

О спектрах некоторых газов в трубах Гейслера;  
А. Вюллнер

Продолжение, начало том СXXXVII, с. 387.

Тезисы сообщения на июльской встрече Общества Аахена Естественной истории 1871 г.

В своем интересном сообщении о спектрах отрицательных электродов г-да. Кун и Райтлингер (эти Анналы Том 141) предположили, что замеченные мной и описаны в моем первом сообщении спектры газа различных труб с водородом, были спектры материального происхождения, то есть не различные спектры водорода. Те же наблюдатели, похоже, мастера лучше всех остальных, также берут на себя править Плюккера, наблюдая спектров вдвое больше, чем ранее Ангстрем (Солнечные спектры, Берлин 1869), который само собой разумеется, там, что вы не найдете, веские основания для принятия разницы в одном и том же теле наблюдаемых спектров, а сделан выбор в пользу неизменности информации, предоставленного материала спектра, хотя и гениальный трактат г-на Цёлнера содержит больше информации о влиянии плотности и температуры на спектры раскаленных газов (в первом номере этого года) возникновения различных спектров в одном и том же теле, в зависимости от плотности или температуры различие может показаться не столь разительным, как раньше. Что же теперь, во-первых, что из Плюккера наблюдаются двойные спектры азота, поэтому я не думаю, что вы можете это неправильно понять, что одно и то же вещество, по сути, дает два совершенно разных спектра, а упомянутые мной в моем втором сообщении (§ 22) сделанные наблюдения перехода спектра первого рода в спектр второго рода, вряд ли имеет любую другую интерпретацию. Как я уже говорил в пробирке, содержащей азот под давлением 509 мм проявляется отрывки из первого, а иногда и второго спектра, можно описать внешний вид, как конфликт двух спектров азота, и признается, таким образом, что распределение яркости в двух непосредственно прилегающих участках совсем другое. Теперь, может быть, разнообразие материала здесь не вопрос, это должно быть отнесено к двум различным спектрам азота.

Я наблюдал в водород и кислород, трубки с различными спектрами, я решил только признать, что это различные спектры этих веществ, а я не мог найти никаких другой источников, которые дали бы наблюдаемые спектры. Я сравнил увиденное с известными спектрами веществ, которые, возможно, могли проникнуть в трубы, и так как они совпадают с любым из них, так что я думал, что это спектры водорода и кислорода. Во время этого исследования я сомневался, приняв к сведению трактат г-н Уоттса о спектрах углерода (Phil. Magazin, October 1869), а также ранее я проглядел записи Плюккера, после чего постарался очень откачать насосом остатки угарного газа труб происходят, мое внимание было обращено на сравнение информации о спектрах Уоттса и Плюккера. Я наблюдал в спектре полосы кислорода которые имеют сходство. Для плотного прилегания стеклянные трубки Гейслера и клапаны протирают жиром, это, как я указывал тогда, не исключено, что следы паров этого жира проникают в трубы, и что они окисляются кислородом. Если в первый раз, потому что даже сомнения возникли могут ли принадлежать, и увидеть в диапазоне спектра трубки с кислородом, по сути, кислорода, так что я решил выяснить сам, но количество углеродистых газов, соединения углерода с водородом, кислородом и азотом, определенно слишком мало, если и какие из наблюдаемых спектров и были из-за некоторого содержания углерода. В результате моего переезда в Аахен, создания кафедры и местной лаборатории, я был в состоянии выполнить эти тесты в течение этого лета. В результате экспериментов выяснилось, что, когда спектр водорода наблюдается уже сейчас можно рассматривать как принадлежащий к водорода, в то время как спектр группы и новые линии спектра, которые наблюдались в кислородных трубках, по существу два различных спектра углерода.

Эксперименты, которые я провел совместно с г-н Хервигом, по сути сделано все, как описано в первом сообщении, единственно был, заменен гейслеровский насос шпренгеллевским. Трубы, у которых имелись капиллярные части располагались перед колонкой спектрометра Майерстена, оборудованы вверх и вниз кранами со стаканами, одна трубка из стекла вела к воздушному насосу, а другая к аппарату сушки, содержащий безводную фосфорную и концентрированную серную кислоты, а в некоторых случаях большой барботер был в контакте с аппаратом. Размеры используемых труб были разными в различных трубах, в частности, длина капиллярной части, первоначально мы использовали трубы с капиллярами длиной 60 мм, в которой электроды были на расстоянии 160 мм, а затем капиллярами длиной 15 мм и концы электродов 60 мм друг от друга. В различных газах с помощью насоса было получено различное давление от минимального до верхнего предела, около 800 мм, во всех случаях было достаточно газа, чтобы ток проходил через трубы и при этом спектры вполне могут стать непрерывными. Давление, под которым находился газ, было более низким, вплоть до 100 мм с датчиком насоса, затем измеряется в сам насос, который был предоставлен для целей разделения. Индукционная катушка была использована Румкорфа одна из крупных видов (Цена 1500 Francs.), Длина искры в воздухе, когда он приводится в движение от шести огромных элементов, 42 см. Для увеличения наведенного тока в баллоне, было включено, в большинстве случаев, каскад батарей, которыми г-на Румкорфа аппарат сопровождается большим количеством. Иногда было применено емкость чего-то большего.

Для исследования спектров использовали призму флинтгласса одного из заводов г-н Мерца в Мюнхене, дисперсионные свойства которой еще сильнее, чем у ранее использовавшихся мною призм. Её преломляющий угол  $60^{\circ} 0' 30''$ . Положение отдельных деталей или яркие линии различных спектров всегда определяется минимальным отклонением. Для ориентации, я замечаю, как отклоняются три линии водорода

$$H_{\alpha} = 61^{\circ} 42' 45''$$

$$H_{\beta} = 65^{\circ} 7' 30''$$

$$H_{\gamma} = 67^{\circ} 24' 30''.$$

После этого возникают как показатель преломления этих трех направлений:

$$n_{\alpha} = 1,74576$$

$$n_{\beta} = 1,77394$$

$$n_{\gamma} = 1,79268.$$

С помощью этих цифр, положение остальных частей различных спектров установлено с достаточной точностью.

## I. Углекислый газ

27

Углекислый газ был получен в аппарате Киппа из мрамора и разбавленного соляной кислотой, газ вышел из аппарата и, чтобы очистить от паров хлористого водорода, прошел через емкость с концентрированной серной кислотой и перед входом в спектральной трубки проходит над безводной фосфорной кислотой. Спектральная трубка сама была тщательно заранее прогрета, и прокачана насосом с фосфорной кислотой, много раз. Первый раз спектральная трубка была капиллярная часть 60 мм длины, расстояние между электродами 160 мм.

