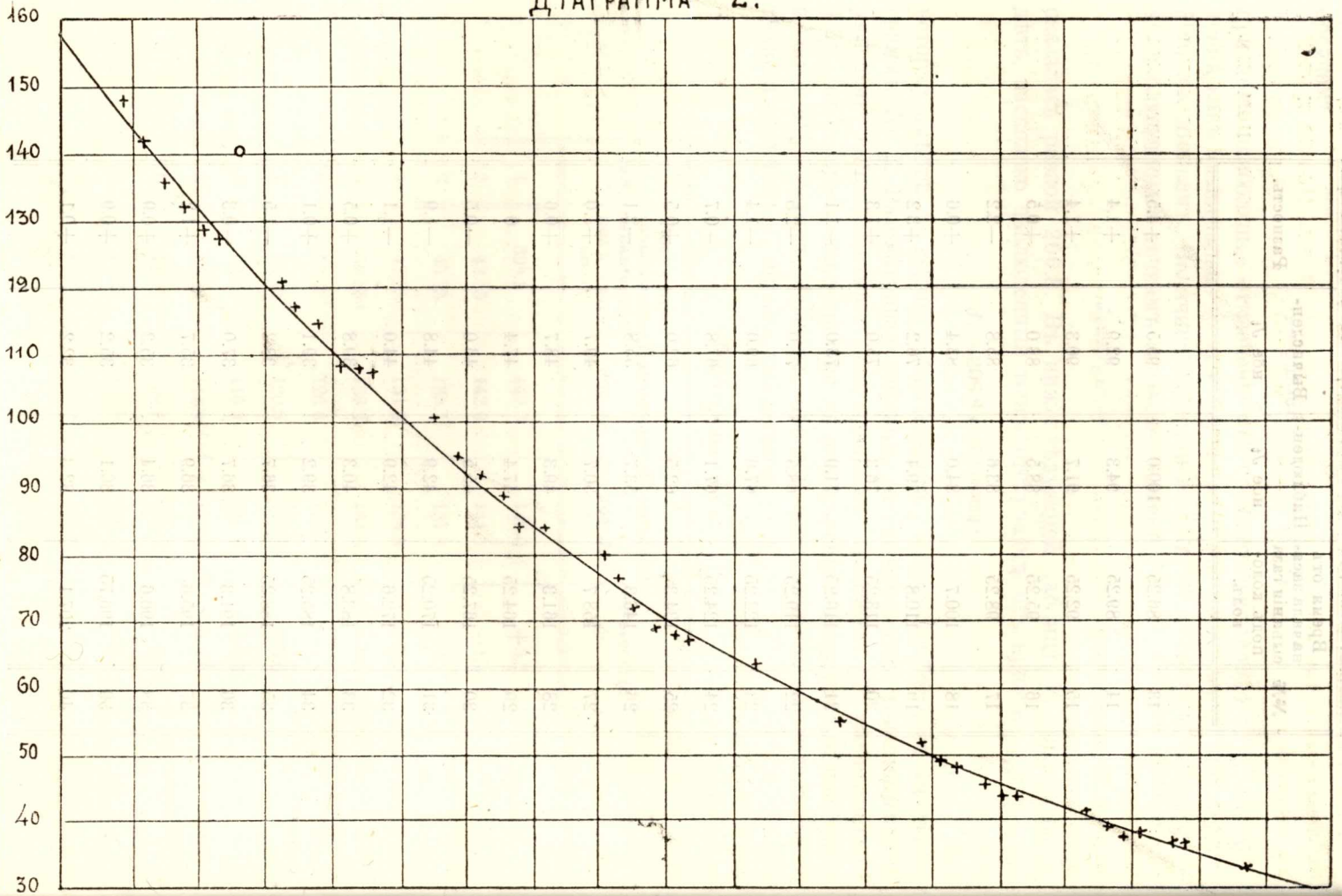
которая вмѣстѣ со всѣми наблюденными точками изображена на діаграммѣ № 2. Разсматривая таблицу, мы видимъ, что максимальное уклоненіе вычисленныхъ и наблюденныхъ величинъ J_t составляетъ 4.5%, въ то время какъ ошибки въ опредѣленіи i могли достигать 5% и даже 6%. Такимъ образомъ, простой экспотенціальный законъ затуханія величинъ J_t вполнѣ выясняется.

Таблица IV.

№№	Время отъ начала засасыванія газа подъ колоколъ.	Наблюденное J_t	Вычисленное J_t	Разность.
1	$39^h.1$	149.2	146.0	+3.2
2	42.25	142.9	141.5	+1.4
3	45.25	135.1	137.8	—2.7
4	47.25	131.6	134.8	—3.2
5	50.25	128.2	131.8	—3.6
6	52.75	126.6	128.0	—1.4
7	62.75	120.5	117.5	+3.0
8	65.25	116.3	115.0	+1.3
9	68.25	114.9	112.0	+2.9
10	11.25	108.7	109.0	—0.3
11	74.25	107.5	106.5	+1.0
12	76.25	107.5	104.8	+3.3

№№	Время отъ начала засасыванія газа подъ колоколъ.	Наблюденное J_t	Вычисленное J_t	Разность.
13	86.25	100.0	95.5	+4.5
14	89.25	94.3	92.9	+1.4
15	92.25	91.7	90.3	+1.4
16	95.25	88.5	88 0	+0.5
17	98.25	83.6	85.8	—2.2
18	100.7	84.0	83.4	+0.6
19	110.8	79.4	76.2	+3 2
20	113.25	76.3	75.0	+1.3
21	116.25	71.9	73.0	—1.1
22	119.25	68.5	71.0	—2.5
23	122.25	67.6	69.0	—1.4
24	124.25	67.1	67.8	—0.7
25	134.3	62.5	62.0	+0 5
26	146.3	53.7	55.8	—2.1
27	158.7	50.7	49.7	+1.0
28	161.3	49.3	48.7	+0.6
29	164.25	47.4	47.4	0
30	167.25	45.5	46 0	—0.5
31	170.25	42.9	44.8	—1.9
32	172.6	42.9	44.0	—1.1
33	183.8	40.3	39.8	+0.5
34	185.25	39.2	39.1	+0.1
35	188.25	36.7	38.2	—1.5
36	191.3	36.7	37.0	—0.3
37	195.6	36.9	35.7	+1.2
38	196.6	36.4	35.3	+0.9
39	196.75	36.1	35.2	+0.9
40	207.1	32.3	32.2	+0.1

Діаграмма 2.



Уже при первомъ взглядѣ на діаграмму № 2 можно замѣтить, что наблюденныя точки располагаются въ отдѣльныя гнѣзда. Идя по кривой въ сторону увеличивающихся временъ, мы проходимъ четыре гнѣзда, каждое по 6 точекъ; затѣмъ двѣ отдѣльныя точки, затѣмъ опять два гнѣзда по 6 точекъ и, наконецъ, одна точка. Оказывается, что каждое гнѣздо соотвѣтствуетъ особому дню: первое гнѣздо—это наблюденія 21-го іюля, затѣмъ 22, 23 и 24 іюля; 25-го было сдѣлано всего два наблюденія: одно утромъ и одно вечеромъ. Далѣе мы имѣемъ гнѣзда за 26 и 27 іюля, и одно наблюденіе 28 іюля. Всѣ гнѣзда обладаютъ слѣдующими свойствами: первыя точки каждаго гнѣзда расположены всегда выше кривой и при томъ значительно выше, чѣмъ всѣ другія точки гнѣзда. Второе свойство, наиболѣе рѣзко выраженное у гнѣздъ 1, 4 и 5-го, состоитъ въ томъ, что первая половина гнѣзда лежитъ выше кривой, а вторая ниже. Эти свойства нашихъ гнѣздъ указываютъ на то, что въ теченіе дня затуханіе тока разсѣянія шло быстрѣе, чѣмъ въ теченіе ночи. Такимъ образомъ гнѣзда иллюстрируютъ то явленіе, которое въ предыдущемъ параграфѣ на страницѣ 5 мною было отмѣчено при описаніи наблюденій надъ токомъ затуханія въ періодъ съ 8 по 13 іюля включительно, когда стояла хорошая погода съ солнечными днями. Въ періодъ времени съ 21 по 28 іюля нашъ колоколъ стоялъ на томъ же окнѣ какъ и раньше, но за это время погода была перемѣнная, чаще пасмурная, благодаря чему явленіе болѣе быстраго днемъ, чѣмъ ночью затуханія тока *i* хотя и замѣтно вполнѣ опредѣленно, тѣмъ не менѣе всетаки менѣе рѣзко, чѣмъ это было въ педіодъ 8—13 іюля.

§ 3. Сравненіе константъ затуханія іочизацій въ воздухѣ, продутомъ черезъ воду изъ колодца № 1, и газѣ, собранномъ надъ колодцемъ № 2.

Большой интересъ представляетъ для насъ сравненіе константъ $log\ (e^{-\lambda})$, λ и θ, полученныхъ нами при изученіи эманаціи, заключающейся въ водѣ колодца № 1, и эманаціи, заключающейся въ газѣ, который мы собрали надъ колодцемъ № 2. Нижеслѣдующая таблица V содержитъ эти константы для того и другого случая. Въ третьей горизонтальной графѣ таблицы показано, насколько вѣроятныя погрѣшности среднихъ результатовъ позволяютъ сблизить соотвѣтствующія константы.

Таблица V.

	$lob(e^{-\lambda})$	$\lambda \frac{1}{\text{часъ}}$	θ сутокъ.
Эманація въ газѣ	—0.00389±0.00004	0.00896±0.00010	3.22±0.035
Эманація въ водѣ	—0.00401±0.00005	0.00923±0.00011	3.13±0.04
Возможное сближеніе констант	0.003935—0.00396	0.00906—0.00912	3.185—3.17

Изъ этой таблицы видно, что разности соотвѣтствующихъ константъ хотя и очень малы, но все же лежатъ внѣ вѣроятныхъ ошибокъ средняго результата, при чемъ θ для эманаціи въ газѣ больше, чѣмъ θ для эманаціи въ водѣ. Это обстоятельство, однако, отнюдь не можетъ свидѣтельствовать о разности природы той и другой эманаціи, такъ какъ при изученіи затуханія эманаціи въ газѣ мы пользовались ненасыщенными токами, въ слѣдствіе чего θ должна была оказаться нѣсколько бо́льше чѣмъ оно есть на самомъ дѣлѣ, а λ меньше. Итакъ надо считать, что эманація, найденная нами въ водѣ колодца № 1, и эманація, найденная въ газѣ, собранномъ надъ колодцемъ № 2, представляютъ одну и ту же эманацію.

§ 4. Сравненіе константъ затуханія іонизаціи въ воздухѣ, продутомъ черезъ воду изъ колодца № 1, съ таковыми же константами эманаціи радія.

3-го августа въ 7 часовъ утра стеклянная бутыль въ ¼ ведра была наполнена водой изъ колодца № 1, закупорена пробкой и менделѣевской замазкой и увезена въ Томскъ, гдѣ съ 13-го августа я и изучалъ измѣненіе токовъ разсѣянія подъ колоколомъ *Elster'*а—*Geitel'*я послѣ циркуляціи воздуха въ замкнутой цѣпи черезъ привезенную порцію воды. Предварительно были приняты всѣ возможныя мѣры къ тому, чтобы уничтожить погрѣшности въ герметичности колокола. Цѣпь была составлена совершенно такъ же, какъ и въ Бѣлокурихѣ. Натуральное разсѣяніе до введенія въ цѣпь испытуемой воды было таково, что правый листочекъ отъ 18 до 17 дѣленія шкалы падалъ въ теченіе 69 минутъ. Когда всѣ наблюденія надъ токами i были закончены, и можно было снова измѣрить натуральное разсѣяніе, то оказалось, что листочекъ падалъ въ томъ же промежуткѣ въ теченіе 72 минутъ. Для вычисленія i_N я взялъ среднее изъ 72 и 69. Помѣщеніе, въ которомъ были установлены цѣпь и колоколъ, хорошо защищено отъ солнечныхъ лучей и вообще отъ всякихъ колебаній температуры. Совершенно такъ же какъ въ Бѣлокурихѣ, было установлено 32 точки наблюденія (J_t, t), только теперь уже нельзя было пренебрегать токомъ i_N, да наблюдалось паденіе листочка не отъ 16 до 9, а отъ 18 до 17 дѣленія шкалы, и соотвѣтствующее такому паденію листочка паденіе потенціала оцѣнивалось въ 50000 нѣкоторыхъ единицъ потенціала (на вольты это 8,1). Электроемкость заряженной системы подъ колоколомъ по прежнему принималась равной 1. При такихъ условіяхъ i_N оказалось равнымъ 11.8, первый наблюденный токъ i_1 представлялся числомъ 268, максимальный наблюденный (черезъ $4^h\ 28^m$ отъ начала циркуляціи) числомъ 342.5 и послѣдній наблюденный, i_{32}, числомъ 81.2. Всѣ токи i были токами насыщенія. Изъ 23 послѣднихъ точекъ (J_t, t). Я взялъ произвольно 5 точекъ (№№ 10, 14, 18, 26, 28), составилъ изъ нихъ всѣ возможныя группы сочетаній по 2 и для каждой группы соотвѣтственно формулѣ

$$J_t' = J_t e^{-\lambda(t'-t)}$$

вычислилъ величину $log\ (e^{-\lambda})$. Десять результатовъ этихъ вычисленій дали въ среднемъ

$$-0.003507 \pm 0.000041,$$

гдѣ ± 0.000041 есть вѣроятная погрѣшность средняго результата. Наибольшее отклоненіе отъ средняго результата достигало 15%, въ то время какъ максимальная возможная ошибка при вычисленіи $\log\ (e^{-\lambda})$, если оцѣнивать возможную максимальную ошибку при опредѣленіи i въ 5%, могла достигать даже 40%. Постоянная J_0, вычисленная по пяти вышеуказаннымъ точкамъ согласно равенству

$$J_t = J_0 e^{-\lambda t}$$

оказалась равной 296 при λ равномъ $0{,}008075 \pm 0.000095 \frac{1}{\text{часъ}}$. Въ нижеслѣдующей таблицѣ VI можно видѣть, насколько наблюденныя точки отступаютъ отъ кривой

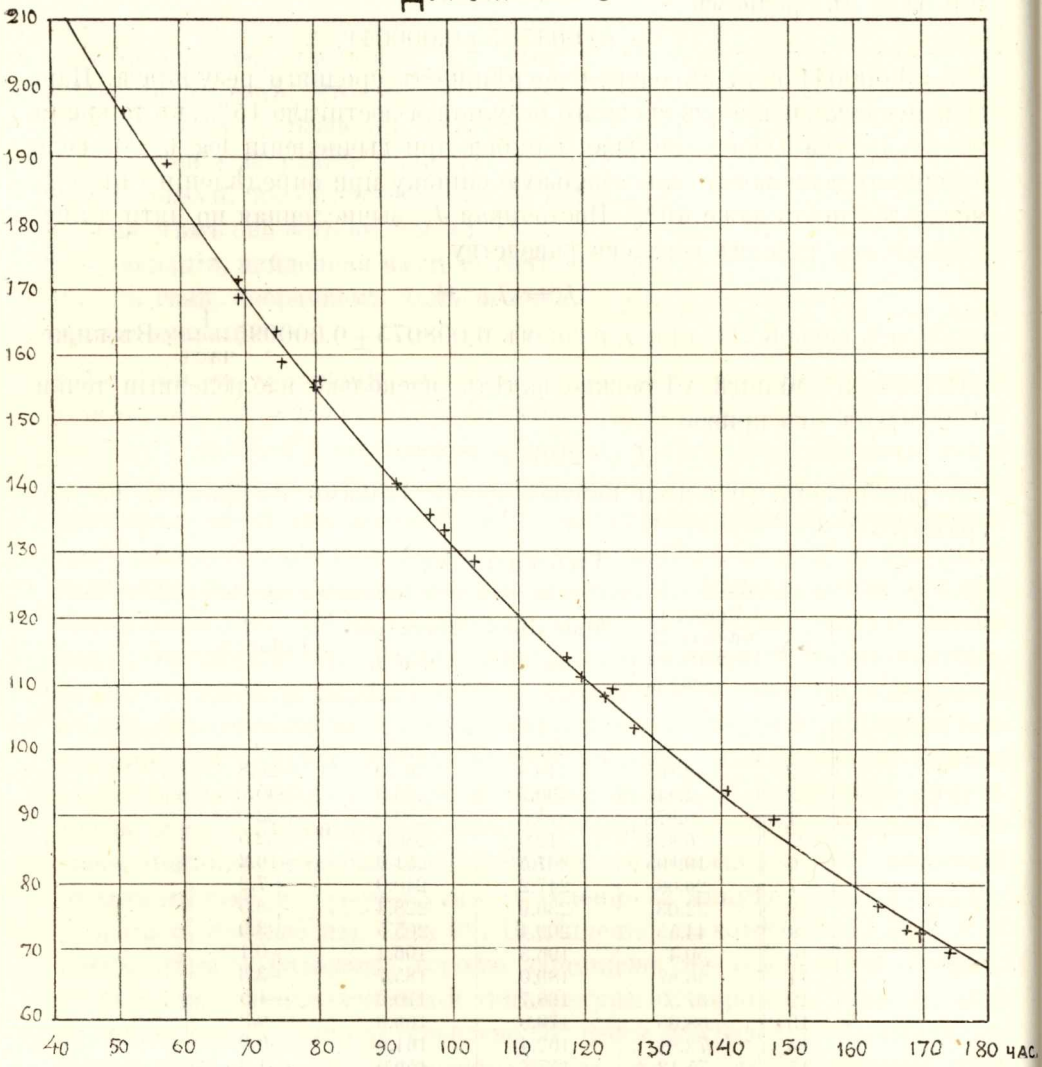
$$J_t = 296 \,.\, e^{-0.008075\, t},$$

которая вмѣстѣ со всѣми наблюденными точками изображена на діаграммѣ № 3.

Таблица VI.

№№	Время отъ начала циркуляціи въ часахъ.	Наблюденное J_t	Вычисленное J_t	Разность.
1	0.h9	257.0	296.0	—39
2	2.h65	310.8	290.0	+20.8
3	4.h43	330.7	285.0	+45.7
4	5.h78	315.0	283.0	+32.0
5	6.h78	312.9	280.4	+32.5
6	19.h95	267.5	251.3	+16.2
7	26.08	247.2	240.0	+7.2
8	32.03	236.9	228.4	+8.5
9	44.55	209.4	205.5	+3.9
10	50.4	196.5	196.4	+0.1
11	56.87	189.0	185.7	+3.3
12	67.53	168.7	170.2	—1.5
13	68.05	170.0	169.8	+0.2
14	73.81	162.4	161.8	+0.6
15	75.12	157.7	159.0	—1.3
16	80.5	154.3	153.2	+1.1
17	80.62	155.4	152.8	+2.6
18	92.2	139.7	139.0	+0.7
19	97.23	135.2	133.0	+2.2
20	99.18	132.7	131.2	+1.5
21	103.41	129.0	126.8	+2.2
22	117.45	113.8	113.0	+0.8
23	120.00	110.8	110.8	0
24	123.93	107.5	107.2	+0.3
25	124.45	190.0	107.0	+2.0
26	127.5	103.1	104.1	—1.0
27	140.78	93.9	93.0	+0.9
28	147.95	89 0	88.0	+1.6
29	164.10	76.4	77.0	—0.6
30	168.31	72.7	74.5	—1.8
31	170.05	72.7	73.6	—0.9
32	174.78	69.4	70.2	—0.8

Діаграмма 3.



Разсматривая таблицу, видимъ, что для послѣднихъ 23 точекъ разность между наблюденными и высленными J_t нигдѣ не превосходитъ 2.5%, и, слѣдовательно, послѣднія 23 точки вполнѣ слѣдуютъ простому экспотенціальному закону, въ то время какъ первыя точки такому закону не слѣдуютъ. Прежде чѣмъ разсуждать о причинахъ этого послѣдняго обстоятельства, мы сравнимъ полученныя нами константы λ и θ съ таковыми же радіевой эманаціи. Какъ уже было замѣчено ранѣе, наивѣроятнѣйшимъ значеніемъ этихъ послѣднихъ константъ считаютъ найденныя *Rümelin*'омъ (l. c.) $\lambda = 0.00788 \frac{1}{\text{часъ}}$ и $\theta = 3.75$ сутокъ. Между тѣмъ изъ только что описаннаго наблюденія мы получили

$$\theta = 3.58 \pm 0.04 \text{ сутокъ и } \lambda = 0.008075 \pm 0.000095 \frac{1}{\text{часъ}}$$

Полагая, что число 3.75 опредѣлено съ той же вѣроятной погрѣшностью, какъ и число 3.58, приходимъ къ заключенію, что разность между сейчасъ найденными константами и соотвѣтствующими константами *Rümelin*'а выходитъ за предѣлы вѣроятныхъ погрѣшностей средняго результата. То же самое выходитъ при сравненіи моихъ константъ и съ константами, найденными для радіевой эманаціи *Rutherford*'омъ ($\theta = 3.71$ сутокъ и $\lambda = 0.00779$). Я не знаю, могу ли я объяснить такое несовпаденіе утечкой изъ колокола изслѣдуемой мною эманаціи, такъ какъ не знаю, достигъ я или нѣтъ полной герметичности колокола. Но даже при положительномъ рѣшеніи вопроса о герметичности отступленіе моихъ константъ отъ константъ, данныхъ для радіевой эманаціи *Rutherford*'омъ и *Rümelin*'омъ, еще не говоритъ противъ предположенія, что изучаемая мною эманація есть именно эманація радія, такъ какъ когда радіоактивная константа опредѣляется наблюденіями надъ іонизаціей, вызываемой въ атмосферѣ замкнутаго сосуда очень сложными по составу радіаціями α, β, γ, то трудно вмѣсто кажущагося значенія, зависящаго отъ метода изслѣдованія и въ частности отъ сосуда, содержащаго радіоактивное тѣло, получить истинное значеніе константы. Такимъ образомъ, занимающій насъ вопросъ можетъ быть рѣшенъ путемъ сравненія найденныхъ нами константъ лишь съ такими значеніями константъ радіевой эманаціи, которыя найдены такимъ же (или лучше тѣмъ же самымъ) экземпляромъ колокола *Elster*'а-*Geitel*'я. Такія измѣренія константъ радіевой эманаціи были сдѣланы *R. Schenk*'омъ (*Richard Schenk*, Radioactive Eigenschaften der Luft, des Bodens und des Wassers in und um Halle, Jahrbuch d. Radioactivität, Bd. 2, 1905, p. 19), и имъ было найдено для λ число $0.008072 \frac{1}{\text{часъ}}$. Это число вполнѣ совпадаетъ съ найденнымъ мною. Оно было найдено *Schenk*'омъ, какъ и мною, лишь послѣ извѣстныхъ усилій уничтожить погрѣшности въ герметичности колокола.

Такимъ образомъ надо считать установленнымъ, что найденная въ водѣ колодца № 1 эманація, а слѣдовательно, и эманація, найденная въ газѣ, собранномъ надъ колодцемъ № 2, по истеченіи извѣстнаго времени отъ начала постепеннаго проникновенія этихъ эманацій подъ колоколъ, замираютъ въ немъ совершенно такъ же и съ тѣми же константами, какъ и радіева эманація послѣ того, какъ она пришла въ радіоактивное равновѣсіе съ продуктами своего распада. Такимъ образомъ, предположеніе о тождественности найденной нами эманаціи и эманаціи радія дѣлается еще болѣе вѣроятнымъ. Для окончательнаго же выясненія вопроса о природѣ изучаемыхъ эманацій, я счелъ необходимымъ сдѣлать наблюденія надъ явленіями наведенной активности, воспользовавшись для этой цѣли своимъ пребываніемъ въ д. Н. Бѣлокуриха, лѣтомъ 1908 года.

Глава II.

Радіоактивная индукція, производимая изслѣдуемой эманаціей.

§ 1. „Нормальный“ электроскопъ Schmidt'а и наблюдаемое имъ затуханіе радіоактивной индукціи эманаціи радія.

Въ 1905 году *H. W. Schmidt* описалъ (Phys. Zeitschr., 6, 1905. p. 561) построенный имъ электроскопъ съ алюминіевымъ листочкомъ, съ разсѣятелемъ, заключеннымъ въ особую отъ листочка камеру, и съ микроскопомъ для отсчитыванія показанія электроскопа. Этотъ простой инструментъ (на русскомъ языкѣ вкратцѣ описанный у проф. *Клоссовскаго* въ его „Курсѣ метеорологіи“) при надлежащемъ выборѣ листочка (листочекъ не долженъ давать Cri-Cri-явленія, Ebert, Phys, Zeitschr., 6, p. 642) и надлежащей градуировкѣ (см. *H. W. Schmidt*, Phys. Zeitschr, 7, p. 157). и въ особенности послѣ того, какъ *K. Kurz* (Phys. Zeitschr., 7, p. 375) снабдилъ алюминіевый листочекъ кварцевой нитью,—оказывается весьма удобнымъ электрометромъ и въ такомъ качествѣ былъ примѣненъ *Schmidt*'омъ въ его большомъ изслѣдованіи о распадѣ радія *A*, *B* и *C* (*H. W. Schmidt*, Ueber den Zerfall von Radium *A*, *B und C*, *Ann. d.* Physik, Bd. 21, 1906, p. 609). Въ этой работѣ рѣшенъ между прочимъ слѣдующій интересующій насъ вопросъ. Нѣкоторое твердое тѣло Z въ теченіе времени ϑ, которое въ послѣдующемъ мы будемъ называть временемъ активированія, оставалось въ атмосферѣ радіевой эманаціи, а затѣмъ сколь можно быстро удалено изъ этой атмосферы и внесено въ ту камеру вышеуказаннаго электроскопа *Schmidt*'а, которая содержитъ въ себѣ разсѣятель. Эту камеру мы будемъ называть въ послѣдующемъ „пространствомъ разсѣятеля“ и обозначать черезъ R. Спрашивается, каковъ будетъ токъ разсѣянія, вызванный въ этомъ пространствѣ активированнымъ тѣломъ, и какъ этотъ токъ будетъ измѣняться со временемъ. Если предположить, что въ атмосферѣ эманаціи на наше тѣло Z осаждался только *RaA*, а *RaB* и *RaC* могли появиться на этомъ тѣлѣ лишь въ результатѣ распада осѣвшаго на Z радія A, то руководствуясь извѣстной теоріей *Rutherford*'а и *Soddy* о распадѣ радіоактивныхъ атомовъ, количество радія A, которое будетъ еще оставаться на нашемъ тѣлѣ Z въ пространствѣ R черезъ время t по прекращеніи ативированія, можно представить слѣдующимъ образомъ:

$$A = qe^{-\lambda_1 t}(1 - e^{-\lambda_1 \vartheta}), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

гдѣ A обозначаетъ количество атомовъ радія A въ моментъ времени t, λ_1—константа превращенія радія A, а q обозначаетъ количество атомовъ *RaA*, которые имѣлись бы на тѣлѣ Z въ моментъ прекращенія активированія, т. е. при $t=0$, если бы ϑ, время актированія, продолжалось вплоть до момента наступленія радіоактивнаго равновѣсія между эма-

нацiей радiя и радiемъ A, съ каковаго момента количества атомовъ радiя A и радiевой эманацiи измѣняются въ дальнѣйшемъ такъ, что остаются строго пропорцiональными. Обозначая черезъ λ_2, λ_3 соотвѣтствующiя константы превращенiя RaB и RaC, а через B и C соотвѣтствующiя количества атомовъ этихъ веществъ на тѣлѣ Z въ тотъ же моментъ времени t, для котораго написано равенство (3), мы можемъ написать два другихъ равенства:

$$B = q\left[\frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \cdot e^{-\lambda_1 t}(1 - e^{-\lambda_1 \vartheta}) + \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} \cdot e^{-\lambda_2 t}(1 - e^{-\lambda_2 \vartheta})\right] \quad . \; . \; (4)$$

$$C = q\left[\frac{\lambda_2 \lambda_3}{(\lambda_1 - \lambda_2)(\lambda_1 - \lambda_3)} \cdot e^{-\lambda_1 t}(1 - e^{-\lambda_1 \vartheta}) + \right.$$

$$+ \frac{\lambda_3 \lambda_1}{(\lambda_2 - \lambda_3)(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot e^{-\lambda_2 t}(1 - e^{-\lambda_2 \vartheta}) +$$

$$\left. + \frac{\lambda_1 \lambda_2}{(\lambda_3 - \lambda_1)(\lambda_3 - \lambda_2)} \cdot e^{-\lambda_3 t}(1 - e^{-\lambda_3 \vartheta})\right] \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (5)$$

Теперь для краткости мы перепишемъ всѣ три равенства слѣдующимъ образомъ:

$$A = q.\ a,\ B = q.\ b,\ C = q.\ c,$$

гдѣ значенiя a, b, c легко понять изъ разсмотрѣнiя равенства (3), (4) и (5).