В таких трубах образуются зонный спектр, который свойственно углекислоте, лучший и наиболее совершенный, если давление газа, очень маленькое то, развивается цветовая гамма чрезвычайно яркая и богатая на штрихованные зоны. Более подробное описание этого спектра будет необходимо, чтобы выявить разницу спектра углекислого газа и р оксида углерода, так как деталей описанных Плюккером и Уоттсом для признания этих

различий недостаточно, и в трубах, которые поставляет г-ном Гейслером своеобразный спектр угольной кислоты появляется не всегда. Спектр углекислого газа начинается в красной области, близко от  $\text{H}\alpha$  и этот предел довольно резкий, в начале образуют три маленькие ярко-красные поля, первый от 61 37' до 61 47', второе от 61 49' до 61 58' и третий (менее четкие, чем с левой стороны) 62 2', слева направо идет уменьшение яркости диапазонов до 62 19'. Два пробела между тремя полями почти совсем темные. На третьем поле 62 14' яркие линии. На третьем поле яркие оранжевые линии в узком диапазоне, около 11' в ширину, которые по несколько красивых оттенков от желтого до зеленовато-желтого, который продолжается до 63 10'. Затененная область богата и разлагается оттенками на три части, из которых первая является более темной, примерно в два раза шире двух следующих. На 63 10' начинается ярко-желто-зеленое поле, которое показывает, линии уже выделенные Плюккером в спектре угольной мелочи штриховкой множеством очень мелких черных поперечных линий, которые лежат близко друг к другу. Это поле всегда далее заканчивается желто-зеленой полосой, он имеет ширину около 15'. С этого следует до 63 36' менее яркого поля, а затем богато затененные, поле неоднократно разделенное более темными полосами, которое продолжается до 64 7'. С 64 7' начинается яркая, как и желто-зеленая полоса, которая, хотя и не совсем в тени конце концов, имеет ширину около 15'. Из этого поля является поле освещается только слегка до 65 14', можно на этой трассе ярче сильно отличается от 64 30' до 64 36' и 64 57' зарождающегося с уменьшением интенсивности света до 65 14' уже обширный затененных полей. При 65 14', то начинается красивый ярко-синий блок, который простирается примерно до 65 58'. Первые примерно 10' широкой части этого поля является как затененные, как желто-зеленый полоса на 63 10' и зеленым на 64 7', но в остальном поле в ширину и более темные и светлые части узкой затененной области. Поле на расстоянии 19' почти темно, только на 66 10' имеет две слабые узкие светлые полосы. В 66 17', то имеет немного светлее затененных часто начинают свою игру, то, что с недавним очень низкая яркость до 66 32' диапазон. Там, то яркое начало слева направо уменьшается, полоса примерно в 10' шириной, после чего поле зрения до 66 59' темная, где начинается вторая фиолетовая полоса 20' шириной, на которой четыре максимума яркости примерно через равные промежутки могут быть выделены.

Таков спектр в трубах, у которых капилляр длиной 60 мм, спектр в меньших трубах, длиной капиллярной трубки 15 мм, свет гораздо сильнее, фиолетовую сторону спектра продолжается намного дальше. Во-первых, вы все еще можете видеть слабый свет около 10' шириной на 67 30', широкая темная полоса из штрихов от 67 45' до 68 14' и, наконец, мы видим красивые фиолетовые полосы, которая начинается на 68 46'.

При использовании меньших трубок, которые, как уже говорилось, дают спектр гораздо ярче, кроме того, можно идентифицировать, в указанных выше ярких областях еще больше подразделений, которые не имеют необходимости, тем более, что эти тонкие различия спектра зависят от размеров, в том числе диаметра капилляра. Узкий капилляр, конечно, в определенных пределах, ярче, и заштрихован так, что чем богаче спектр, тем труднее преобразовать рисунок и описание спектра применяется только для спектральной трубки, для чего она предназначена.

## 28

Спектр подробно описано в предыдущем § остается более или менее сформирован, пока давление газа в трубах несколько миллиметров, для труб меньше 12 мм. Иногда после долгодействия тока получается другие полосы спектра, который, хотя и немного, но показывает, характерные отличия. Спектр был найден позже, и примерно соответствует угарному газу. Различия в основном в оранжевой и фиолетовой. Поначалу кажется, первые две красные полосы двигаются одинаково слева направо, с очень сильным снижением яркости. Третье красное поле остается по существу тем же, изменилась полоса оранжевого цвета, которая также начинается на 68 19', и то же самое, слева направо уменьшение яркости и показывает точно такой же тонкой штриховкой, которая в последнем спектре желто-

зеленая, зеленая и синяя полосы показали. В зеленой и синей никакого существенного различия, хотя оттенки не везде одинаковы. Значительная разница только в фиолетовой части. Второй факт состоит в том, что фиолетовая полоса сдвинута на 7' вправо, в бывшем спектре начало на 66 59', теперь он начинается резко на 67 6' и простирается до 67 22', светлое поле на 67 30' исчезает, и ранее от 67 45' до 68 14' полоса, часто заштрихована, теперь поле начинается на 67 49' и освещается равномерно слабо. Приглядевшись, оказывается больше ярких деталей, даже фиолетовые полосы заштрихованы тонкими линиями, таким же образом, как и другие полосы в оранжевой, зеленой и синей.

## 29

Как уже говорилось выше, показывает тот или иной из описанных спектров, но он существенно изменяется, когда давление газа меняется. При увеличении давления, спектр исчезает постепенно все больше и больше с обоих концов. Для длинного и короткого капилляра практически одинаков, только для коротких требует большей для более коротких вариаций давления, чтобы части исчезли, как в длинных трубах. В ходе выступления достаточно описания коротких трубок. Сначала с увеличением давления, красный и фиолетовый внешних полей нет, так что при давлении 58 мм спектр оранжевого цвета, при 62 20' заканчивается фиолетовая часть. Приглядевшись, заметно в затененных областях между светлыми полями серии распадается, так что спектр делится на шесть полей, у каждой яркость уменьшается слева направо. Начало каждой из этих областей формируется левой границы серии, так что они находятся на 62 19', 63 10', 64 7', 65 14', 66 32' и 67 6'. Которые происходят при более низких давлениях в этих областях существующие оттенки, происходит только на первый зеленом поле в 63 36', и никакой максимальной яркости, в качестве временной, далее.

Давление 90 мм. Спектр оранжевого цвета, а вторая фиолетовая серия уже очень слабый, особенно первый из них трудно понять остальные световые поля доступны только в ширину 10' света, а затем в освещенных в начале каждого следующего слабее, штриховка на светлых частях здесь больше.

Давление 120 мм. Спектр становится все слабее, все оранжевые и желтые ушли он начинается на 63 10', второй фиолетовой серии нет. Оставшиеся 4 серии сократились до ширины около 10'.

Давление 160 мм. Потемнение спектра увеличилось, желто-зеленая серия на 63 10' только слабый свет, а фиолетовая серия на 66 32', а две другие являются более узкими, чем раньше.

Яркость уменьшается до давления 200 мм еще больше, то снова возрастает, но спектр меняет свой характер, он переходит в род второго порядка, и при низком давлении, когда тот же ток индукции от Лейденский банки включен. Спектр показывает, что даже в этом случае большая часть углеводородного спектра (этот Ann. Bd C) указанных линий. Во-первых, вместо зеленой серии четыре эквидистантных линии, первая из которых не совпадает с границей бывшей зеленой серии, а на 6' смещается вправо, затем при 64 13' темно. Длина каждой линии составляет около 6'. Синяя серия исчезла полностью, на этом месте видна группа из четырех линий, сначала на 65 36', последние при 65 50'. Эти два набора линий практически невидимыми, пока давление 300 мм. Тогда желто-зеленые серия видна еще раз, но разложить на линиях, а также их расположение в следующем, при обсуждении спектральных ампул. Линии резкие и в какой-то мере похожи на остатки ярких серий.

Без значительных изменений во внешнем виде спектр остается тем же, пока давление увеличивается до тех пока газ проводит ток через трубы. Предел давления для маленькой трубки около 470 мм, 380 мм для длинных. При более высоком давлении, особенно в узкой трубке, яркость мала, и фон указывает на слабое непрерывное освещение, в которых наблюдаются отдельные группы видимого спектра кислорода Плюккера.

Если вы заполните длинную трубу углекислым газом при минимальном давлении, а трубу после насоса закрыть, а затем включить ток на долгое время, то изменения излучения значительно. Во многих частях трубки, если трубы из диапазонов описанных в § 27, спектр красивый зеленоватый окрашенных слоев около катода, показал беспорядочный свет голубовато-белый, а в капиллярной части трубы, в которых до этого был почти чисто белый и яркий, теперь совсем темный и голубоватый. В трубке немного угля затем отделяется, и ток проходит только через одну сторону, как это происходит с трубками, в которых большее давление. В спектре, исчезли, совершенно, красные и желтые, и весь спектр сводится к останкам серий на 63 10', 64 7' и 65 14' и, возможно, даже только первая видимая фиолетовая серия.