Iонизацiя, которую произведутъ въ пространствѣ разсѣятеля $Ra\ A$, $Ra\ B$ и $Ra\ C$. будетъ слагаться изъ дѣйствiй каждаго изъ этихъ веществъ въ отдѣльности,—дѣйствiй, пропорцiональныхъ количествамъ A, B и C. Но вслѣдствiе того, что эти вещества iонизуютъ воздухъ радiацiями, различающимися не только количественно, но и качественно, факторы пропорцiональности между A, B и C и вызванными ими iонизацiями J_1, J_2, J_3 будутъ для всѣхъ трехъ тѣлъ различны, и будутъ зависѣть кромѣ того отъ формы и величины пространства разсѣятеля. Обозначая эти факторы черезъ k_1, k_2, k_3, а полную iонизацiю въ пространствѣ R въ какой-либо моментъ времени черезъ J, имѣемъ равенство

$$\mathrm{J} = \mathrm{k_1 A} + \mathrm{k_2 B} + \mathrm{k_3 C},$$

или

$$\mathrm{J} = \mathrm{q k_2 (k'' a + b + k' c)},$$

гдѣ

$$k'' = \frac{k_1}{k_2} \text{ и } k' = \frac{k_3}{k_2}.$$

Наблюдая J для цѣлаго ряда моментовъ времени t, и зная a, b, c для соотвѣтствующихъ t по извѣстнымъ константамъ λ_1, λ_2, λ_3 и ϑ, какъ показываютъ равенства (3), (4) и (5), можно найти значенiя величинъ k'' и k' для даннаго экземпляра электроскопа *Schmidt*'а. Для того эк-

земпляра, которымъ пользовался *Schmidt* въ своей вышеуказанной работѣ, и который ниже мы будемъ называть „нормальнымъ" экземпляромъ, оказалось $k''=6.0$ и $k'=8.0$. По этимъ k' и k'' можно вычислить частное

$$\frac{J}{qk_2}$$

для любого момента t и для любого времени ϑ. *H. W. Schmidt* продѣлалъ эти вычисленія для $\vartheta=1, 5, 15, 30, 60, 90, 120, 150$ и ∞ минутъ и для 24 различныхъ моментовъ t, начиная отъ 0 и кончая 240 минутами. Результаты этихъ вычисленій въ видѣ мантиссъ трехзначныхъ логариѳмовъ представлены *Schmidt*'омъ въ таблицѣ 11 на 662 стр. Ann. d. Physik, Bd. 21, 1906, въ его вышеназванной работѣ. Размѣры пространства разсѣятеля „нормальнаго" экземпляра, для котораго составлена эта таблица, слѣдующіе: діаметръ 7.2 cm., высота 7.5 cm., діаметръ разсѣятеля 0.5 cm., высота его 4.5 cm. При уменьшеніи пространства разсѣятеля k' остается постояннымъ, а k'' возрастаетъ, приближаясь къ k', т. е. къ 8.0. При увеличеніи же этого пространства и k', и k'' уменьшаются. Какъ велики эти измѣненія k' и k'' при измѣненіи пространства разсѣятеля, мнѣ неизвѣстно въ точности, но во всякомъ случаѣ они не должны быть велики.

Пусть при помощи „нормальнаго" экземляра мы производимъ рядъ измѣреній тока разсѣянія J_t, вызваннаго тѣломъ Z, предварительно активированнымъ въ теченіе ϑ минутъ въ атмосферѣ, заключающей радіеву эманацію. Пусть концентрація эманаціи такова, что выше опредѣленная величина q имѣетъ значеніе q_1. Затѣмъ въ другой разъ пусть мы активировали наше тѣло Z въ теченіе того же самаго времени ϑ и тоже въ атмосферѣ радіевой эманаціи, но уже при другой ея концентраціи,—при такой, для которой величина q имѣетъ значеніе q_2. Затѣмъ помѣстивъ тѣло Z въ пространство разсѣятеля, производимъ рядъ измѣреній тока разсѣянія j_t и при томъ въ тѣ же самые моменты, считая за начальный моментъ—моментъ прекращенія активированія. Тогда ясно, что для всякой пары соотвѣтствующихъ моментовъ въ двухъ серіяхъ наблюденій величины J_t и j_t должны относится какъ q_1 и q_2, такъ что

$$\frac{J_t}{j_t} = \text{constans}$$

или

$$lg\ J_t - lq j_t = \text{constans.}$$

Отсюда совершенно ясно, какимъ образомъ, пользуясь „нормальнымъ" экземпляромъ электроскопа *Schmidt*'а, можно рѣшить вопросъ, представляетъ ли радіоактивная индукція, какую можетъ дать вода и газъ изслѣдуемыхъ термъ, радіоактивную индукцію радія, или болѣе сложное явленіе, или даже совсѣмъ другое явленіе.

§ 2. Изученіе наведенной активности изслѣдуемой эманаціи при помощи электроскопа Schmidt'а при малыхъ временахъ активированія.

У меня былъ одинъ экземпляръ электроскопа *Schmidt'*а отъ *Sprindler'*а—*Hoyer'а* (въ Геттингенѣ). Полная поверхность пространства разсѣятеля въ этомъ экземплярѣ была 253.7 cm.², а объемъ 274.6 cm.³. (Діаметръ 7.2 cm., высота 6.85 cm.; діаметръ разсѣятеля 1.15 cm., высота разсѣятеля 4.2 cm.), между тѣмъ какъ у нормальнаго экземпляра соотвѣтствующія величины были 258.7 cm² и 304.6 cm³. Въ виду такой большой близости размѣровъ пространства разсѣятеля у моего и у нормальнаго экземпляра вполнѣ возможно данныя въ таблицѣ 11-й въ вышеуказанной работѣ *Schmidt'*а о распадѣ радія *A*, *B* и *C* относить и къ моему экземпляру электроскопа *Schmidt'*а.

Для изученія явленій наведенной активности электроскопомъ *Schmidt'*а очень важно знать относительное значеніе дѣленій шкалы этого инструмента. Строго говоря въ этомъ отношеніи шкала должна изучаться вновь послѣ каждой перевозки прибора. Но въ томъ режимѣ „путешествія", въ которомъ мнѣ пришлось работать въ д. Н. Бѣлокуриха, я счелъ возможнымъ пользоваться той градуировкой шкалы, которая была произведена мною по возвращеніи въ Томскъ, [по методу *Schmidt'*а, при помощи тока насыщенія, производимаго крупинкой радіевой соли, запаянной въ стеклянную трубочку (H. W. Schmidt, Ueber die Eichung und Gebrauch von Blattenelektrometern, Ph. Z., 7, 1906, p. 157)]—тѣмъ болѣе, что въ нѣкоторомъ обширномъ интервалѣ шкалы разница между результатами моей градуировки и данными таблицы, присланной мнѣ отъ *Spiendler'*а-*Hoyer'*а, была невелика, какъ это видно изъ нижеслѣдующей таблички VII.

Таблица VII.

Интервалы шкалы.	Значенія интервалла въ вольтахъ	
	по присланной таблицѣ.	по моей градуировкѣ.
0.5—4.0	20.6	23.1
1.0—4.5	21.0	23.2
1.5—5.0	22.0	23.4
2.0—5.5	22.4	23.5
2.5—6.0	22.7	23.7
3.0—6.5	23.3	23.6
3.5—7.0	23.4	23.4
4.0—7.5	23.5	23.5
4.5—8.0	23.7	23.5
5.0—8.5	23.4	23.9
5.5—9.0	23.3	23.9
6.0—9.5	23.3	23.8
6.5—10.0	23.2	24.0

Изъ этой таблицы видно, что въ интерваллѣ 3.0—10.0 нѣтъ разницъ, превосходящихъ 3.33%, а въ интерваллѣ 2.0—10.0 нѣтъ разницы, превосходящихъ 4.7%. Вслѣдствіе того, что заряжать электроскопъ приходилось эбонитовой палочкой, невозможно было избѣжать большихъ варіацій начальныхъ потенціаловъ электроскопа, а въ такомъ случаѣ неизбѣжны хотя и небольшія, но замѣтныя варіаціи цѣны дѣленій шкалы, что могло повести къ варіаціямъ и относительныхъ значеній интервалловъ шкалы. Кромѣ того въ нѣкоторомъ интерваллѣ шкалы иногда замѣчалось явленіе, названное *Ebert*'омъ (Phys. Zeitschrift, 6, 1905, p. 642) Cri-Cri—явелніемъ: листочекъ при своемъ движеніи начинаетъ замедлять свой ходъ, чтобы затѣмъ его ускорить. Иногда все это явленіе протекало довольно медленно, а иногда такъ быстро, что въ ходѣ листочка замѣчался небольшой скачекъ.

Въ качествѣ тѣла Z мнѣ служили сами стѣнки пространства разсѣятеля. Изслѣдуемая эманація продувалась въ пространство разсѣятеля, оставалась тамъ въ теченіе ϑ времени и затѣмъ быстро выдувалась. Назову черезъ T время, протекшее отъ момента взятія изслѣдуемой воды изъ колодца до начала активированія, а въ случаѣ газовъ черезъ T буду называть время отъ начала собиранія газа до начала активированія, Такъ какъ газъ собирался сравнительно медленно, то T въ этомъ случаѣ не могло быть менѣе $1^h 24^m$ (наблюденіе 25-го іюня). Въ случаѣ же воды я могъ варьировать T начиная отъ 40^{sec}. Здѣсь интересно было брать T возможно меньшимъ, такъ какъ такимъ образомъ можно было надѣяться уловить слѣды какой-либо быстро затухающей эманаціи, если бы таковая была въ изслѣдуемыхъ водахъ и могла бы давать явленіе радіоактивной индукціи.

Вотъ результаты перваго наблюденія затуханія наведенной активности воздуха, продутаго черезъ воду изъ колодца № 1. Наблюденіе произведено 23-го іюня во дворѣ ваннаго зданія въ полузакрытомъ помѣщеніи. Благодаря близости къ колодцу (колодецъ находился отъ мѣста наблюденія шагахъ въ двадцати) T возможно было сдѣлать равнымъ всего 40^{sec}. Продолжительность активированія ϑ была равна 12^{min}. Всѣ стадіи этого наблюденія и вычисленія результатовъ наблюденія представлены въ нижеслѣдующей таблицѣ VIII, раздѣленной на 15 колоннъ.

Въ колоннѣ 1 указанъ № отдѣльнаго наблюденія, въ колоннѣ 2 указанъ отсчитанный по хронометру моментъ прохожденія нити листочка

электроскопа черезъ указанныя въ третьей колоннѣ давленія шкалы. Въ колоннѣ 4 указаны интерваллы, время прохожденія которыхъ нитью листочка указано въ колоннѣ 6, а въ пятой колоннѣ указаны значенія v этихъ интерваллов въ вольтахъ. Въ колоннѣ 7 даны средніе моменты прохожденія нити листочка черезъ соотвѣтствующій интерваллъ, въ 8-й указанъ токъ полнаго разсѣянія i въ милливольтахъ на секунду при емкости электроскопа 1, въ 9-й величины $J_t = i - i_N$, гдѣ i_N есть токъ натуральнаго разсѣянія, выраженный въ тѣхъ же единицахъ, какъ не i. Въ 10-й колоннѣ дано время, протекшее отъ момента прекращенія активированія до соотвѣтствующаго средняго момента; въ колоннѣ 11 приведены $lg_{10}\ J_t$, въ 12-й соотвѣтствующіе $lg_{10}\ j_t$, взятые изъ таблицы на 622 страницѣ Annalen der Physik, Bd. 21, причемъ характеристика положена равной нолю. Въ колоннѣ 13 указаны разности $lg_{10}\ J_t - lg_{10}\ j_t$. Въ колоннѣ 14 величины $lg_{10}\ J_t$ приведены къ $lg\ j_t$. при помощи средняго значенія разностей, заключающихся въ колоннѣ 13. Эти, приведенные логариѳмы мы будемъ обозначать черезъ $lg\ J'_t$. Въ колоннѣ 15 указаны разности $lg\ J'_t - lg\ j_t$.

Въ вышеуказанной таблицѣ 11 на стр. 622 Ann. d. Physik, Bd. 21 нѣтъ данныхъ для $\vartheta = 12^{min}$. Въ такомъ случаѣ я поступилъ слѣдующимъ образомъ. Я подыскалъ числа къ логариѳмамъ, даннымъ для $\vartheta = 5^{min}$ и $\vartheta = 15^{min}$; по этимъ числамъ интерполировалъ числа для случая $\vartheta = 12^{min}$. По логариѳмамъ этихъ найденныхъ интерполяціей чиселъ и по соотвѣтствующимъ временамъ вычерчивалась кривая, при помощи которой и надены числа колонны 12. Такимъ образомъ я поступалъ всякій разъ, когда имѣлъ ϑ, не заключающееся въ таблицѣ *Schmidt'a*.

Если ошибка измѣренія величины i можетъ достигать 5%, то максимальная возможная ошибка при опредѣленіи $lg\ J_t$, вычисляемая по формулѣ

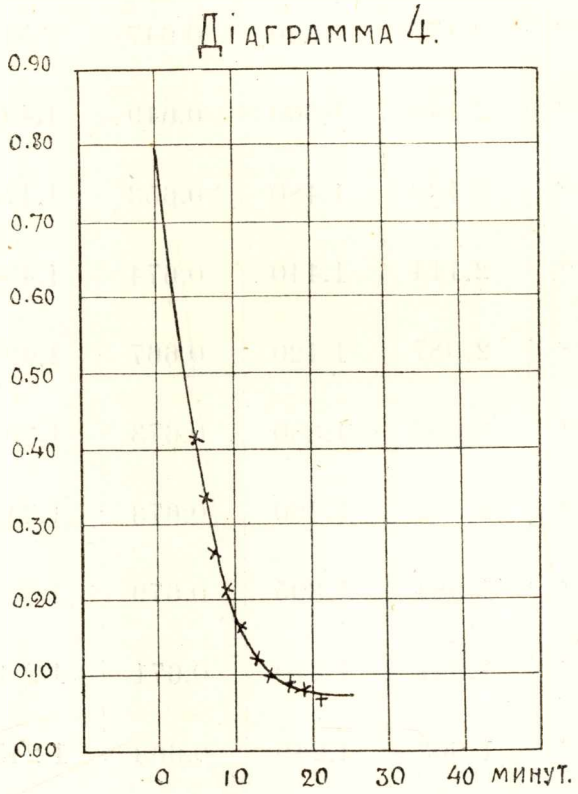
$$\frac{5\%\ lg_{10}\ e}{lg_{10}\ J_t},$$

можетъ въ настоящемъ случаѣ достигать тоже 5%. Между тѣмъ разности, указанныя въ 15 колоннѣ таблицы VIII, нигдѣ не превосходятъ 1.5% логариѳма наблюденной величины J_t. Отсюда можно заключить, что числа колонны 13 оказались различающимися между собой только вслѣдствіе случайныхъ ошибокъ наблюденія, и затуханіе наблюдаемой нами наведенной активности вполнѣ слѣдуетъ законамъ затуханія вре-

Таблица VIII.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	$4^h16^m24^s$	2.8	2.8—3.3	3.05	$350^s.0$	$4^h19^m19^s$	8.71	7.19	$4^m.65$	0.857	0.420	0.437	0.415	+0.005
2	17^m11^s	2.9	2.9—3.4	3.05	$408^s.5$	20^m35^s	7.47	5.95	5.92	0.774	0.340	0.434	0.335	+0.005
3	18^m11^s	3.0	3.0—3.5	3.10	$472^s.0$	$22^m07^s.0$	6.57	5.05	7.42	0.703	0.270	0.433	0.261	+0.009
4	19^m24^s	3.1	3.1—3.6	3.10	$515^s.5$	$23^m42^s.0$	6.01	4.49	9.03	0.652	0.200	0.452	0.210	—0.010
5	20^m45^s	3.2	3.2—3.7	3.10	561.5	$25^m26^s.0$	5.52	4.00	10.76	0.602	0.151	0.450	0.160	—0.008
6	$22^m14^s.0$	3.3	3.3—3.8	3.10	601.0	$27^m15^s.0$	5.16	3.64	12.57	0.561	0.120	0.441	0.019	+0.001
7	$23^m59^s.5$	3.4	3.4—3.9	3.15	626.5	$29^m13^s.0$	5.03	3.51	14.55	0.545	0.100	0.445	0.103	—0.003
8	$26^m03^s.0$	3.5	3.5—4.0	3.20	649.5	$31^m28^s.0$	4.93	3.41	16.80	0.533	0.083	0.450	0.091	—0.008
9	$27^m59^s.5$	3.6	3.6—4.1	3.30	683.0	$33^m40^s.0$	4.83	3.31	19.00	0.520	0.078	0.442	0.078	0.000
10	$30^m06^s.5$	3.7	3.7—4.2	3.30	695.0	$35^m54^s.0$	4.75	3.23	21.23	0.509	0.076	0.433	0.067	+0.009
11	$32^m15^s.0$	3.8									среднее	0.442		
12	$34^m26^s.0$	3.9												
13	$36^m52^s.5$	4.0												
14	$39^m22^s.5$	4.1												
15	$41^m41^s.5$	4.2												

менной активности твердыхъ тѣлъ, производимой радіевой эманаціей. Это наглядно представлено на діаграммѣ № 4, въ которой по оси абсциссъ отложены протекшія отъ момента прекращенія активированія времена въ минутахъ, а по оси ординатъ отложены $lg\ j_t$ соотвѣтствующіе моментамъ 0, 2, 5, 8, 10, 12, 15, 18, 20 и 25 минутъ. По полученнымъ, такимъ образомъ, точкамъ вычерчена кривая затуханія наведенной активности эманаціи радія для $\vartheta = 12$ минутъ, и затѣмъ крестиками нанесены точки $(lg\ J_t', t)$, причемъ величины $lg\ J_t'$ взяты изъ колонны 14 таблицы VIII. Мы видимъ, что крестики всюду располагаются по кривой.