Наблюдаемый спектр при этих обстоятельствах в соответствии с четырьмя основными сериями, в моем первом сообщении (Pogg .Ann.Vd. 135) описано для кислородной трубки с минимальным имеющимися полосами спектра, потому что теперь эти серии после опыта в предыдущем §. видимо принадлежат углероду, по крайней мере в этой части спектра, наблюдаются следы кислорода, который проник в трубы с углем. Затем электролитически показана примесь озона, содержащей в кислороде, и поэтому, вероятно, окисленных при прохождении через подшипник с небольшим количеством жира, следы угля. Потом заметил, что появился весь спектр угля. После всего этого времени, спектр найден во всех изученных соединений углерода, которые возникают как остатки спектра только эти 4 серии, и не наблюдается для некоторых промежуточных полей. Принадлежат ли они к световым полям с кислородом, которые имеет спектр очень чистого кислорода, определяется только если ему это удастся заполнить без давления, без помощи насоса, да и без вмешательства некоторых смазанных соединений крана. Так как в эксперименте использован воздушный насос Шпренгеля, так что только точку через которой кислород может вступать в контакт с углеродистым веществом это след жира, с которым клапаны спектральных трубок натирали.

## 31

После опыта, полученного в предыдущих экспериментах, линии спектра хорошо описаны в § 12. Без одновременного участия давления спектр не изменился, по отношению к тому который определен, но при включении давления можно увидеть богатый спектр линий. Тогда было большое сопротивление в трубах, положительного электрода, чтобы расплавить электрод, и в то время применение угольных электродов. Происхождение этой линии спектра имело совсем то же впечатление, как происхождение в первом выпуске, § 12 описаны линии спектра и определения. Положение линии также показало, что спектр наблюдается и теперь, если бы отдельные линии были бы измерены тогда, и кое-что в бывшем спектр измеряемой линии не найти здесь. Ситуация следующая, линии основные измеряемые

- |  |              |
|--|--------------|
| 1) Одна ярко-желтая линия  | с 62 49'     |
| 2) то же   | с 62 51' 30" |
| 3) начало небольшой группы   | с 63 2' 30"  |
| 4) первая группа из 4 линий  | с 63 28' 30" |
| 5) первая широкая группа линий   | с 64 3'      |
| группа растянутая вперед от ранее видимой  |              |
|  | 64 23'       |
| 6) Яркая двойная линия, средняя  | 64 40'       |
| 7) Первая линия из группы четырех линий  | 64 54'       |
| Последняя линия этой группы  | 65 4')       |
| 8) группа линий, которые оторвались от серии на 65 14', и их яркость возрастает слева направо. |              |

Первая линия группы	65 16' 30"
Последняя линия в группе	65 22'
9) группа из трех линий, центр которой	65 58'.

Как видите, все группы линий, за исключением первых двух, в зеленой и синей, как в § 12 описан спектр, кроме того, соглашение групп 4, 5, 7, 8, 9 с, то определенные группы I, II, III, IV, V, которые могут безошибочно, так как нет никаких сомнений в том, что это тот же самый спектр. Сомнительный, но это может показаться на первый взгляд, так как спектр происходит после осаждения углерода, является ли эта линия из спектра угля, или должно быть приписано кислороду. Дальнейшие эксперименты покажут, что оно должно быть связано с углем, так как мы находим его снова для уголекислоты при существенно более высоких давлениях, и это также показывает все другие соединения углерода.

## 32

Спектр, что дает уголекислый газ сильно отличается в зависимости от размеров трубы, так что отдельное исследование явлений в зависимости от длины труб не требуется.

В долгосрочные эксперименты по пропусканию тока эффективны только, если давление газа увеличивается до 6 мм, но эффект все равно с перерывами на преодоление сопротивления току, спектр имеет весьма широкий внешний вид и появляется на короткое время, так что трудно различить в деталях. Только при давлении 12 мм, эффект непрерывный. В спектре, которое появляется в основном красным и желтым, спектр начинается в желто-зеленых на 63 8' 30". На месте на 63 10' группа из пяти эквидистантных ярких очень тонкие линии на слабо освещенном поле, первая из которых 63 8' 30", вторая на 63 15'. Первая из этих линий, кажется, там только из-за затемнения яркого фона, очевидно, есть впечатление, будто желто-зеленый серия сдвинута на 5' вправо. С тех пор поле, то до темно зеленой серии упомянутых § 27, которая начинается при 64 7'. Серия расположенную справа на 6", так что поле зрения до 64 13' совершенно темно. Серия от 4 до 6 темных полос, или, как его можно интерпретировать, также из трех ярких белых линий, разделенных острыми и ограниченными полями. Кроме того, не видно синих канелюр, серия на 65 14' полностью исчезает, и остается только группа из четырех линий, первая на 65 36', вторая на 65 42' и последние на 65 51', последняя, кажется, двойной линией. В синей и фиолетово областях свет полностью исчезает, а вместо этого происходит на ранее темных местах, но очень мало линий света и групп, которые не поддаются измерению.

Это соответственно совпадает в результате с тем спектром, что описан от 200 мм и далее, который аналогично для азота, где результаты при более высоких давлениях спектр азота второго порядка.

При увеличении давления вначале остается неизменным внешний вид, уже при давлении 20 мм, на фон всего спектра тускло горит постоянно, но в пределах границ по всему, в котором видимый спектр газа полностью сформирован без углеродных полос. При 23 мм давления фон непрерывно освещенной, но по-новому. Первая причина все еще развиваются искры, которые лишь время от времени вспыхивают, в основном принадлежащих спектру описанному § 31. Иногда вступает третья группа на 63 2' 30", группа 7 на 64 54', отдельные строки из группы 9 в 65 58', и можно найти какие-то слабые группы в фиолетовой на 67 20' и 67 50'. Они иногда появляются как отдельные линии спектра кислорода Плюккера.

При давлении газа 34 мм фон непрерывной подсветки значительно ярче, и спектр, который был на 12 мм, находилась исчез, пока упомянутые три группы линий были не видны, то же самое было в какой-то мере фоны поярче. Вместо этого, теперь вышли значительное количество линий постоянно наблюдаемого спектра линии с минимальным давлением. Были в состоянии определить, две линии на 63 2' 30" и 63 4', линия на 63 40', группу линий, что составляет около 64 7' и стала длиннее 64 20', где она была ограниченная двумя линиями, кроме того, двойная линия на 64 40', группа из 4 линий 61 54' до 65 4',

группы из 3 линий 65 16' до 65 22' и 3 линий, центр которой был в 65 58'. Как вы можете видеть, имеются почти все линии наблюдаемого спектра с минимальным давлением. Это было особенно в синих и фиолетовых группах спектра кислорода Плюккера. Группа 65 58' указала, между строк великолепную синюю группу кислорода Плюккера и просто светит Ну сине-фиолетовой группы, в то время как указанные в спектре кислорода менее преломляемые линии не видны.

Сбросы давления в баллоне может сэкономить больше трубок до давления 50 мм. В последнем случае наблюдения только периодические, так что проводить постоянный мониторинг было уже невозможно. Более того, внешний вид был почти таким же, за исключением того, что непрерывное освещение фона значительно увеличилось, и, следовательно, не весь спектр линий, принадлежащих спектру кислорода Плюккера заметен.