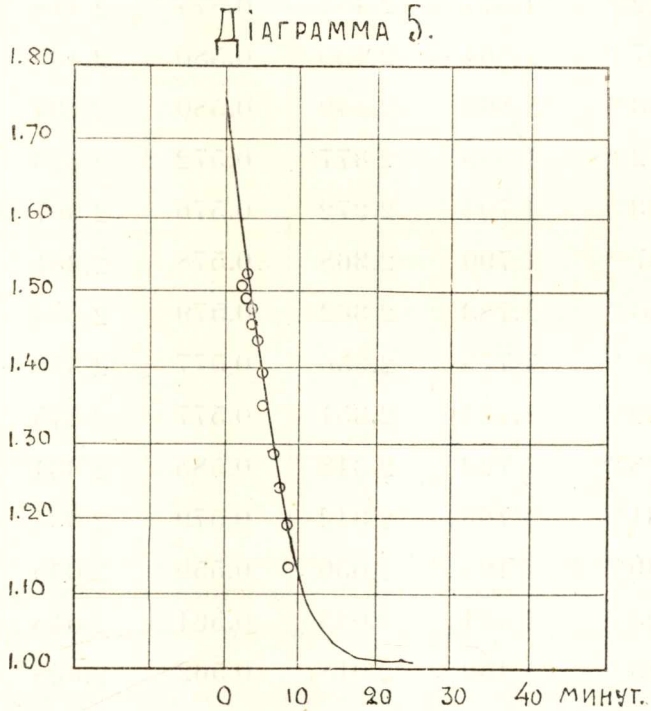


Въ нижеслѣдующей таблицѣ IX я сообщаю результаты наблюденій затуханія наведенной активности газа, собраннаго надъ колодцемъ № 2. Это наблюденіе произведено 25-го іюня во дворѣ ваннаго зданія въ томъ же помѣщеніи, какъ и вышеуказанное наблюденіе 23 іюня. Въ настоящемъ случаѣ $T = 1^h\ 24^{min}$, $\vartheta = 10^m 23^{sec}$, $i_N = 0.9$ милливольтъ въ секунду, при емкости, принятой за 1. Я не привожу на этотъ разъ тѣхъ свѣдѣній, какими были заполнены колонны 2—9 въ таблицѣ VIII.

Таблица IX.

№№	Время отъ конца активированія.	lgJ_t	lgj_t	$lgJ_t - lgj_t$	lgJ'_t	$lgj_t - lgJ'_t$
1	2^m21^{sec}	2.168	1.540	0.628	1.510	+0.030
2	2^m39^{sec}	2.177	1.530	0.647	1.519	+0.011
3	2^m59^{sec}	2.149	1.500	0.649	1.491	+0.009
4	3^m21^{sec}	2.133	1.480	0.653	1.475	+0.005
5	3^m46^{sec}	2.114	1.440	0.674	1.456	—0.016
6	4^m13^{sec}	2.087	1.420	0 667	1.429	—0.009
7	4^m39^{sec}	2.053	1.380	0.673	1.395	—0.015
8	5^m08^{sec}	2.002	1.380	0.673	1.344	—0.014
9	5^m42^{sec}	1.984	1.305	0 679	1.326	—0.021
10	6^m19^{sec}	1.941	1.270	0.671	1.283	—0.013
11	7^m01^{sec}	1.903	1.240	0.663	1.245	—0.005
12	7^m49^{sec}	1.845	1.200	0 645	1.187	+0.013
13	8^m38^{sec}	1.796	1.165	0.631	1.138	+0.023
			среднее	0.658		

Какъ видно изъ этой таблицы наибольшее значеніе разности $lg\ j_t$—$lg\ J_t'$ составляетъ 1.4% соотвѣтствующаго значенія $lg\ J_t$ (№ 1). Между тѣмъ максимальная возможная ошибка при опредѣленіи $lg\ J$ будетъ 1.5%, считая, что максимальная возможная ошибка при опредѣленіи i составляетъ 5%. Отсюда слѣдуетъ, что затуханіе наблюдаемой нами наведенной активности совершенно слѣдуетъ законамъ затуханія наведенной активности эманаціи радія. Это наглядно представлено діаграммой № 5, составленной совершенно такъ же, какъ предыдущая діаграмма № 4. И здѣсь мы видимъ, что наблюденныя точки (отмѣчены кружками) хорошо слѣдуютъ за кривой, представляющей затуханіе наведенной активности эманаціи радія.

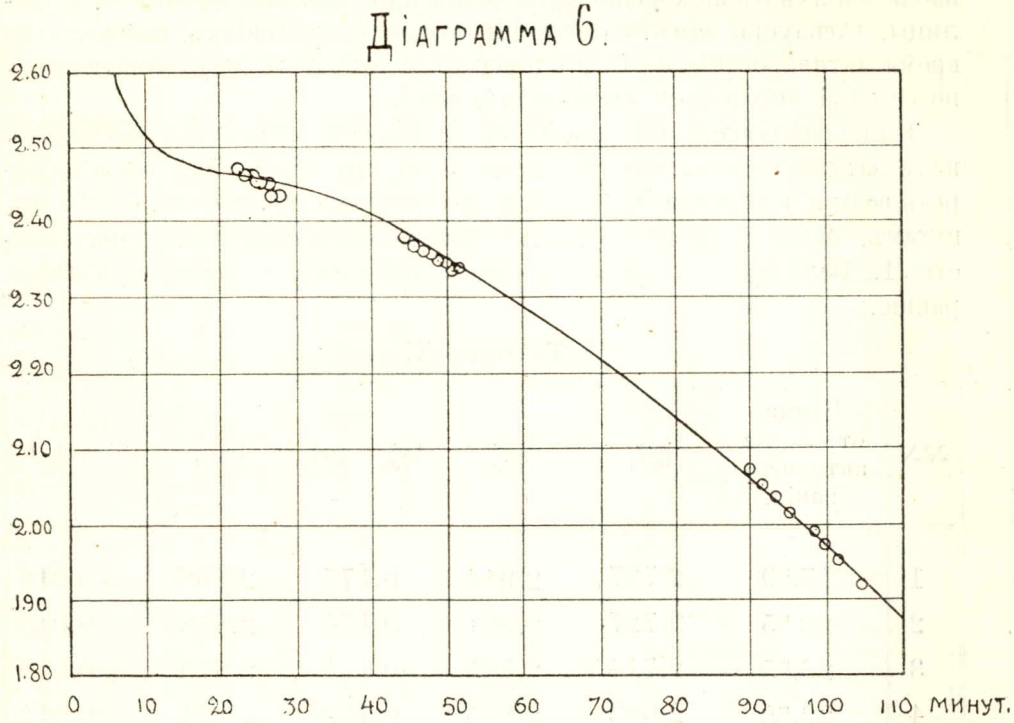


Нижеслѣдующая таблица X представляетъ результаты наблюденія наведенной активности газа, собраннаго надъ колодцемъ № 2, но при другомъ времени активированія, а именно: при $\vartheta = 30\frac{1}{4}$ минутъ, T около 2 часовъ, $i_N = 2.0$ милливольтъ въ секунду (принимая емкость электроскопа за 1.). Наблюденіе произведено 27-го іюня вечеромъ въ полузакрытомъ помѣщеніи.

Таблица X.

№№	Время отъ конца активированія.	lgJ_t	lgj_t	$lgj_t—lgJ_t$	lgJ'_t	$lgj_t—lgJ'_t$
1	22^m48^{sec}	1.900	2.460	0.560	2.471	—0.011
2	23^m30^{sec}	1.894	2.458	0.564	2.465	—0.007
3	24^m13^{sec}	1.890	2.457	0.567	2.461	—0.004
4	24^m55^{sec}	1.886	2.456	0.570	2.457	—0.001
5	25^m37^{sec}	1.878	2.454	0.576	2.449	+0.005
6	26^m22^{sec}	1.877	2.451	0.574	2.448	+0.003
7	27^m07^{sec}	1.864	2.450	0.580	2.435	+0.015
8	27^m53^{sec}	1.863	2.449	0.580	2.434	+0.015
9	45^m12^{sec}	1.805	2.377	0.572	2.376	+0.001
10	46^m03^{sec}	1.795	2.272	0.576	2.367	+0.005
11	46^m57^{sec}	1.790	2.368	0.578	2.361	+0.007
12	47^m50^{sec}	1.783	2.362	0.579	2.354	+0.008
13	48^m46^{sec}	1.779	2.356	0.577	2.350	+0.006
14	49^m39^{sec}	1.774	2.351	0.577	2.345	+0.006
15	50^m33^{sec}	1.763	2.348	0.585	2.334	+0.014
16	51^m31^{sec}	1.763	2.342	0.579	2.334	+0.008
17	89^m39^{sec}	1.494	2.050	0.559	2.065	—0.015
18	91^m25^{sec}	1.474	2.035	0.561	2.045	—0.010
19	93^m19^{sec}	1.456	2.018	0.562	2.028	—0.010
20	95^m14^{sec}	1.435	2.002	0.567	2.006	—0.004
21	97^m13^{sec}	1.425	1.984	0.559	1.996	—0.012
22	99^m13^{sec}	1.401	1.965	0.564	1.972	—0.007
23	101^m30^{sec}	1.371	1.946	0.575	1.942	+0.004
24	103^m52^{sec}	1.346	1.020	0.574	1.917	+0.003
				0.571		

Наибольшее значеніе разности $\log j_t - \lg J_t'$ въ таблицѣ X составляетъ (№ 17) 1% величины $\lg J_t$, между тѣмъ какъ при 5% возможной ошибки въ опредѣленіи i ошибка въ $\lg J_t$ можетъ достигать 2%. Слѣдовательно и изъ таблицы X надо заключить, что затуханіе наблюдаемой нами наведенной активности вполнѣ слѣдуетъ законамъ затуханія наведенной активности эманаціи радія. Это наглядно представлено діаграммой 6, составленной совершенно такъ же, какъ діаграммы 4 и 5.



§ 3. Изученіе наведенной активности изслѣдуемой эманаціи при помощи колокола Elster'a Geitel'я при большихъ временахъ активированія и независимо отъ градуировки шкалы электроскопа.

Кромѣ вышеизложенныхъ наблюденій, сдѣланныхъ электроскопомъ *Schmidt*'а, у меня имѣется еще два наблюденія затуханія наведенной активности изслѣдуемой эманаціи. Но на этотъ разъ я пользовался колоколомъ и электроскопомъ *Elster-Geitel*'я, при чемъ въ качествѣ тѣла Z служила внутренняя поверхность колокола. Время ϑ въ одномъ случаѣ было $5\frac{1}{2}$ часовъ, а въ другомъ 7 часовъ. Благодаря большому времени активированія, большимъ порціямъ воды и газа и большой поверхности тѣла Z, токи разсѣянія i оказались настолько сильными, что изученіе ихъ затуханія со временемъ можно было сдѣлать независимымъ

отъ градуировки шкалы электроскопа: какъ при изученіи затуханія эманаціи, такъ и теперь наблюдалось паденіе листочка (праваго) всегда въ одномъ и томъ же интервалѣ шкалы (отъ 17 до 10 дѣленія, каковой интерваллъ соотвѣтствовалъ паденію потенціала на 61.06 вольта). Не смотря на огромную разницу размѣровъ пространства разсѣятеля подъ колоколомъ (поверхность 2987 cm^2, объемъ 8555 cm^3) и такового же пространства у „нормальнаго" электроскопа затуханіе тока разсѣянія наведенной активности подъ колоколомъ въ описываемыхъ наблюденіяхъ очень хорошо согласовалось съ данными *Schmidt*'овой таблицы. Слѣдуетъ замѣтить, что въ этихъ наблюденіяхъ колоколъ во время активированія былъ изолированъ и заряженъ до отрицательнаго потенціала 800 вольтъ (приблизительно).

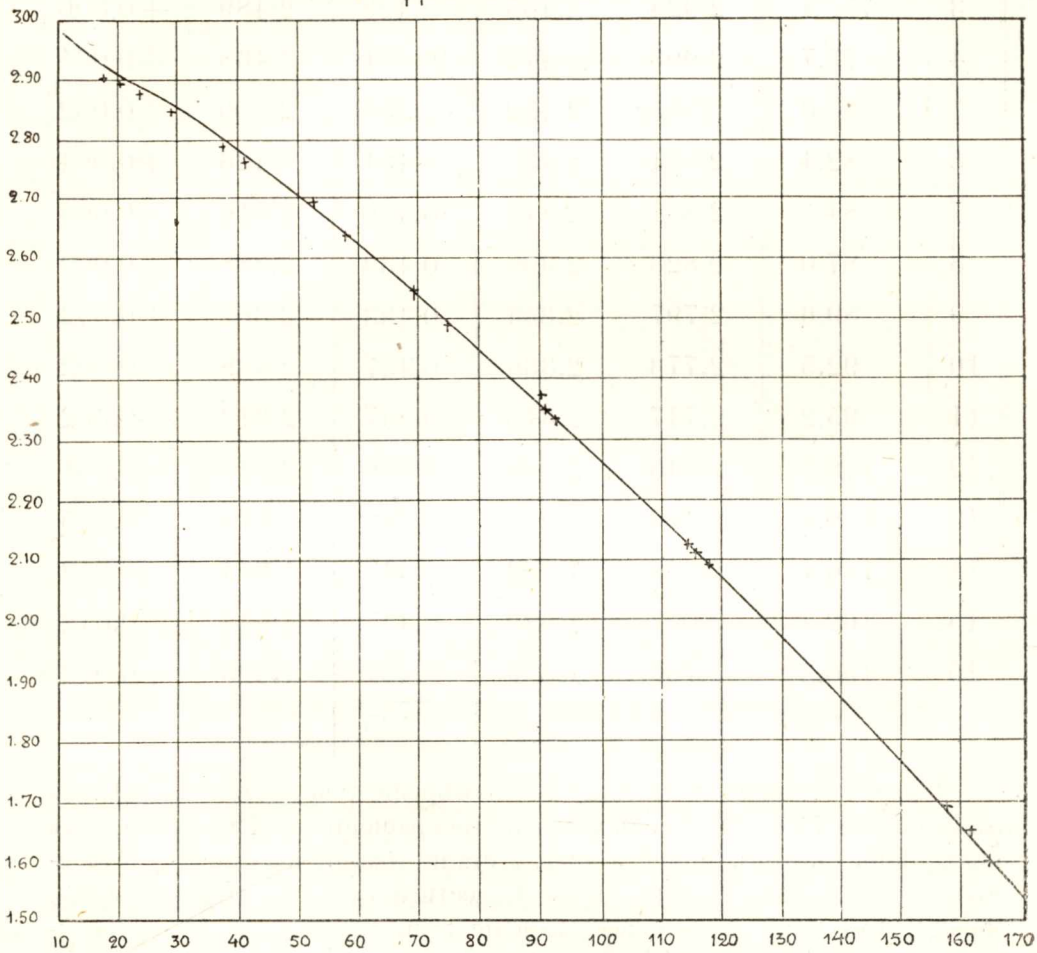
Ниже слѣдующая таблица XI представляетъ результаты наблюденія надъ затуханіемъ активности, наведенной при продуваніи воздуха черезъ воду изъ колодца № 1. Наблюденіе сдѣлано 25-го іюня, $T=16$ минутамъ, $\vartheta=5\frac{1}{2}$ часовъ, $i_N=4.8$ милливольтъ въ секунду при емкости 1. Величины J_t, j_t и J_t' имѣютъ тоже самое значеніе, какъ и раньше.