### 33

Кроме того, в спектральной трубе у которой капилляр только 15 мм длины, конечно спектральные явления, и применяя лейденскую банку и рост давления в значительной степени то же самое, только если давление стало 12 мм, а затем показал себя спектром, что и в длинной трубе, но с той разницей, что здесь резкие красной линии непосредственно перед H $\alpha$  наблюдаются на 61 41', который уже указывал Х. Уатт в спектре углекислого газа. В одной из коротких труб, то появление было почти столько, сколько в более длинных трубах, это происходит без какого-либо существенного изменения спектра при увеличении давления, непрерывное освещение фоном, на котором три группы линий являются видимыми, которые выделяются все меньше и меньше, больше или меньше линий, спектр описан § 31, кроме того, даже линии спектра кислорода Плюккера видны, три группы линий указанные выше видны до давления около 50 мм.

Во второй трубе, капиллярная часть одинаковой длины, но обладает значительно меньшим сечением, спектр был намного ярче, и, следовательно, был при давлении около 20 мм, с банкой спектр намного богаче. Во-первых, мы поняли, что были нарушены, в так же, желто-зеленая и зеленая серии двуокиси углерода и других областях. Во-вторых, в этой трубе исчезает, оранжевый на 62 19' зарождающегося цветные поля не является полными, они остались, хотя и сильно затушевываются, но затем во многом так же, как и желто-зеленая серия эквидистантных линий лежащая на светлом фоне разрывается в 3 местах. Кроме того, разрыв одного из ярких полей, которые лежат между 66 50' и 67 20', в две линии, а остальные сомкнуты, и, наконец, появляется за линией 67 49', группа из пяти линий, начало на 68 8', и которые примерно на равном расстоянии до 68 32'. Приглядевшись к этому спектру видно, что пространства между указанными группами не все темно, и наиболее ярким является средняя часть спектра в освещенной зеленой и синей. Начинается группа из четырех равноудаленных ярких линий начало поля на 64 13', которые с небольшим уменьшением света достаточно сильны, начало следующей группы 65 36', и которая на всем протяжении заштрихована очень тонкими поперечными линиями, как и в спектре углекислого газа без лейденской банки желто-зеленой, зеленой, синей и зеленой серии. Подобное поле начинается сначала на 65 36', продолжается на 65 46' и простирается примерно до 66 38', это поле в виде штрихованных линий, как предыдущая, и показывает, много линий почти на равном расстоянии, но которые не так ярки, чтобы быть измерены.

Сначала при большом давлении первичные линии и серии комбинированного спектра остаются видимыми, но потом становятся темнее последних двух полей фона, так что, например, на 30 мм давления, на месте зарождающегося поля на 65 40' есть лишь слабый свет. Вместо этого, весь фон спектра показывает непрерывный, без теней, освещения и фона видел в этой части спектра с минимальным давлением линии и спектр кислорода Плюккера. При давлении 60 мм, диапазон начинается с красной линии 61 41', затем темно примерно до 62, затем начинается непрерывное освещение, которая достигает 68'. На этом сплошном фоне видна яркая линия от спектра углерода 63 2' 30", ранней группы, такие как

двойная линия на 63 3', а также, начиная с 64 54' группы появляются, кроме того, в синем и в фиолетовом группы спектра кислорода. Сомнительные линии отображаются зеленым цветом при 64 13'.

С тех пор давление возрастает постепенно исчезают яркости линии спектра углерода на сплошном фоне, за исключением красной линии на границе спектра 61 41', однако, прежде создан, весь спектр кислорода Плюккера, линии выделяются ярко в фоновом режиме. Это сохраняет внешний вид до давления, при котором ток проходит через трубки около 200 мм, конечно, круто растет светимость непрерывного спектра.

С этого момента и на еще более высоких давлениях спектр получался от разряда заряженной лейденской банки с машиной Хольца. На 230 мм давления в начале спектра была красная линия 61 41', спектр очень яркий, при этом всегда при высоких давлениях появляются линии натрия из чередующихся светлых и темных полос. Линии кислорода лишь частично в красной и желтой части спектра, в других частях спектра больше не видели. Наблюдение продолжалось до давления газа 470 мм. При этом непрерывный спектр слишком яркий, так что было блестящим действительно, но начало однако, всегда было рядом с красной линией 61 41', слева недалеко находились кислородные линии все чаще невидимые, и невидимость менее преломляемых линий продолжалась до конца, так что они из-за увеличения интенсивности фона не появились. Дальше даже при достигнутых высоких давлениях, еще только видимы синие группы. При давлении 350 мм линий натрия появлялись уже всегда темными.

## 34

Спектральные явления, которые дают трубки, наполненные углекислым газом, в зависимости от давления газа и типа разряда, довольно сложные. Давайте кратко подведем итоги, мы можем, кроме Спектр кислорода Плюккера, выделить две различных группы спектра, две линии спектра, и, наконец, весь непрерывный спектр, два полосатых спектров появляются только при разряде без банки полностью сформированные при низких давлениях. При увеличении давления последовательно из двух изначальных, возникают позже шесть линий, три серии, два линейных спектров как без и с банкой, которая значительно превышает заряд, спектр состоящий из трех групп линий без банки при давлении 200 мм, и с банкой при низких давлениях, наблюдаются линии спектра углерода на ярком фоне. Наконец, непрерывный спектр на самом высоком уровне не наблюдается. Так эти отдельные спектры интерпретируются, По-видимому, необходимо дальнейшего изучения связи угля.

## II. Окись углерода

### 35

В экспериментах использовали угарный газ, который был получен из щавелевой кислоты с серной кислотой, выделившийся газ очищали от углекислого газа через раствор соды в слой высотой около 4 дм, затем на три заполненные содой емкостями поглощения и, наконец, был газометр с водой. Газопровод был вставлен в газохранилище, из которого газ пропускаться через трубки пока весь воздух не будет удален из аппарата. Из газометра газ пропускаться через серную и безводную фосфорную кислоты и подавался в трубку. Трубы и газы во всех экспериментах были настолько сухими, что в спектре линий водорода и не было видно.

Спектр угарного газа образуются в своих лучших проявлениях, когда давление составляло около 5 мм в коротких трубах, давление может быть увеличено до 12 мм, без существенного изменения внешнего вида слабого спектра. Спектр, в трубке наполненной углекислым газом, оказался по существу, как это было описано в § 28 в качестве второго, один яркий. Поля начинались ровно в тех же местах, и имеют те же характерные оттенки. Только в менее яркой части поля показали небольшие различия, которые, однако, не важны в данном исследовании.



В одной из коротких труб можно было увидеть спектр, количество ярких линий и измерить линии, которые наблюдались в некоторой степени для уголекислоты в различных спектрах. Группа которая описана в § 31 видимого спектра на  $63\ 2' 30''$ , стала настолько яркой, что отдельные линии в соответствии с их позициями могут быть определены на уровне  $63\ 2' 30''$ ,  $63\ 4'$ ,  $63\ 6'$ ,  $63\ 7'$ ; также была видна первая линия на  $63\ 28'$  в начале 30й группы и некоторые др. В спектре описанном в § 33 появились, две зеленых линии на  $64$ , которые отправные для серии состоящей из эквидистантных линий, первой и второй, а затем при нагреве группа из четырех линий начиналась на  $65\ 36' 7''$ , также появляется фиолетовые канелюры (между  $67\ 6'$  и  $67\ 22'$ ), уже является одной из упоминавшейся ранее линии на  $67\ 17'$ . Более того появляются в зеленой отдельные линии на  $64\ 27'$ ,  $64\ 30' 30''$ ,  $64\ 34' 30''$ , некоторые из которых, позже, как описан линейный спектр в завершении § 31 не повторяются.

Как здесь описано, спектр окиси углерода произошли изменения частях линий спектр, что было особенно заметно в длинной трубе, но этот спектр не очень стабилен. После длительного пропуска тока через трубку получены слабые отпечатки спектра при  $5$  мм, спектр при давлении выше, который показала уголекислота с Л. банкой в  $12$  мм, все красные и желтые исчезли, спектр начинался с желто-зеленой серии, которая была отделена от ранее описанных эквидистантных линий на последнем темном поле, в котором также в эквидистантные линии  $64\ 13'$  отделены зарождающейся зеленой серией, а также было очень слабое арождающееся синее поле на  $65\ 14'$ , но очень приятно видеть группу из четырех линий, которые начинаются на  $65\ 36'$ . Кроме того, практически ничего не видно.