Таблица XI.

№№	Время отъ конца активированія.	$\lg J_t$	$\lg j_t$	$\lg j_t - \lg J_t$	$\lg J'_t$	$\lg j_t - \lg J'_t$
1	$17.^m9$	2.737	2.914	0.177	2.898	+0.016
2	$20.^m5$	2.727	2.901	0.174	2.888	+0.013
3	$23.^m5$	2.714	2.885	0.171	2.875	+0.010
4	$29.^m2$	2.683	2.855	0.172	2.844	+0.011
5	$37.^m9$	2 630	2.796	0.166	2.791	+0.005
6	$41.^m6$	2.606	2.770	0 164	2.767	+0.003
7	52.7	2.529	2.685	0.156	2.690	—0 005
8	58.0	2.481	2.640	0.159	2.642	—0.002
9	69.4	2.388	2 545	0 157	2.549	—0.004
10	76.6	2.328	2.484	0 156	2.489	—0.005
11	91.6	2.191	2 344	0.153	2.352	—0.008
12	116.6	1 950	2.103	0.153	2 111	—0.008
13	163.3	1.480	1.622	0 142	1.641	—0.019
			среднее	0.161		

Максимальная возможная ошибка при опредѣленіи lg J_t составляетъ 1.5% этой величины. Между тѣмъ наибольшая величина разности lg j_t—lg J_t' составляетъ лишь 1.2%. Слѣдовательно затуханіе наблюденной нами наведенной активности совершается совершенно такъ же, какъ и затуханіе наведенной активности эманаціи радія при томъ же времени активированія. Это наглядно представлено діаграммой 7: мы видимъ, что наблюденныя точки (отмѣченны крестиками) хорошо слѣдуютъ за кривой, представляющей затуханіе наведенной активности эманаціи радія.

Діаграмма 7.



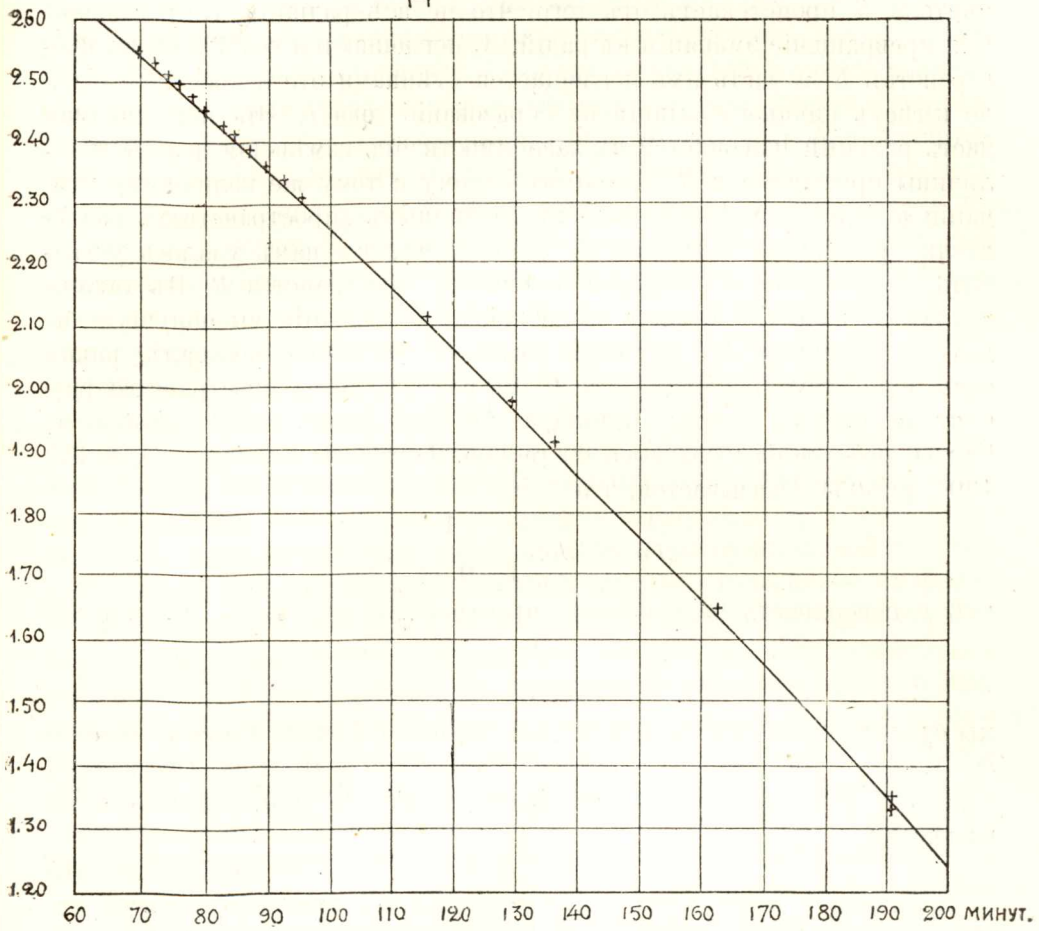
Нижеслѣдующая таблица XII представляетъ результаты наблюденія надъ затуханіемъ активности, наведенной газомъ, собраннымъ надъ колодцемъ № 2. Наблюденіе сдѣлано 26-го іюня, T около 3-хъ часовъ, $i_N = 9.0 \frac{\text{Millivolt} + \text{емкость } 1}{\text{sec}}$, $\vartheta = 7$ часовъ.

Таблица XII.

№№	Время отъ конца активированія.	$\lg J_t$	$\lg j_t$	$\lg J_t - \lg j_t$	$\lg J'_t$	$\lg j_t - \lg J'_t$
1	71.^{m}5	2.962	2.525	0.437	2.527	—0.002
2	73.^{m}4	2.942	2 506	0.436	2 507	—0.001
3	75.^{m}4	2 924	2.495	0.429	2 489	+0.006
4	77.7	2 903	2.472	0.431	2.468	+0.004
5	80.0	2.885	2 452	0.433	2.450	+0.002
6	82.4	2.861	2.430	0.431	2.426	+0.004
7	84.5	2.851	2.412	0.439	2.416	—0.004
8	87.0	2.823	2.390	0.433	2.388	+0 002
9	89.6	2 797	2.364	0.433	2.362	+0.002
10	92.5	2.773	2.336	0.437	2.338	—0 002
11	95.2	2.747	2.310	0.437	2.312	—0.002
12	116.2	2 545	2.109	0.436	2.110	—0.001
13	129.9	2.410	1.970	0.440	1.975	—0.005
14	136.4	2.349	1.902	0.447	1.914	—0 012
15	162.7	2.077	1.630	0.447	1.642	—0.012
16	190.3	1.760	1.339	0.421	1.325	+0.012
			среднее	0 435		

Первое внесенное въ таблицу XII измѣреніе тока разсѣянія сдѣлано лишь спустя 71.5 минутъ отъ момента прекращенія активированія, такъ какъ лишь съ этого момента токи i стали токами насыщенія. Максимальная возможная ошибка въ $\log J_t$ достигаетъ 1.2% этой величины, между тѣмъ какъ наибольшее значеніе разности $\lg j - \lg J_t'$ составляетъ лишь 0.8% величины $\lg J_t$. Слѣдовательно, и на этотъ разъ затуханіе наблюдаемой нами наведенной активности совершается совершенно такъ же, какъ затуханіе наведенной активности эманаціи радія. Это наглядно представлено діаграммой 8; мы видимъ, что наблюденныя точки (отмѣчены крестиками) хорошо слѣдуютъ за кривой, представляющей затуханіе наведенной активности эманаціи радія.

Діаграмма 8.



Глава III. Измѣреніе количества эманаціи, заключающейся въ изслѣдуемыхъ газахъ и водахъ.

§ 1. Методы Mache и Schmidt'a для измѣренія количества эманаціи.

Пусть J_0 представляетъ величину тока разсѣянія, производимаго въ пространствѣ разсѣятеля R радіевой эманаціей тотчасъ по ея введеніи въ это пространство. Конечно, J_0 есть разность $i_0 - i_N$, гдѣ i_N есть токъ натуральнаго разсѣянія, а i_0 есть токъ полнаго разсѣянія въ тотъ же самый моментъ, къ которому относится J_0. Пусть y обозначаетъ количество введенной эманаціи. Тогда мы можемъ записать равенство

$$y = K.'J_0,$$

гдѣ K' есть для даннаго пространства разсѣятеля величина постоянная и обозначаетъ количество эманаціи, необходимое для возбужденія

въ этомъ пространствѣ тока насыщенія въ 1 единицу тока. Измѣнчивость фактора K' при измѣненіи формы и величины пространства разсѣятеля R проистекаетъ отъ того, что не всѣ радіаціи, сопровождающія превращеніе эманаціи въ радій, A, поглощаются воздухомъ въ пространствѣ R, а часть ихъ поглощается стѣнками этого пространства и не имѣетъ никакого вліянія на образованіе тока i_0. Эта поглощаемая часть радіацій измѣняется въ зависимости отъ измѣненія формы и величины пространства R, и поэтому одному и тому же количеству эманаціи y будутъ соотвѣтствовать въ различныхъ „пространствахъ разсѣятеля" различныя величины J_0. Допустимъ, что намъ удалось устранить поглощаемость радіацій стѣнками пространства R. Въ такомъ случаѣ въ качествѣ мѣрила введенной въ R эманаціи мы получили бы другую величину J_0', большую чѣмъ J_0. *W. Duane* показалъ, какая связь существуетъ между J_0 и J_0' въ случаѣ, когда пространство разсѣятеля имѣетъ форму цилиндра. (*William Duane*. Sur l'ionisation de l'air en présence de l'émanation du radium, Journal de Physique, (4), t. IV, 1905, p. 605). Оказывается, что

$$J'o = Jo. \frac{1}{1-0.52. \frac{s}{v}},$$

гдѣ s поверхность, а v объемъ пространства разсѣянія. Множитель

$$\frac{1}{1-0.52 \frac{s}{v}}$$

мы будемъ обозначать черезъ D. Для нашего колокола *Elster*'а—*Geitel*'я $D=1.22$, а для нашего электроскопа *Schmidt*'а $D=1.94$. Обозначивъ черезъ K факторъ пропорціональности между J_0' и y, мы получаемъ равенство

$$y=K.\ D.\ J_0 \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (6)$$

Величина K обозначаетъ количество радіевой эманаціи, которую необходимо ввести въ данное пространство R для возбужденія въ немъ тока равнаго $1/D$ единицъ. Ясно, что при варіаціи размѣровъ пространства R, если только сохраняется его цилиндрическая форма, произведеніе J_0D для одного и того же значенія y всегда должно оставаться постояннымъ. Величина K можетъ быть приблизительно вычислена по слѣдующимъ даннымъ, приводимымъ *H. Mache* въ его уже цитированной статьѣ Ueber die Radioactivität der Gasteiner Thermen. (Wiener Berichte, Bd. 113, Abth. IIa, 1904, s. 1329.). Количество эманаціи, возбуждающей токъ въ 564 10^{-3} электростатическихъ единицъ, по разсчету *Moche* равно 12×10^{-7} mm³. Отсюда для K приблизительно выходитъ:

$$K = 2.13 \times 10^{-6} \frac{\text{mm}^3}{\text{эл.-ст. ед. тока}}.$$

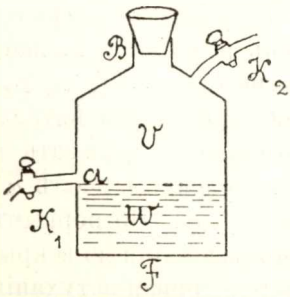
Во всякомъ случаѣ, если K еще и неизвѣстно достаточно точно, это есть абсолютно постоянная величина. Такимъ образомъ измѣреніе y сводится къ измѣренію J_0 въ единицахъ, независящихъ отъ метода и орудія

измѣренія, каковыми, напр., являются электростатическія единицы тока. Какъ извѣстно, токъ разсѣянія, производимый радіевой эманаціей послѣ ея введенія въ пространство разсѣятеля начинаетъ быстро возрастать. Его величину въ моментъ t, считая за нулевой моментъ моментъ введенія, мы обозначили черезъ J_t. Такъ какъ очень трудно непосредственно измѣрить токъ полнаго разсѣянія i_0, то величину J_0 приходится вычислять по нѣсколькимъ величинамъ J_t. Этимъ не только обходятся трудности измѣренія i_0, но и выигрывается точность опредѣленія J_0. Въ теченіе небольшого промежутка времени t послѣ введенія радіевой эманаціи въ пространство разсѣятеля, количество ея, благодаря медленности ея радіоактивнаго превращенія, не успѣваетъ уменьшаться настолько, чтобы это уменьшеніе было доступно измѣренію. Въ такомъ случаѣ величину J_t можно представить такой функціей времени:

$$J_t = J_0 + Bf(t), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

гдѣ $Bf(t)$ будетъ обозначать токъ разсѣянія, производимый уже только активностью, возбужденной радіевой эманаціей на стѣнкахъ пространства разсѣятеля. *Duane* въ вышецитированной работѣ нашелъ видъ функціи $Bf(t)$, воспользовавшись для этой цѣли формулой, данной *P. Curie* и *Danne*'омъ для затуханія наведенной активности радіевой эманаціи (C. R. 1904, t. 138, p. 685), и введя двѣ константы, зависящія отъ размѣровъ цилиндрическаго пространства разсѣятеля. Наблюдая рядъ величинъ J_{t_1}, J_{t_2},. . . ., можно съ достаточной точностью найти и константы, и J_0. Нѣсколько раньше появленія вышеуказанной работы *Duane*'а *H. Mache* (l. c.), исходя изъ того же соображенія, что членъ $Bf(t)$ въ равенствѣ (7) зависитъ исключительно отъ появленія наведенной активности, а іонизація, производимая эманаціей, остается постоянной, предложилъ слѣдующій графическій методъ опредѣленія J_0 Въ теченіе нѣкотораго ремени послѣ веденія въ пространство разсѣятеля наблюдается, какъ и въ методѣ *Duane*'а рядъ величинъ J_{t_1}, J_{t_2},. . , J_{t_n}; затѣмъ возможно быстро послѣ опредѣленія величины J_{t_n} пространство разсѣятеля вскрывается, сильно провѣтривается, закрывается вновь, послѣ чего возможно быстро приступаютъ къ наблюденію затуханія наведенной активности. Пусть τ_0 обозначаетъ моментъ вскрытія пространства R, а J'_{τ_1}, J'_{τ_2},. . . ., J'_{τ_m}—рядъ токовъ разсѣянія, вызванныхъ затухающею наведеннаго активностью. Времена t_1, t_2,. . . . t_n, τ_0, σ_1,.. τ_m отсчитаны отъ момента введенія эманаціи въ пространство разсѣятеля. Наблюденія, произведенныя до момента τ_0, позволяютъ образовать n точекъ съ координатами (J_t, t), а наблюденія, произеденныя послѣ τ_0, позволяютъ образовать m точекъ съ координатами ($J'\tau$, τ). По первымъ n точкамъ вычерчивается кривая возрастанія токовъ разсѣянія до вскрытія колокола, а по m вторымъ точкамъ вычерчивается кривая затуханія наведенной активности. Затѣмъ та и другая кривая экстраполируются къ моменту τ_0. Разность $J_{\tau_0} - J'_{\tau_0}$ и будетъ представлять искомое J_0. Успѣхъ примѣненія этого метода *Mache* зависитъ отъ того, насколько

опредѣлено выясняются кривыя возрастанія и затуханія тока. Но самый критическій моментъ метода—это экстраполяція кривыхъ, такъ какъ теченіе кривой между данными точками вообще еще не характеризуетъ ея теченія внѣ этихъ точекъ, особенно въ случаѣ кривой затуханія наведенной активности эманаціи радія. Эта кривая, какъ извѣстно, дважды мѣняетъ свой характеръ: быстрое паденіе въ первые 15 минутъ по прекращеніи активированія смѣняется почти постоянствомъ ординатъ въ теченіе приблизительно 20 минутъ, а затѣмъ новое паденіе, хотя и не такое быстрое какъ первое. Тѣмъ не менѣе въ одномъ отношеніи методъ *Mache* имѣетъ преимущество передъ методомъ *Duane*'а. Методъ *Duane*'а примѣнимъ только тогда, когда введеніе эманаціи въ пространство разсѣятеля совершается настолько быстро, что моментъ начала этого введенія безъ замѣтной погрѣшности можно считать за моментъ самого введенія. Въ противномъ случаѣ функція $Bf(t)$ будетъ совсѣмъ иная, чѣмъ указалъ *Duane*, а въ такомъ случаѣ пользованіе этимъ методомъ теряетъ свой смыслъ. Между тѣмъ метода *Mache* не зависитъ отъ спеціальныхъ представленій о видѣ функціи $Bf(t)$ и не теряетъ своего смысла и тогда, когда введеніе эманаціи въ пространство разсѣятеля происходитъ медленно, какъ, напр., это имѣетъ мѣсто при изученіи радіоактивности водъ по методу циркуляціи въ замкнутой цѣпи. Только послѣ сравнительно продолжительной циркуляціи (отъ 20 до 30 минутъ) воздуха цѣпи черезъ изслѣдуемую воду и мало по малу эманація вводится въ пространство разсѣятеля, напр., подъ колоколъ *Elster*'а—*Geitel*'я. Лишь при изученіи радіоактивности газовъ методъ циркуляціи позволяетъ быстро ввести изслѣдуемую эманацію подъ колоколъ. Въ этомъ случаѣ въ замкнутую цѣпь, содержащую „пространство разсѣятеля", насосъ—грушу и осушители, вводятся сосудъ съ изслѣдуемымъ газомъ, который благодаря циркуляціи быстро распредѣляется по всей цѣпи, и тѣмъ болѣе быстро, чѣмъ объемъ пространства разсѣятеля ближе къ объему насоса-груши, производящаго циркуляцію: два—три удара насоса, и введеніе эманаціи въ пространство разсѣятеля совершилось. Въ 1905 году *H. W. Schmidt* (Phys. Zeitschr, 6, p. 561) показалъ, какъ и въ случаѣ водъ



введеніе эманаціи въ пространство разсѣятеля произвести такъ быстро, чтобы можно было при опредѣленіи J_0 пользоваться раціональной методой *Duane*'а. Сущность метода *Schmidt*'а состоитъ въ слѣдующемъ: въ сосудъ F, снабженный двумя кранами, какъ показано на рисункѣ, наливается изслѣдуемая вода такъ, чтобы ея уровень былъ ниже внутренняго отверстія a нижняго крана K_1, послѣ чего краны K_1 и K_2 и горло B запираются. а жидкость въ сосудѣ подвергается сильному встряхиванію. Вслѣдствіе встряхиванія уже черезъ $^1/_2$ минуты устанавливается равновѣсіе въ распредѣленіи эманаціи между воздухомъ, занимающимъ

объемъ V, и водой, занимающей объемъ W. Такимъ образомъ надъ водой получается содержащій эманацію газъ въ количествѣ $V cm^3$. Этотъ газъ при помощи крановъ K_1 и K_2 вводится въ одну цѣпь съ пространствомъ разсѣятеля и насосомъ—грушей. Такимъ образомъ въ методѣ *Sshmidt*'а изслѣдуемая вода остается внѣ цѣпи, въ которой происходитъ циркуляція воздуха. Благодаря этому оказалось возможнымъ совершенно устранить изъ цѣпи осушители и трубку съ водой: предварительные опыты *Schmidt*'а показали, что не смотря на продолжительное и сильное встряхиваніе сосуда A съ дистиллированной водой послѣдующее продуваніе воздуха изъ V въ пространство разсѣятеля не вызывало тамъ никакого замѣтнаго увеличенія тока натуральнаго разсѣянія, слѣдовательно не возникало ни порчи изоляціи, ни какой либо іонизаціи.

Schmidt производилъ эти опыты и съ теплой водой, температура которой доходила до 50°C, и результаты были тѣ же. Но *Schmidt* не дѣлалъ опытовъ съ водными растворами солей и съ водой, въ которой, болѣе чѣмъ обыкновенно, растворены газы, какъ это имѣетъ мѣсто во многихъ случаяхъ почвенныхъ и ювенальныхъ водъ. Между тѣмъ можно думать, что освобождающіеся при взбалтываніи газы окажутся іонизованными, какъ оказываются іонизованными газы, выдѣляющіеся при электролизѣ кислотъ и щелочей (Towscnd, Phil. Mag., (5), 45, 125 и 149, 1898), и при нѣкоторыхъ химическихъ реакціяхъ (Bloch, Recherches sur la conductibité électrique de l'air produite par le phosphore et sur les gaz récemment préparés, Annales de chimie et de physique, (8), t. 4, 1905, p. 25).

Подобная испотеза была высказана проф. *А. П. Соколовымъ* въ его уже неоднократно выше цитированной работѣ „Радіоактивность нѣкоторыхъ русскихъ минеральныхъ водъ, грязей и почвъ" по поводу, газовъ, выдѣляющихся изъ жидкой углекислоты при пониженіи давленія.

Если при этомъ рождаются іоны, аналогичные іонамъ—пылинкамъ *Bloch*'а, то, конечно, они едва ли уничтожаются и тогда, когда въ цѣпь будутъ введены осушители и вата, и, значитъ, неизбѣжно повысятъ оцѣнку содержанія радіоактивной эманаціи въ изслѣдуемой водѣ. Но возможно, что существуютъ іоны со свойствами, такъ сказать промежуточными между іонами *Bloch*'а и обыкновенными быстро рекомбинирующими іонами. Въ такомъ случаѣ устроеніе изъ цѣпи осушителей и ваты можетъ вызвать въ цѣпи іонизацію, которая можетъ симулировать затуханіе торіевой эманаціи, и болѣе или менѣе сильно затемнять соотвѣтствующее радіевой эманаціи возрастаніе величинъ J_t въ первые 2—3 часа послѣ введенія эманаціи въ пространство разсѣятеля. Возможность возникновенія этой „паразитной", по выраженію проф. *А. П. Соколова*, іонизаціи, происходящей отъ причинъ, ничего общаго съ радіоактивностью не имѣющихъ, надо имѣть въ виду каждый разъ, когда желаютъ установить радіоактивность какой-либо воды по методу іонизаціи тѣсно соприкасающагося съ водой воздуха, или когда желаютъ установить природу несомнѣнно существующей радіоактивной эманаціи

только по измѣненіямъ величинъ J_t въ первое время по введенію эманаціи въ пространство разсѣятеля, или когда желаютъ оцѣнить количество заключающейся въ испытуемой водѣ эманаціи, природа которой уже извѣстна.

Во всякомъ случаѣ цѣль, которую поставилъ себѣ *Schmidt*: сдѣлалъ введеніе эманаціи въ пространство разсѣятеля возможно быстрѣе, такъ чтобы затраченное на эту операцію время безъ чувствительной погрѣшности можно было принять за одинъ моментъ,—достигнута и тѣмъ болѣе, что насосъ—грушу можно взять приблизительно такихъ же размѣровъ, какъ пространство разсѣятеля, а объемъ V можно сдѣлать значительно больше, чѣмъ это пространство R. Такимъ образомъ становится возможнымъ опредѣлять J_0 раціонально, вычисляя его изъ J_t, пользуясь зависимостью, указанной *Duane'омъ*. Этой же цѣли *H. W. Schmidt* достигъ, исходя изъ равенствъ (3), (4) и (5), представляющихъ теченіе радіоктивнаго прецесса въ *RaA*, *RaB* и *RaC*, и при помощи константъ k'' и k', указанныхъ на стр. 22, *Schmidt* вычислилъ для „нормальнаго" экземпляра своего электроскопа отношенія J_0/J_t для моментовъ времени 0, ½, 1, 1½, 2, 3 и т. д. до 15 минутъ, считая за нулевой моментъ моментъ введенія эманаціи въ пространство разсѣятеля. Результаты этихъ вычисленій *Schmidt*'а содержатся въ таблицѣ III его статьи Übereine einfache Methode zur Messung des Emanationsgehalts von Flüssigkeiten въ Phys. Zeitsch., 6, 1905, p. 561. Мы будемъ называть заключающіеся въ этой таблицѣ величины J_0/J_t множителями *Schmidt*'а.

§ 2. *Измѣреніе величины* $\frac{x}{k}$ *для газовъ по методу Mache и Duane'а — Schmidt'а.*

Для измѣренія количества эманаціи въ газѣ, собранномъ надъ колодцемъ № 2, составлялась земкнутая цѣпь изъ пространства разсѣятеля, объемъ каковаго пространства мы обозначимъ черезъ R, изъ насоса—груши, изъ резервуара, въ которомъ заключается испытуемый газъ при атмосфрномъ давленіи, изъ системы осушителей и, снова пространство разсѣянія. Объемъ, взятый для истытанія порціи газа обозначимъ черезъ V, а объемъ насоса вмѣстѣ съ осушителями и соединительными трубками черезъ V'. Такимъ образомъ объемъ всей цѣпи будетъ $V+V'+$ $+R$. Для краткости обозначимъ эту сумму черезъ U. Пусть количество эманаціи въ литрѣ испытуемаго газа при атмосферномъ давленіи и при средней температурѣ наблюденій будетъ обозначено черезъ x, а y, какъ и выше, обозначаетъ количество эманаціи, введенной послѣ циркуляціи въ пространство разсѣятеля. Тогда количество эманаціи, введенной въ цѣпь, представляется черезъ $\frac{xV}{1000}$, а для y мы имѣемъ равенство

$$y = x \cdot \frac{V}{1000} \cdot \frac{R}{U}$$

откуда, подставляя вмѣсто y его значеніе изъ равенства (6), получимъ

$$x = K.D\,J_0\,\frac{1000}{V}\cdot\frac{U}{R}\,.$$

При этомъ предполагается, что U, V, V' и R выражены въ cm^3, а x и y въ mm^3.

J_0 было опредѣлено дважды по методу *Mache* и трижды по методу *Duane*'а-*Schmidt*'а. Въ первомъ случаѣ я пользовался колоколомъ *Elster*'а-*Geitel*'я, а во второмъ электроскопомъ *Schmidt*'а. Чтобы измѣрить J_0 въ электростатическихъ единицахъ *C. G. S*, необходимо знать емкости примѣняемыхъ электроскоповъ и градуировать ихъ шкалы. Какъ произведена градуировка шкалы электроскопа *Schmidt*'а, объ этомъ уже сообщено (ст. 23). Градуировка же шкалы электроскопа *Elster*'а—*Geitel*'я была произведена слѣдующимъ образомъ. Подъ колоколъ вводился собранный надъ колодцемъ № 2 газъ, и послѣ того, какъ эманація пришла въ радіоактивное равновѣсіе съ продуктами ея распада, и токи разсѣянія стали насыщенными, въ теченіе большого промежутка времени (около 5 дней) опредѣлялись отношенія временъ прохожденія листочкомъ различныхъ интерваловъ шкалы. Изъ такихъ (очень многочисленныхъ) наблюденій были установлены относительныя значенія интерваловъ шкалы. Для абсолютной ихъ оцѣнки оставалось опредѣлить значеніе въ вольтахъ какого-либо одного интервала. Таковъ былъ интервалъ между 13 и 10 дѣленіями шкалы. По сравненію изслѣдуемаго электроскопа съ электроскопомъ такого же типа, но еще никогда не бывшимъ въ употребленіи, этотъ интервалъ оцѣненъ въ 27.1 вольтъ. То же значеніе этого интервала было получено и по возвращеніи въ Томскъ при помощи батареи малыхъ аккумуляторовъ. Что касается емкости электроскоповъ, то, по сравеніи ихъ съ конденсаторомъ *Harms*'а, онѣ оказались совершенно такими же, какія были указаны изготовившими эти электроскопы фирмами: 12.5 см. для электроскопа подъ колоколомъ *Elster*'а-*Geitel*'я и 6.1 см. для электроскопа *Schmidt*'а. Нижеслѣдующая таблица XIII представляетъ данныя, относящіяся къ двумъ измѣреніямъ величины J_0 и $\frac{x}{k}$ по методу *Mache*. Величины t_1, t_n, τ_0, τ_1, τ_m, n, m, $J_{\tau 0}$, $J'_{\tau 0}$, J_0, K, x и V имѣютъ тоже самое значеніе, которое имъ приписано выше въ настоящемъ и предыдущемъ параграфахъ; при чемъ $J_{\tau 0}$, $J'_{\tau 0}$ и J_0 въ колоннахъ 9, 10 и 11 въ милливольтахъ на секунду при емкости электроскопа 1, но при вычисленіи величины x/K (колонна 13) J_0 выражено уже въ электростатическихъ единицахъ тока, для чего числа колонны 11 умножены на 12,5 (емкость электроскопа въ см.) и раздѣлены на 300×1000.

Таблица XIII.

Дата	t_1	t_n	n	τ_0	τ_1	τ_m	m	J_{τ_0}	J'_{τ_0}	J_0	V_{cm^3}	$\frac{x}{k}$ эл.-ст. ед.
23.VI.08	8^m23^s	12^m03^s	8	12^m30^s	19^m07^s	44^m38^s	14	5593	1135	4460	4832	$77,3+10^{-3}$
24.IV.08	6^m09^s	15^m16^s	11	15^m23^s	21^m49^s	43^m04^s	8	5539	1237	4302	4592	$77,0+10^{-3}$

Таблица XIV.