Давление  $5$  мм, спектр наблюдался через долгое время после прохождения тока в трубах, но появился очень скоро с увеличением давления газа. Даже на  $21$  мм, весь спектр был ограничен тремя сериями в желто-зеленой, зеленой и синей, и при давлении  $46$  мм, внешний вид был, как правило, по состоянию на  $5$  мм после долгого протекания тока. Лишь изредка наблюдалась желто-зеленая ( $68\ 14'$ ), зеленая ( $64\ 7'$ ) не разделенные на эквидистантные линии и синяя серия ( $65\ 14'$ ), очень скоро исчезли в полях и сделались группы линий пространства, спектр остается неизменным на протяжении до давления  $84$  мм, предел, до которого ток течет по трубам.

В коротких трубок явления, по существу, те же самые, только продолжают дальше, потому что ток проходит при гораздо более высоких давлениях, так заметно в еще более высоких давлениях, чем в уголекислом газе, хотя для больших труб, когда она была наполнена уголекислого газа, электричества не проходило гораздо раньше, чем если бы она была короткой. Это поразительное поведение не прояснилось, потому что после экспериментов с короткой трубкой, уже не стоял на повестке.

В коротких трубах исчезли красные и желтые серии только тогда, когда давление достигло до  $150$  мм, и спектр значительно уменьшился до трех канелюр, желто-зеленой, зеленой и синей и слабой фиолетовой, Этот спектр держится с уменьшением интенсивности, пока давление не стало  $300$  мм. С тех пор интенсивность света непрерывного фона увеличивается. Таким образом, на  $350$  мм давления, спектр уже от красного до фиолетового непрерывно освещается и на этом фоне являются группы линий в желто-зеленый, зеленый и синий, имеют тот же вид, но особенно в синей и фиолетовой части спектра кислорода Плюккера. На  $500$  мм и  $550$  мм, спектр непрерывного освещения был ярким начинался на красной границе  $61\ 41'$ , и одновременно потерял группы линий в относительной яркости, в то время как были яркие линии спектра кислорода Плюккера.

Минимально возможные явления для угарного газа, были такими же, как и для уголекислого газа, спектр сводится по существу к лучшим из трех или четырех световых полей, красный и желтый полностью исчезли, а небольшая разница была обнаружена только в том,

что иногда менялись световые поля и соответствующие им линии групп, но только если большие трубы. В коротких трубках, поля были всегда яркие, без линий.

Как и для углекислого газа, также, линии спектра описанные в § 31, появились когда индукционные токи включены одновременно с банкой была, никогда без конденсатора, появление было то же самое для длинных и коротких труб, все это были линии измеряются, и их расположение изложены в § 31.

В ходе этих испытаний с минимальные отпечатки были получены в больших трубах в специальной серии испытаний без конденсатора, причеугля в таком количестве, что капиллярная трубка была полностью непрозрачной. После этого в трубу подали воздух для сжигания угля, чтобы попытаться использовать эту трубу в дальнейшем. Для этого всегда существовали воздухозаборники и насосы. В ходе этих испытаний, показано, что доминирует яркость спектра соединений углерода, других спектров в нашей трубе не было и следа спектра азота. Затем, что в более поздних исследованиях для продолжения работы были приняты меры освобождения от воздуха и не требуют особого упоминания. Для этого всегда несколько раз поочередно перекачивается трубку до того, что ток через него не проходят через них, а затем заполнены до атмосферного давления сухой окисью углерода

При более высоких давлениях, четких спектров угля не наблюдалось, е если только немного по-другому, то из угля во многих других частях трубы, короткие трубы не были непрозрачным.

### 37

При включении конденсатора через длинную трубку ток проходит только до давления 21 мм, вид спектра всегда такой же, как и на 5 мм в короткой трубе, при этом давлении, ток проходит в течение некоторого времени, и получается следующий спектр: желто-зеленая и зеленая серии были разделены на эквидистантных линии вместо синей с гофрированием на 65 36', начинается группа из четырех линий, все остальное было уничтожено.

При давлении 40 мм, фон загорелся красным цветом, стал заметно непрерывно, и на этом фоне первоначально оставался желто-зеленое и зеленое поле с гофрированием разбиты на эквидистантные линии, и синее поле с гофрированием, которое начинается с 65 36'. Они были затем совпали с линиями спектра § 31, что может быть измерено линии на 63 28' 30". Кроме того, некоторые линии пятой группы между 64 3' и 64 22' и первые две в девятой группе 65 58'. Приглядевшись, можно увидеть в фиолетовой части спектра были линии кислорода Плюккера при давлении в 60 мм описанные в § 31, группа в 64 54' периодически возникает между линиями кислорода в зеленой и синей. Прерывистое появление кислородных линий Плюккера можно увидеть, конечно, не на 64 54', зеленой группы кислорода до  $H_{\beta}$ , линии спектре углерода лежат частично между ними, первое с середины первого и второго кислорода. Кроме того, синяя группа линий кислорода взаимодействует в передней части на 65° 36' с зарождающейся группой линий углерода, другую сторону яркой группы кислорода трудно увидеть. т.к. яркость непрерывного фона увеличились весьма значительно.

При давлении 82 мм, яркость непрерывного освещения увеличен настолько, что линий спектра углерода, почти не видно, но иногда кажется, что разорвали их линии эквидистантным зеленой группой гофрирования. На ярком фоне появляются яркие линии натрия и линии спектра кислорода Плюккера.

С силой включенной лейденской банки ток течет через трубки до давления 270 мм и при давлении 375 мм разряд заряженной лейденской банки должны были проводиться с машиной Хольца. При увеличении давления, спектр всегда ярче, так что линии кислорода выделяется все меньше и меньше, на 325 мм, натрия линии появляются как темные, и из линий кислорода можно только увидеть три из самых ярких синей группы, ине некоторые из фиолетовых линий, при 375 мм, спектр начинается с красной линии 61 41', перед которым только слабое свечение, на нескольких минут широты. От этой линии спектр фактически как в твердом теле, максимальную яркость показывает ближайшая красная линия кислорода, по словам моих предыдущих замечаний по кислороду, а также три линии в спектре водорода.

Спектральные явления в окиси углерода, следовательно, очень похожи на те, что наблюдались в угольной кислоте, получаем тот же диапазон спектра, те же две линии спектра, и, наконец, весь непрерывный спектр. Две линии спектра, которые я уже упоминал несколько раз, как спектр углерода, образуются при тех же обстоятельствах, три группы существующих без лейденской банки при более высоких давлениях, с лейденской банкой при более низких давлениях, другие спектры, соответственно, с лейденской банкой и минимальным давлением и при более высоких давлениях. Переход в непрерывный спектр происходит не за счет расширения линий, но фактически, что на фоне спектра постепенно становится ярче свет, и в этом светлом фоне тонут линии спектра углерода.

### III. Этилен

#### 39

Этилен был получен как указано в Кратком словаре по химии, методом установленным Мичерлихом, пропуская пары спирта через серную кислоту, которая поддерживалась при температуре 163°, и захват этилового эфира и паров алкоголя на начальном этапе, затем полученный газ пропускали через воду и далее через концентрированную серную кислоту. Для того, чтобы убирать углекислый газ, который также образуется, была в воду газометра помещено небольшое количество гидроксида натрия. Газ был введен в газгольдер, после того как он горел в течение некоторого времени в конце процесса. Перед входом в спектральные трубки, после воды и концентрированной серной кислоты газ осушался безводной фосфорной кислотой.