Дата.	Количество введеннаго въ цѣпь газа.	Число наблюденныхъ точекъ.	J_0 въ милливольтъ секундахъ при емкости 1.	$\frac{x}{k}$ эл.-ст. единицъ.	Сколько времени прошло отъ введенія эманаціи до наблюденія Jt_1.	Сколько время продолжалось наблюденіе величинъ Jt.	Сколько время эманація оставалась въ пространствѣ разсѣятеля.
25.VI.08	1700 cm^3	11	445.0±1.5	$(81.8\pm0.3)\times10^{-3}$	2^m58^{sec}	1^m25^{sec}	$4^m13.5^{sec}$
27.VI.08	1700 cm^3	8	422.4±1.1	$(77.8\pm0.2)\times10^{-3}$	4^m56^{sec}	$1^m17.5^{sec}$	$6^m13.5^{sec}$
1.VII.08	138 cm^3	11	123.2±1.3	$(79.1\pm0.8)\times10^{-3}$	0^m55^{sec}	$5^m07.5^{sec}$	$6^m02\ 5^{sec}$

Вышеприведенная таблица XIV представляетъ данныя, относящіяся къ тремъ измѣреніямъ величинъ J_0 и x/K по методу *Duane*'а-*Schmidt*'а, а таблица XV представляетъ всѣ стадіи измѣреній и вычисленій величины J_0 для 27. VI. 08. Таблица составлена совершенно такъ, какъ это указано *Schmidt*'омъ (Phys. Zeitschr., 7, 1906, p. 209). Я привожу ее здѣсь для удобства моего дальнѣйшаго изложенія. Таблица раздѣляется на 12 колоннъ. Колонна 2 содержитъ отсчитанные по хронометру моменты прохожденія нити листочка черезъ дѣленія шкалы, указанныя въ колоннѣ 3. Въ колоннѣ 4 указаны тѣ интервалы шкалы, время прохожденія которыхъ нитью листка сообщено въ колоннѣ 6. Въ колоннѣ 5 даны значенія интерваловъ въ вольтахъ, а въ 7-ой средній моментъ прохожденія нити черезъ эти интервалы. 8-ая колонна содержитъ величины i_t въ милливольтахъ на секунду, 9-ая—величины $J_t = i_t - i_N$, 10-ая—моменты t, отсчитанные отъ момента введенія эманіци въ пространство разсѣятеля; 11—соотвѣтствующіе этимъ моментамъ множители *Schmidt*'а J_0/J_t, а 12—произведенія найденныхъ J_t на соотвѣтствующіе множители *Schmidt*'а, т. е. J_0. Понятно, чтопри отсутствіи ошибокъ наблюденія всѣ числа колонны 12 должны быть одинаковы. Изъ найденныхъ чиселъ колонны 12 взято среднее (422.4 ± 1.1), которое и внесено въ 4-ую колонну таблицы XIV.

Таблица XV.

№№	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	$4^h02^m41.^s0$	3.0	3.0—6.5	23.6	$30.^s0$	$4^h03^m00.^s5$	605.1	603.1	$5^m15.^s5$	0.699	421.5
	46.5	3.5	3.5—7.0	23.4	$39.^s0$	$06.^s0$	600.0	598.0	$5^m21.^s0$	0.697	415,4
	52.0	4.0	4.0—7 5	23.5	$39.^s0$	$11.^s5$	602.6	600.0	$5^m26.^s5$	0.696	417.6
	57.5	4.5	4.5—8.0	23.5	$38.^s5$	$16.^s7$	610.4	608.4	$5^m31.^s7$	0 694	422.2
	$10^m03.^s0$	5.0	5.0—8 5	23.9	$38.^s5$	$22.^s2$	620.8	618.8	$5^m37.^s2$	0.693	428.7
	$08.^s5$	5.5	5.5—9.0	23.9	39.0	$28.^s0$	612.8	610,8	$5^m43.^s0$	0.691	422.0
	$14.^s5$	6.0	6.0—9.5	23.8	38.5	$33.^s7$	618.2	616.2	$5^m48.^s7$	0.689	424.5
	$20.^s0$	6.5	6.5—10.0	24.0	38.5	$39.^s2$	623.4	621.4	$5^m54.^s2$	0.688	427.5
	$25.^s5$	7.0									среднее 422.4 ± 1.1
	$31.^s0$	7.5									
	$36.^s0$	8.0									
	$41.^s5$	8.5									
	$47.^s5$	9.0									
	$53.^s0$	9.5									
	$58.^s5$	10.0									

Если изъ всѣхъ найденныхъ нами пяти значеніяхъ величины $\frac{x}{K}$ (двѣ изъ таблицы XIII и три изъ таблицы XIV) взять среднее, то мы получаемъ 78.6×10^{-3} эл.—ст. ед. Наибольшее отклоненіе отъ этого средняго вычисленія $\frac{x}{K}$ составляетъ лишь 4%. Если принять во вниманіе, что величины $\frac{x}{K}$ измѣрялись и совершенно различными методами, и совершенно различными инструментами, и при совершенно различныхъ условіяхъ наблюденія [при наблюденіи съ колоколомъ *Elster*'а-*Geitel*'я въ цѣпь вводилось около 4.5 литровъ газа, а при наблюденіяхъ съ электроскопомъ *Schmidt*'а 1.7 и 0.138 литра; въ первомъ случаѣ опытъ продолжался около 45 min, а во второмъ около 6 min; въ первомъ случаѣ наблюдалось паденіе потенціала въ 62 вольта, а во второмъ 17—20 вольтъ и т. д.], то согласіе полученныхъ результатовъ измѣренія слѣдуетъ отмѣтить, и особенно въ виду сообщенія, сдѣланнаго на 41 общемъ собраніи Американскаго Химическаго Общества въ Бостонѣ (28—31 декабря 1909 года) *Merle*'емъ *Randall*'емъ. [Реферировано въ Chemiker Zeitung, № 34, 1910]. Этотъ ученый желалъ при помощи тока разсѣянія измѣрить количество радіевой эманаціи, которое приходится на 1 gr урана въ урановой соли, полученной изъ *Pechblende*. Для этой цѣли онъ пользовался различными методами измѣренія и различными электроскопами. Оказалось, что полученные при этомъ токи разсѣянія, которые можно было бы считать мѣрой вышеуказаннаго количества эманаціи, сильно варьировали какъ въ зависимости отъ методы примѣненнаго электроскопа (обыкновенно каждому типу выпускаемыхъ въ продажу электроскоповъ соотвѣтствуетъ лишь одна метода измѣренія), такъ и отъ полнаго количества соли, которая при раствореніи освобождаетъ радіевую эманацію. Въ зависимости отъ медота и примѣненнаго электроскопа эти варьяціи заключались между 2.36×10^{-12} amp. (708.7×10^{-3} электр.-ст. ед.) для электроскопа *Boltwood*'а и 4.80×10^{-12} amp. (1441.5×10^{-3} эл.—ст. ед.) электроскопа *Schmidt*'а. Отсюда *Randall* выводитъ заключеніе, что „предположеніе многихъ европейскихъ ученыхъ", будто бы результатъ измѣренія количества радіевой эманаціи токомъ разсѣянія не будутъ зависѣть отъ примѣненнаго метода и электроскопа, если токъ разсѣянія выражать въ амперахъ или электростатическихъ единицахъ тока,—неправильно. Съ такимъ заключеніемъ совершенно не гармонируютъ вышесообщенные результаты измѣренія величинъ x/K. Та небольшая разница, которая получена между пятью найденными значеніями величины x/K, отнюдь не можетъ быть приписана ни большой разницѣ примѣненныхъ для измѣренія инструментовъ, ни большой разницѣ методовъ измѣренія величины J_0, ни большой разницѣ введенныхъ въ цѣпь количествъ эманаціи, такъ какъ въ таблицѣ XIV имѣется такое значеніе x/K (27. VI), которое отличается отъ результата наблюденія 23.VI лишь на 0.6%. Тѣмъ не менѣе коле

банія въ значеніяхъ величины $\frac{x}{K}$ въ таблицѣ XIV нельзя приписать случайнымъ ошибкамъ наблюденія. Въ такомъ случаѣ надо признать, что либо количество эманаці, приходящееся на одинъ литръ изслѣдуемаго газа, въ разные дни наблюденія было различно;—либо число іоновъ, имѣвшихъ мѣсто въ пространствѣ разсѣятеля, могло быть больше, чѣмъ это соотвѣтствовало введенной эманаціи, и такимъ образомъ имѣло мѣсто явленіе „паразитной" іонизаціи, при чемъ величина этой „паразитной" іонизаціи могла быть то больше, то меньше, и вообще должна уменьшаться со временемъ до полнаго уничтоженія. Такъ какъ въ измѣреніяхъ съ колоколомъ *Elster*'а-*Geitel*'я въ цѣпь были введены осушители и трубка съ ватой, то можно думать, что паразитной іонизаціи въ этомъ случаѣ совсѣмъ не было. Она могла здѣсь исчезнуть еще и по той причинѣ, что къ наблюденіямъ величинъ J_t было приступлено лишь черезъ 8—9 минутъ послѣ введенія эманаціи подъ колоколъ. Такъ какъ въ цѣпь съ электроскопомъ *Schmidt*'а осушители и вата введены не были, и наблюденія величинъ J_t начаты гораздо ранѣе (самое бо́льшее черезъ 4 m 56 sec. послѣ введенія эманаціи), то согласно съ вышеизложенной гипотезой о „паразитной" іонизаціи надо ожидать, что результаты измѣреній, сдѣланныхъ по методу *Schmidt*'а, будутъ больше, чѣмъ результаты измѣреній, сдѣланныхъ съ колоколомъ *Elster*'а-*Geitel*'я. Что это такъ и есть, показываетъ таблица XIV. Точно такъ же вышеизложенная гипотеза объясняетъ, почему результатъ наблюденія 27.VI гораздо ближе къ числу 77, тѣмъ результатъ наблюденія 25.VI: вѣдь 27.VI измѣренія величины J_t были начаты лишь черезъ 4 m 56 sec послѣ введенія эманаціи, въ то время какъ 25.VI. эти измѣренія были начаты спустя только 2 m 58 sec,вслѣдствіе чего „паразитная" іонизаціи должна сильнѣе сказаться въ наблюденніи 25.VI. Но какъ же объяснить, что результатъ наблюденія 1.VII ближе къ 77,—чѣмъ результатъ наблюденія 25.VI? Вѣдь 1.VII измѣреніе величинъ J_t начато только черезъ 55 sec послѣ введенія эманаціи. Но на этотъ разъ наблюденіе продолжалось значительно дольше, чѣмъ ранѣе, а именно 5 m 07.5 sec, тогда какъ ранѣе около 1 m 20 sec. За 5 m 07.5 sec паразитная іонизаціи, въ началѣ большая, могла затухнуть. Что это было дѣйствительно такъ, мы убѣждаемся разсматривая тѣ 11 значеній J_0, изъ которыхъ какъ среднее получено число 123.3. Таблица XVI представляетъ намъ для каждаго изъ трехъ наблюденій, сдѣланныхъ по методу *Schmidt*'а, тѣ свѣдѣнія, которыя для наблюденія 27.VI заключаются въ колоннахъ 10 и 12 таблицы XV. Въ колоннахъ 3, 6 и 9 таблицы XVI даны разности между среднимъ значеніемъ J_0 и соотвѣтствующими значеніями J_0, вычисленными изъ J_t при различныхъ временахъ t.

Таблица XVI.

25.VI.			27.VI.			1.VII.		
1 Моменты отъ начала активированія	2 J_0	3 ΔJ_0	4 Моменты отъ начала активированія	5 J_0	6 ΔJ_0	7 Моменты отъ начала активированія	8 J_0	9 ΔJ_0
$2.^m85$	455	+10	$5^m15.^s5$	421.5	—0.9	1^m48^s	130.5	+7.3
$2.^m97$	453	+ 8	$5^m21.^s5$	415.4	—7.0	2^m08^s	126.7	+4.5
$3.^m07$	444	— 1	$5^m26.^s5$	417.6	—4 8	2^m29^s	124.8	+1.6
$3.^m15$	445	0	$5^m31.^s7$	422.2	—0.2	2^m50^s	125.5	+2.3
$3.^m25$	451	+ 6	$5^m37.^s2$	428 7	+6 3	3^m11^s	126.5	+3.3
$3.^m34$	456	+11	$5^m43.^s0$	422.0	—0.4	3^m31^s	124 0	+0.8
$3.^m44$	439	— 6	$5^m48.^s0$	424.5	+2.1	3^m52^s	122.7	—0.5
$3.^m54$	438	— 7	$5^m54.^s0$	427.5	+5.1	4^m12^s	120.5	—2.7
$3.^m63$	443	— 2		422.4		4^m32^s	117.4	—5.8
$3.^m72$	434	—11				4^m52^s	118 9	—4.3
$3.^m81$	440	— 5				5^m12^s	117.9	—5.3
	445						133.2	

Разсматривая эту таблицу, видимъ, что характеръ измѣненія чиселъ J_0 въ колоннѣ 8 совсѣмъ не тотъ, какъ у чиселъ въ колоннахъ 2 и 5; въ колоннѣ 8 ясно выражено одностороннее измѣненіе величинъ J_0, именно ихъ убываніе. Наблюденіе 1.VII окончено черезъ 5 съ небольшимъ минутъ послѣ введенія эманаціи, приблизительно въ то время, когда наблюденіе 27.VI начато. Въ этомъ послѣднемъ наблюденіи систематическаго уменьшенія величинъ J_0 уже не замѣтно. Оно должно бы быть еще замѣчено въ наблюденіи 25.VI. Если изъ колонны 8 взять только первыя пять значеній J_0, то среднее будетъ 126.8, ссотвѣтственно которому для x/K получаемъ 81.4×10^{-3}; а если взять пять послѣднихъ значеній J_0, то среднее будетъ 119.5; и для x/K имѣемъ 76.7×10^{-3}. Итакъ всѣ данныя таблицы XVI вполнѣ согласуются съ гипотезой о „паразитной“ іонизаціи, исчезающей черезъ 5—6 минутъ послѣ введенія изслѣдуемаго газа въ пространство разсѣятеля. Надо еще замѣтить, что во всѣхъ пяти случаяхъ измѣненія x/K газъ вводился въ простран-

ство разсѣятеля приблизительно черезъ одно и то же время послѣ начала его собранія, въ среднемъ черезъ 1 h 20 m.

Такъ какъ въ литературѣ встрѣчались указанія, подтверждающія мнѣніе Эберта, что послѣ уменьшенія барометрическаго давленія выдѣленіе радіоактивныхъ эманацій изъ земной коры становится болѣе обильнымъ [напр., *J. Jaufmann*, Meteorologische Zeitschrift, 1905, p. 102], то я производилъ за все время работы въ деревнѣ Новая Бѣлокуриха отсчеты по анероиду въ 8 часовъ утра, 1 часъ дня и 9 ч. вечера. За время 22.VI—2.VII замѣчались медленныя колебанія барометра въ предѣлахъ 29.25—28,91 англійскихъ дюймовъ. Наблюдаемыя мною колебанія величины x/K ни въ какую связь съ вышеуказанными колебаніями барометрическаго давленія поставлены быть не могутъ.

§ 3. *Измѣреніе величины x/K для изслѣдуемой воды по методу Mache.*

Теперь мы переходимъ къ описанію измѣреній количества радіевой эманаціи, заключающейся въ 1 литрѣ воды изъ колодцевъ № 1 и № 2, по методу *Mache*. Пусть w обозначаетъ въ см^3 количество вводимой въ цѣпь испытуемой воды, а U, R, x, y имѣютъ, mutatis mutandis, то значеніе, которое имъ приписано въ предыдущихъ параграфахъ. Количество эманаціи, которое мы вводили съ водой въ нашу цѣпь, есть

$$\frac{xw}{1000}.$$

Когда (послѣ циркуляціи) въ распредѣленіи эманаціи между воздухомъ и водой установится равновѣсіе, то въ w см^3 воды будетъ заключаться столько же эманаціи, сколько ея заключается въ $\alpha . w$ см^3 воздуха, гдѣ α обозначаетъ такъ называемой коеффиціентъ абсорбціи радіевой эманаціи въ водѣ. Отсюда для плотности эманаціи въ воздухѣ цѣпи мы получаемъ выраженіе

$$\frac{xw}{1000} : U-(1-\alpha)w,$$

для y равенство

$$y=x \cdot \frac{w}{1000} \cdot \frac{R}{U-(1-\alpha)w},$$

а для x

$$x=K.D.J_0 . \frac{1000}{w} \cdot \frac{U-(1-\alpha)w}{R}.$$

Такъ какъ изслѣдуемая вода содержитъ весьма мало растворимыхъ солей, то для α въ нашемъ случаѣ можно принять ту же величину какъ и для дестиллированной воды. *R. Hoffmann*, какъ сообщаетъ *M. Kofler* (Phys. Z., 9, 1908., p. 6), нашелъ для дистиллированной воды при 20°C, для α величину 0.28, а *M. Kofler* величину 0.27. При 40° по

R. Hoffmann'у для α мы имѣемъ уже значеніе 0.16. Такъ какъ наша вода во время циркуляціи имѣла температуру около 25° С, то мы примемъ для нея α равнымъ 0.25. Здѣсь кстати замѣтить, что при тѣхъ значеніяхъ U и w, которыя имѣли мѣсто въ нашихъ измѣреніяхъ, даже значительная ошибка въ опредѣленіи x, напр., еслибы для α вмѣсто $1/4$ мы взяли $1/3$,—могла измѣнить результатъ измѣренія не болѣе какъ на 1.1%.

Нижеслѣдующая таблица XVII представляетъ данныя, относящіяся къ измѣненіямъ величинъ J^0 и x/K по методу *Mache*. Рубрика T содержитъ время, протекшее отъ момента взятія воды изъ колодцевъ до начала циркуляціи. Всѣ остальные рубрики имѣютъ то же самое значеніе, какъ соотвѣтствующія рубрики таблицы XIII, за исключеніемъ одной, которой не было въ таблицѣ XIII и значеніе которой указано въ самой таблицѣ XVII. Во всѣхъ измѣреніяхъ величина U была одна и та же и равнялась 13956 см³.

Таблица XVII.

Дата и № колодца.	T	Продолжительность циркуляціи.	t_1	t_n	n	τ_0	τ_1	τ_m	m	J_{τ_0}	J'_{τ_0}	J_0	w	$x/K \times 10^{-3}$ эл.-ст. ед.
6.VII.08 № 1	7^m50^s	10^m	12^m20^s	30^m01^s	10	32^m10^s	45^m00^s	95^m58^s	6	390	67	323	1441	17,2
7.VII.08 № 1	13^m	30^m	32^m15^s	60^m13^s	14	61^m00^s	74^m10^s	110^m15^s	6	405	114	291	1302	17,3
8.VII.08 № 1	12^m30^s	58^m10^s	61^m03^s	71^m40^s	8	75^m30^s	83^m17^s	145^m29^s	8	525	175	350	1564	16,9
9.VII.08 № 1	13^m	59^m12^s	62^m49^s	76^m54^s	6	78^m00^s	98^m22^s	127^m26^s	6	225	58	167	776	17,1
10.VII.08 № 2	10^m40^s	28^m20^s	34^m52^s	55^m58^s	6	57^m22^s	74^m19^s	139^m03^s	4	158	43	115	545	17,1
11.VII.08 № 1	10^m30^s	41^m48^s	48^m10^s	74^m16^s	6	77^m04^s	93^m30^s	154^m36^s	4	120	40	80	377	17,3
12.VII 08 № 1	20^m	27^m49^s	32^m20^s	52^m45^s	6	55^m19^s	75^m49^s	148^m28^s	4	174	48	126	581	17,4
													Среднее	17,2

§ 4. *Измѣреніе величины x/K для воды изъ колодца № 1 по методу Schmidt'а.* Принимая во вниманіе то описаніе методы *Schmidt'а*, какое дано въ § 1 настоящей главѣ, мы найдемъ, что количество вводимой въ цѣпь эманаціи будетъ представлено черезъ

$$\frac{w}{1000} \cdot \frac{xV}{V + aw},$$

гдѣ w, x, α имѣютъ то же значеніе, какъ и выше, а V обозначаетъ, согласно § 1, объемъ воздуха надъ водой въ сосудѣ F. Въ такомъ случаѣ для y и x мы получимъ такія равенства:

$$y = \frac{w}{1000} \cdot \frac{xV}{V+\alpha V'} \cdot \frac{R}{V+V'+R},$$

$$x = KDJ_0 \cdot \frac{1000}{w} \cdot \frac{V+V'+R}{R}\left(1+\alpha \cdot \frac{w}{V}\right),$$

гдѣ V' и R имѣютъ то же значеніе, какъ и въ § 2.

Въ случаѣ описываемыхъ измѣреній R=274, 5 см^3, V'=204,1 см^3 и $w+V$=1700 см^3 (объемъ сосуда F). Нижеслѣдующая таблица XVIII представляетъ данныя, относящіяся по всѣмъ произведеннымъ мною измѣреніямъ величины x/K по методу *Schmidt'а* для воды изъ колодца № 1, при чемъ T имѣетъ то же значеніе, какъ и въ таблицѣ XVII.

Разсматривая таблицу XVIII, мы видимъ, что 23.VI, 8.VII и 12.VII получены для x/K такія же значенія, какъ и по методу *Mache* съ колоколомъ *Elster-Geitel'я*. Но въ то время какъ въ таблицѣ XVII всѣ 7 значеній x/K очень согласны между собой, въ таблицѣ XVIII этого согласія нѣтъ: значенія x/K варьируютъ здѣсь отъ 24.4 до 16.9 г. Въ общемъ метода и инструментарій *Schmidt'а* даютъ для x/K бо́льшія значенія, чѣмъ метода *Mache* и инструментарій *Elster-Geitl'я*. Но это обстоятельство, замѣченное нами уже при измѣреніи x/K для газовъ, выражено здѣсь рѣзче. Разсматривая сообщенныя въ таблицѣ XVIII условія тѣхъ наблюденій, которыя дали x/K значенія, бо́льшія чѣмъ 17.4×10^{-3}, и когда продолжительность взбалтыванія не болѣе 2 минутъ, мы находимъ, во-первыхъ, что эти наблюденіея были начаты очень скоро послѣ введенія эманаціи въ пространство разсѣятеля, между тѣмъ какъ изъ разсмотрѣнія таблицы XIV мы заключили, что предполагаемая паразитная іонизація, повышающая находимыя для x/K значенія, изчезаетъ не ранѣе, какъ черезъ 5—6 минутъ послѣ введенія эманаціи въ пространствѣ разсѣятеля. Далѣе, разсматривая таблицу XVIII, мы видимъ, что во всѣхъ случаяхъ, когда для x/K получено болѣе, чѣмъ 17.4, и когда взбалтываніе продолжалось не болѣе 2 минутъ, въ графѣ „примѣчанія" отмѣчено пониженіе величинъ J_0. Это пониженіе сначала идетъ быстро, а потомъ медленно. Такимъ образомъ высказанная въ § 2 гипотеза о паразитной іонизаціи имѣетъ мѣсто и въ настоящемъ случаѣ. Но здѣсь мы дополнимъ ее еще двумя слѣдующими положеніями.

Таблица XVIII.

Дата.	T.	Продолжительность и характеръ взбалтыванія.	$W_{см.}^{3}$	Время отъ начала активированія до начала наблюденія величинъ J_t.	Сколько времени продолжалось наблюденіе величинъ J_t.	Сколько времени отъ начала активир. до конца наблюденія величины J_t.	Число найденныхъ величинъ J_0.	Среднее значеніе $J_0 \frac{Mv.}{sec.}$	$\frac{x}{K} \times 10^{3}$ элек. стат. единицъ	Примѣчанія.
23.VI.58	40^s	Слабое не болѣе 30sec	860	31^s.	7^m19^s.	7^m50^s.	21	60.8	16.9	Нѣтъ замѣтнаго уменьшенія величинъ J_0.
5.VII.08	1^m45^s	Сильн. въ теченіе $1^1/_2$ м. съ перерыв.	860	46^s.	4^m07^s.	4^m53^s.	24	89.1	24.4	Пониженіе величинъ J_0 отъ 90 въ началѣ до 85 въ концѣ.
7.VII.08	1^m50^s	То же.	777	56^s.	3^m31^s.	4^m27^s	18	65.0	20.4	Ясно выраженное пониженіе величинъ J_0 отъ 66.7 въ началѣ до 63 въ концѣ.
8.VII.08	2^m45^s	Тоже въ теченіе 2 мин.	762	1^m37^s.	$4^m16.5^s$.	$5^m53.5^s$.	22	60.3	19.3	Замѣтно пониженіе величинъ J_0 отъ 65.5 въ началѣ до 60.4 въ концѣ.
				7^m17^s.	4^m33^s.	11^m50^s.	14	54.2	17.4	Пониженія величинъ J_0 не замѣтно.
9.VI..08	1^m25^s	То же въ теченіе 1-ой минуты.	767	54.5^s.	$4^m07.5^s$	5^m02^s.	25	70.4	22.4	Пониженіе величинъ J_0 отъ 77.1 до 66.7.
10.VII.08	11^m35^s	Сильное и продолжительное 10 м.	955	1^m09^s.	5^m44^s.	6^m53^s.	34	59.8	19.8	Пониженіе величинъ J_0 отъ 69.4 до 58.8.
				$6^m06.5^s$.	$2^m14.5^s$.	8^m21^s.	8	55.7	18,4	Пониженія величинъ J_0 не замѣтно.
11.VII.08	67^m20^s	То же и еще болѣе продол. въ теч. 20 м.	737	2^m32^s.	$2^m47.5^s$.	$5^m19.5^s$.	13	60.7	20.3	Пониженіе величинъ J_0 не замѣтно.
12.VII.08	1^m37^s	Сильное въ теченіе 1 м.	737	52.5^s.	$4^m13.5^s$.	$5^m05.0^s$.	22	57.4	18.2	Пониж. велич. J_0 отъ 63.7 въ нач. до 57,4 въ концѣ.
				$5^m23.5^s$.	$4^m29.5^s$	$9^m52.5^s$.	13	51.5	17.2	Пониженія величинъ J_0 не замѣтно.

1. Паразитная іонизація выражена при измѣреніи величинъ x/K въ случаѣ водъ гораздо рѣзче, чѣмъ случаѣ газовъ. Въ то время какъ въ первомъ случаѣ наибольшее расхожденіе величинъ x/K найденныхъ по методамъ *Mache* и *Schmidt*'а, достигаетъ 32%, въ случаѣ газовъ максимальное наблюденное расхожденіе составляетъ лишь 6% величины x/K, найденной по методу *Mache*.

2., Чѣмъ энергичнѣе и продолжительнѣе взбалтываніе воздуха и испытуемой воды, тѣмъ упорнѣе сохраняется паразитная іонизація, при чемъ стадія ея быстраго уменьшенія въ этомъ случаѣ почти отсутствуетъ.

Обращая вниманіе на наблюденіе 23.VI, мы находимъ, что здѣсь паразитная іонизація отсутствуетъ не смотря на то, что къ наблюденіямъ величинъ J_t приступлено очень скоро послѣ введенія эманаціи въ пространство разсѣятеля (черезъ 31 sec отъ начала активированія). Это отсутствіе въ указанномъ наблюденіи „паразитной" іонизаціи, можетъ быть, надо приписать тому, что здѣсь взбалтываніе воды и воздуха было кратковременно и слабо. Во всякомъ случаѣ изъ вышеизложенной гипотезы о „паразитной" іонизаціи отнюдь не слѣдуетъ, чтобы это явленіе необходимо всегда имѣло мѣсто въ первые 5—6 минутъ послѣ введенія эманаціи въ пространство разсѣятеля.

ЗАКЛЮЧЕНІЕ.

Въ заключеніи я позволю себѣ резюмировать результаты настоящей моей работы въ слѣдующихъ положеніяхъ.

1. Какъ въ водахъ, такъ и въ газахъ, термъ деревни Новая Бѣлокуриха вполнѣ установлено присутствіе эманаціи радія.

2. Никакихъ другихъ эманацій, напр., эманаціи торія, въ этихъ термахъ не найдено.

3. Методъ и инструментарій *Schmidt*'а (Phys. Zeitschr.. 6, 1905, p. 561; 7, 1906, p. 209) могутъ дать какъ для газа, такъ и для воды вышеназванныхъ термъ тѣ же значенія величины x/K, какъ и методъ *Mache* и инструментарій *Elster-Geitel*'я.

4. Въ зависимости отъ условій наблюденія методъ *Schmidt*'а можетъ дать для величины x/K значенія, превосходящія таковыя же значенія, найденныя по *Mache*.

5. Но отсюда отнюдь нельзя вывести заключенія, что насыщенный токъ іонизаціи не можетъ быть мѣрой количества эманаціи,—мѣрой, независимой отъ орудія и метода измѣренія и отъ взятой для измѣренія порціи эманаціи.

6. Объясненіе возможнаго расхожденія результатовъ измѣренія величины x/K по методу *Schmidt*'а и по *Mache* можетъ дать гипотеза о „паразитной" іонизаціи, имѣющей мѣсто въ пространствѣ разсѣятеля и исчезающей не ранѣе 5—6 минутъ послѣ введенія туда эманаціи. При измѣреніи величины x/K въ водахъ паразитная іонизація сохраняется тѣмъ упорнѣе, чѣмъ энергичнѣе и продолжительнѣе было взбалтываніе изслѣдуемой воды и воздуха.

7. Вопросъ о причинахъ возникновенія и природѣ явленія „паразитной" іонизаціи требуетъ спеціальнаго лабораторнаго изслѣдованія.

8. Вѣроятнѣйшее значеніе величинъ x/K для изслѣдованныхъ мною газовъ есть 77.1×10^{-3} электростат. единицъ, а для водъ 17.2×10^{-3} такихъ же единицъ. Отсюда для α, коеффиціента абсорбціи радіевой эманаціи въ водахъ термъ деревни Новая Бѣлокуриха, мы получаемъ число 0.22.

Москва, январь, 1911.

ОТДЕЛ
РЕДКОЙ
КНИГИ

Томский политехнический университет
13821000596737
Научно-техническая библиотека