Исследование спектров этилена связано с определенными трудностями, так как газовый поток, выделяет уголь и, следовательно, капиллярная часть трубки была непрозрачной. Именно тогда, в порядке, указанном для чистой окиси углерода, заполняли воздухом, заполняли трубы снова, всегда с большой осторожностью наполняли его до атмосферного давления этиленом, пока трубы очищаются от последних следов воздуха и углекислого газа. Таким образом удалось, чтобы никто не видел во время экспериментов линий кислорода.

В первый раз в длинной трубке этилена под давлением 4 - 6 мм, когда ток был направлен через трубку без использования лейденской банки, был обнаружен спектр водорода, второго порядка H $\alpha$ , H $\beta$ , H $\gamma$  и зонный спектр, который в красной и желтой, по существу совпал с ранее описанным, со спектром первого порядка водорода, что, однако показал одинаковые характерные канелюры в зеленый, синий и фиолетовый, которые имеют спектры углекислого газа и окиси углерода. Это было четвертый раз наиболее ярко, когда при давлении газа до 6 мм повесили лейденскую банку, спектр периодически показывал все красные и желтые линии, и осталось только, как и в двух бывших газах, желто-зеленая, зеленая и синяя группы линии видимые рядом с тремя линиями водорода. Если спектр наблюдается без включенной лейденской банки, чтобы вы могли ясно видеть, что и спектр водорода и характерные канелюры углеродных соединений уже обнаружены в зеленых и синих частях, вместе взятые.

Сходство этого спектра в красной и желтой частях с ранее описанным спектром водорода первого порядка, вызывает оправданные сомнения, если бы не объяснялись спектром углеводородов, которые тщательно проводил доктор Беттендорф<sup>1)</sup>. Выполненные им рисунки сделал описанные здесь столь характерные яркие зеленые и синие области сомнительными. В этой связи было первоначально принято решение отказаться от минимального давления, чтобы убедиться, в то же время, были показаны сходные симптомы. Это было, однако, не так, но симптомы имеют точно тот же курс, как и в

1) чертеж д-ра Беттендорфа воспроизводится в 4 части моего издания физики (2-е издание) (оптика).

углекислом газе и окиси углерода. При уменьшении давления первые полосы спектра уменьшается, и тем легче, чем темнее, и только тогда, когда давление стало незаметно маленьким, в спектре остались те же 4 гофрированных остатка желто-зеленого, зеленого, синего и фиолетового, как и в углекислом газе. Через некоторое время прохождения тока, появился желто-зеленый и зеленый флютинг в соответствующих группах линий, а также иногда производятся линии описанные § 31, так что были две желтые линии на 62 49' и 62 51' 30" , первая линия из самых ярких из измеренных 63 28' 30" , начинает группу. Это как раз воспроизводит те же симптомы, что и с углекислым газом и окисью углерода. Почти то же самое следует, если вы включите при минимальном давлении лейденскую банку, точно такой же спектр линии, который был описан в § 31. Взгляд на спектр показывает точно такие же группы в том же положении, и, кроме того тщательным повторением измерений установлено чистая атмосфера спектров. Было произведено несколько раз осторожное заполнение газом труб, чтобы эти проверить измерения, а затем откачивание до минимальных отпечатков, и каждый раз явление было то же самое. В дополнение к этим, в газах имеются некоторые другие линии которые могут быть измерены, которые ранее не были достаточно яркими.

Для этих линий спектра, насколько это можно было бы измерить я представляю следующие измерения все вместе снова.

1)	Яркая желтая линия	62 49'
2)	« « «	62 51' 30"
3)	Начало узкой группы	63 2' 30"
4)	Первая линия из четырех	63 28' 30"
5)	Начало широкой группы	64 3'
	Правая граница группы,	
	очень яркая	64 23'
6)	Яркая линия	64 27'
7)	Яркая двойная	64 40'
8)	Яркая линия	64 48'
9)	Группа из 4 линий	от 64 54' до 65 4'
10)	Группа из 3-х линий	65 16' 30", 65 18' 30", 65 22'
11)	Группа из 3-х линий	
	средняя	65 58"
12)	Группа из 3-х линий	
	средняя	67 15'

Эти характерные явления не оставляют сомнений, что наблюдалось в водороде, спектр группы и новые линии в зеленой, могут быть отнесены не к наличию углерода, с другой стороны, красный и желтый спектр углеводов то же самое, так как в этих областях спектра обеспечивает углеводороды не характерные явления света. Мы можем найти некие аналоги в спектре циана, в красный и желтый, и все в спектре азота.

При увеличении давления, без использования конденсатора, изменение спектра также проходит вполне аналогично двум ранее обсуждаемым газам. Первоначально происходит без какого-либо заметного уменьшения интенсивности света в целом, так часто упоминается в зеленый и синий канелюры все более заметные, но затем постепенно исчезает из спектра все красные и желтые, и так сводится к тому же, как для описанных ранее спектров. При давлении 14 мм, например, мы видим, Na, красный и желтый слабый, желто-зеленый канелюры, которые иногда видно слабыми эквидистантными линиями, около 5' в начале зеленой серии, непосредственно перед которой он темный фон. В этой области, иногда

наблюдается линия 63 28' 30". На зеленом флютинге также появляются время от времени некоторые из эквидистантных линий. На светлом поле, вы видите следующие линии на 64 40' и 64 54'. Затем следуют синий  $H_{\beta}$ и продолжить для гофрирования. За ними не вижу ничего более значительного.

При давлении 25 мм красного и желтого нет совсем.  $H_{\alpha}$ сама уже не видна, как  $H_{\beta}$ и  $H_{\gamma}$ не также видно, в спектре нет следов водорода. Желто-зеленый и зеленый флютинг были разделены на эквидистантные линии, их начало, еще были описаны в том же порядке в § 32, но переехало, а вместо синего рифления появляются слабые в начале 65 36' линии группы.

На 36 мм давления, спектр значительно снижен из-за слабого желто-зеленый и немного ярче зеленый, флютинг теперь переехал в порядке, как уже упоминалось ранее. При давлении 62 мм, на спектре снова и видно что-то ярко-желто-зеленый и зеленый от природы рифленая § 32. При более высоких давлениях прохождение тока уже не достижимо.

Изменения в спектре, который производит одновременная активация конденсатором при более низких давлениях уже упоминалось ранее. Спектр, состоящий из трех линий водорода и в их эквидистантных линий разделены, и смещается зеленый и желтый и зеленая канелюра, и в синем стартовая группа на 65 36' постоянна даже при увеличении давления существенно и не меняется, за исключением того, что при 26 мм уширение водородных линий, только  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\beta}$ , а затем, наконец, появилась  $H_{\alpha}$ . На 40 мм  $H_{\beta}$ уже расширился в поле, так что группа на 65 36' является частично покрытой. С силой включения конденсатора ток проходящий через трубы просуществовал до около 50 мм давления,; при этом давлении, размытие по краям  $H_{\alpha}$ также были сильны.

## 41

Для того чтобы исследовать спектры этилена, была применена более короткая трубка, кроме того, капиллярная секция длиной 15 мм, и разбавленный этилен для снижения содержания угля, и примерно двухкратный объем водорода, так что приближенные отношения для шахтного газа были воспроизведены. Даже с минимальным давлением, в спектре этой смеси получены отдельные линии и линии групп, как они были впервые описаны для угольной кислоты, когда использовалась смесь одновременно с последним в одной пробирке, наилучший спектр получался при давлении 10 мм. Диапазон начинается с  $H_{\alpha}$ , а затем красный и желтый, как и у зонного спектра водорода. Далее следует, зелено-желтые канелюры, на которых эквидистантные линии видны. Начало составляет 63 28' 30", как и у водорода затененное зеленое поле, зеленый флютинг при 64 7', но, начинается с линии. На следующем тускло освещенном поле выделяются ярко против  $H_{\beta}$ первые две линии группы 64 54'. Позади  $H_{\beta}$ является синий 65 14' зарождающегося поле гофрирования, в группе 65 36', также на не очень темном фоне отображается две слабые линии группы 65 58'. в начале фиолетовой можно увидеть на слабом фоне гофрированный свет при 66 6'. И нескольких ярких линий на 66 32', 66 12', 66 20' и 66 26'. Следующие две фиолетовых канелюры, границы 66 32' и 67 6' и, наконец, виден при 68 8' стартовый набор линий.

Как видите, спектр состоит из наблюдавшихся ранее характерных частей спектра углерода из-за большего света все же сильнее несмотря на сильное разбавление водорода, как в чистом этилене. Поразительно, однако оказалось очень похоже на предыдущие наблюдения, этилена и азота (§. 22, Vd. 137).

С увеличением давления газа первоначально спектр оставался практически неизменным, но и теперь на двух концах спектра прогрессивное потемнение, а линии § 39 исчезают. Таким образом, с 50 мм поле зрения от  $H_{\alpha}$ до оранжевого, примерно 62 20' полностью потемнело, и при давлении 70 мм  $H_{\alpha}$ также исчезла. Спектр начинается со слабого свечения оранжевого цвета, но продолжают гореть из фона желто-зеленый, и зеленый канелюры на месте синей  $H_{\beta}$ , на 65 14' зарождаются канелюры, видна группа на 65 36' и слабые фиолетовые канелюры без линий на 68 8'. С очень уменьшенной силой света, спектр по существу тот же самый, что и при 90 мм давления. При увеличении давления

интенсивность света уменьшается очень сильно, и спектр снижается в первую очередь в тех же местах, как углекислый газ, на зеленой, желтой, зеленой и синей канелюрах, по крайней мере при 150 мм, 180 мм, 200 мм давления никаких следов спектра водорода, даже  $H_{\beta}$  уже не видна. На 210 мм давления, спектр ярче, особенно после того, долгое время протекает ток по трубке. Одновременно применялась лейденская банка, но даже в этом случае была едва видна  $H_{\beta}$ . Вместо того, чтобы появиться остаткам канелюр, а затем соответствующие группы линий, как и в отпечатках угольной кислоты, которые превышают 200 мм. Держится спектр с вполне одинаковой интенсивностью света, пока давление повышается до 300 мм, и только потом, водород снова появляется с если очень внимательно смотреть, то расширенная  $H_{\beta}$  заметна. На 350 мм ощущается тем, что была очень слабой и размытой  $H_{\alpha}$ , а  $H_{\beta}$  расширился еще больше. На 450 мм происходит иногда свет помимо начала группы линия 64 54', и к тому же очень слабый свет, кажется, появляется в оранжевой области. При дальнейшем увеличении давления, линии водорода получают значительную яркость и ширину, в то время как фон освещается постепенно все более и более непрерывно. Оказывается, при давлении 700 мм  $H_{\alpha}$  уже совсем расширилась, и слабый непрерывный свет до желто-зеленой гофрированной группы, которая появляется на светлом фоне, то тусклый свет до и расчлененный зеленой канелюр и начинается сразу за увеличенной  $H_{\beta}$ , который по другую сторону группы покрыта 65 36' и почти невидна. Синяя и фиолетовая области освещены равномерно слабым светом, так что в точке  $H_{\gamma}$ , даже не воспринимают максимальную яркость.

Спектр увеличивает яркость до 760 мм, это предел давления, которые могут быть получены в аппарате.

## 42

При давлении 70 мм была с включенной лейденской банкой, спектр точно такой же как и при давлении 50 мм с конденсатором. Спектр был почти тот же, который без банки при 600 мм давления, но все ярким светом, казалось  $H_{\alpha}$  расширился незначительно, все темно примерно до 62 20', то слабые равномерно светлые желто-зеленые эквидистантные линии с гофрированием, а также и смещаются зеленые канелюры, снова равномерно яркие, очень расширился  $H_{\beta}$ , после чего следует группа 65 36' и фиолетовое, непрерывно освещенное поле, на котором группа линий, которая на 68 8' начинается. С увеличением общей яркости спектр остается неизменным вплоть до 120 мм, при этом давлении на очень светлом фоне очевидно, что в спектре добавились некоторые линии, кроме линий § 39, измерена была яркая двойная линия 64 40' и группа 65 58' и в последняя линия 68 6'. Линия  $H_{\beta}$  была настолько яркой и так расширилась, что не увидеть группу 64 54', по меньшей мере полностью. Кроме того,  $H_{\alpha}$  настолько яркая и размытая, что красная линия на 61 41' углерода не возможно было наблюдать отдельно. При дальнейшем увеличении давления, общая яркость растет с увеличением расширения линий водорода очень быстро, так что линии спектров углерода затухают все больше и уже на 250 мм давление лишь немного заметные. При этом предельном давлении, при котором ток одновременно с конденсатором, непрерывный спектр был настолько яркий, что линии натрия появляются как темные, на этом спектре появились  $H_{\alpha}$  и  $H_{\gamma}$  только как свет максимумов, разряды лейденской банки при небольшом расстоянии разрыва может быть пропущен через газа при давлении его 550 мм, спектр непрерывен на всем протяжении, линии углерода ушли, и  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$  видны как едва выступающие яркость максимумов. Начало спектра с менее преломляемой стороны не очень много от конца есть расширение  $H_{\alpha}$ , которая заканчивается при более низких давлениях, уже сформированным зонным спектром.

Для этилена можем мы, как и раньше, если допустить, что  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$  принадлежат спектру водорода, четыре различных спектра отличаются, зонный спектр, состоящий из зонного спектра водорода и те же характерные канелюры, которые уже показали два других газа, которые в некоторых случаях остаются видны, даже когда этилен был смешан с двойным объемом водорода, то существовали два линейных спектра обнаруженные ранее, и,

наконец, непрерывный спектр. Обстоятельства, при которых эти различные спектры появляются, те же, что и для углекислого газа и окиси углерода, так что после этого не может быть сомнений, какая часть спектральных явлений может быть приписаны углю. Характерные полосы гофрирования и линии спектра угля.

#### IV. Болотный газ

44

Чтобы по-прежнему исследовать углеводороды, мы выбрали шахтный газ и по этой причине, чтобы увидеть, отличается ли этот газ в своем поведении от предыдущих газов. Метан был подготовлен обычным образом из ацетата натрия с содой, очищаются известью, газ был подан в газгольдер, после эксперимента, в конце трубки, сожгли спокойно.

Газ использовался и без лейденской банки, и на более высоком давлении с подключением лейденской банки до давления 400 мм.

Описания этих экспериментов не требуется, поскольку они показали аналогичное поведение болотного газа и ранее описанных смеси этилена и водорода, также получились одинаковые спектры, а также никаких следов обнаружения водорода. Возможно, стоит упомянуть только один факт, что с помощью этого газа, присутствие угля была гораздо сильнее, чем у ранее изученных смесей. За время исследования последнего, трубка была непрозрачной из-за угля, в экспериментах с метаном после первой серии испытаний потребовалась обжигание трубы.

#### V. Циан

45

Когда в прошлом мы выбрали соединения цианистого углерода. Он был бы получен из совершенно сухого цианида ртути, и прикрепляются к наркосодержащей трубке жесткой стеклянной трубкой непосредственно к нижней части трубы спектрального анализа. Перед заполнением цианидом ртути весь аппарат откачивается, что ток через спектральной трубы не идет, а затем следует на обогрев трубопровода, аппарат заполняется цианом, затем очищается насосом, и это повторяется несколько раз.

Циан был исследован и в длинных и в коротких трубках, но практически невозможно измерить давление, потому что даже при давлении 2 мм, очень быстро выделил столько угля, что трубка была непрозрачной. Однако, наблюдения могут быть продолжены в течение некоторого времени без помех.

Красиво оформленный зонный спектр циана начинается, как можно было бы различать спектр азота в районе  $\text{Na}$ , спектр азота проявился в красной и желтой частях, там же появились характерные для азота канелюры, который здесь, как и у азота разделены потемнениями<sup>1)</sup> в среднем на две почти равные большие группы. Широкий затемнения на нескольких минут начинается  $62\ 21'$ . Эти канелюры широкие, как в чистом азоте до  $62\ 57'$ , а затем следует здесь, как и в случае чистого азота, темное поле. На  $63\ 10'$  начинается, как у всех предыдущих соединений углерода, желто-зелено гофрированные канелюры, которые является узкими, однако, и оттенки видны. Канелюры появляются около 5 футов шириной, затем следуют поле равномерно слабой яркости на котором первые яркие линии группы 4 § 39 в  $63\ 28'\ 30''$  видны. От  $63\ 30'$  до  $63\ 48'$  снова как в азоте, затем следует, широкое темное поле до  $64\ 7'$ , на котором первой линией появляется  $64\ 4'$  группы 5 § 39. На  $64\ 7'$  начинается, как и в других газах, зеленые канелюры, которые являются блестящими, но узкими, они достигают  $64\ 13'$ , точки, где они начинается в других газов, если банка включена. Там тогда следует, темное поле, непосредственно перед началом гофрирования. Нет ярких линий

1) Это затемнение .спектра азота Плюккера (Phil. Transactions 1865) Более подробно видно, опираясь на Моррена (гальванизм Видемана). Описание спектра можно найти в таблице I тома II экспериментальной физики (оптика), 2 редакция.

№ 6 § 39 на 64 27'. От 64 29' спектр первый раз довольно характерное пятно спектра вещества, но особенно в области  $H_{\beta}$ , не очень яркая гофрированная группа азота 9 описанная в § 39, из которых вторая линия 64 56' 30" является достаточно резкой и максимальной яркости для измерения на 64 45', зарождающиеся канелюры 64 48', вероятно, следует рассматривать как яркие линии. Нет, группы 7 из § 39. На 65 14', такие же канелюры, что и для других газов, также очень узкие, а затем в синий и фиолетовый, спектр по существу имеет характер спектра азота, однако, канелюры формируются не столь полными и регулярными, как в чистом азоте. Однако указывать в деталях, как каждая из канелюр сгруппированы не требуется.

Спектр циана линейчатый, который показывается наиболее легко с минимальным давлением из соединений углерода, в частности, изменения зонного спектра вообще легко в этом спектре. Даже после длительного пропускания тока при неизменном давлении газа, развил эти линии спектра, все красные и желтые исчезает, а спектр начинается с группы на 63 2' 30", после чего группа 63 28' 30" вы можете видеть дальше широкую группу слабых линий для измерения, в которой на 64 19' линия отлично видна, из группы 9 § 39 яркая двойная линия на 64 40', а также яркая линия группы 10, которая на 65 18' 30" и две другие линии этой группы видны, но света не слишком достаточно, чтобы измерить их, также появляется ясно, но не резко группа 9 § 39, и группа 11 на 65 58' измеряются. Как видите, почти все линии, которые найдены в спектре других газов снова доступны.

Как уже упоминалось, это не может быть прослежено в циане при более высоких давлениях, однако, удалось в одной из небольших трубок, при давлении около 2 мм наблюдать образование спектра на некоторое время. После этого стало очевидно, здесь, как и в этилене, своеобразный спектр угля почти не виден. Как этилен показал яркие части почти во всех зонах спектр водорода, оказалось, здесь почти только спектр азота.

## 46

Хотя замечания по циану может быть очень неоднородные, также для подтверждения предыдущих наблюдений, получены для зонного спектра циана в зеленой и синей части найдены те же характерные канелюры, как и в других газов. Эти канелюры приписываемые углю появляются во всех испытанных газах, даже если их подготовка зависит от индивидуальных особенностей и нюансов вещества, с которыми связан уголь. Особенно в красной и желтой, но спектр углеродсодержащих газов существенно зависит от других компонентов соединения, причем настолько, что когда азот и водород в этих частях, почти весь спектр трехсторонних видно.

При непосредственном наблюдении переход каждой группе канелюр, при высоком давлении в баллоне характеризуются тем, что в каждая группа канелюр всегда превращается в эквидистантные линии так, что давайте признаем эти группы как линейный спектр угля.

Точно так же можно однозначно идентифицировать другие линии спектра как линии угля, как это происходит во всех газах и при тех же обстоятельствах.

Я соглашаюсь на простые объяснения этих экспериментальных результатов, Особенно о том, что с ростом давления спектры соединений углерода переходят в непрерывный спектр, пока я не получил результаты некоторых испытаний температуры газов, с которыми я сейчас занимаюсь.

Aachen, Oktober 1871



## Дополнение

Просматривая периодику во время каникул я нашел в *Compte rendu* от 7 Августа объявление г-на Ангстрема 1) в которой он снова утверждает неизменность спектров газов, водорода и кислорода из серий моих наблюдений, и наблюдаемые для угля. Содержание этих замечаний г-на Ангстрема, в основном о моей предыдущей статье в которой сообщается об экспериментах, которые свидетельствуют, что наблюдаемые явления в углеводородах, может быть отнесено к кислороду, в то время как в спектре водорода первого порядка, до сих пор должны быть отнесены к водороду, однако, г-н Ангстрем выдал несколько замечаний.

Гр. Ангстрем ставит его как неопровержимый простой принцип, что существующий спектр ярких линий газа при повышении температуры относительная яркость может измениться, но не больше. Спектр должен сохранить свой характер без изменений. Я ранее указывал, что с увеличением температуры спектр должен стать непрерывным, как это следует из прямого предположения Кирхгофа, и гр. Цельнер предоставил доказательства увеличения плотности распределение яркости в спектре газа, что также существенно отличается от предположения постоянства излучения, но г-н Ангстрем по-прежнему считает, что спектр не мог сделать это. Обычно в процессе исследования сохраняются некоторые характеристики без изменения, если она всегда оказывается таким же образом, было бы обычным указать в спектре водорода три яркие линии  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$ . В этом смысле с увеличением давления газа, по сути, спектр азота неизменный второго порядка. Для спектра водорода, я показал, однако, что при давлении 1320 мм немного большей светимостью в красной, абсолютно непрерывен, так что при условии, по большей части постоянных границ спектра, спектр атома водорода, по сути, существующие при более низких давлениях три максимума едва узнаваемы. Гр. Ангстрема сказал, но все же, что это всего лишь обычный спектр водорода. Доказательств для его утверждения конечно очень своеобразные, можно предположить, что спектр водорода он никогда не видел, и мое описание также не читал. Его доказательство лежит в самом деле в рассказе, что он в 1853 году, как в спектре водорода интенсивные немного резкие линии С и видел два максимума на F и G, и что позднее линий Плюккера и переход на непрерывный спектр не наблюдалось. Его описание спектра водорода стали приговором Плюккеру, что когда электрический разряд проходит через водород при обычном давлении, это дает светящийся газ, и спектр в три уширенных линий. Я думаю, что непрерывный спектр, в котором три максимума яркости едва заметные, и которая имеет в D обратимую яркость линии натрия, всегда немного острый, ограниченный линией на С, и двумя максимумами яркости F и G, а также три уширенных линий, и обычно реализует непрерывный спектр, хотя и расширили существующие линии.

То же самое относится и к спектру кислорода под высоким давлением, которое г-н Ангстрема не упоминает это также происходит при давлении 280 мм являются абсолютно непрерывной в красной и желтой, так что вместо видимых линий кислорода появляющихся при более низких давлениях больше не имеют максимальной яркости.

Гр. Ангстрема потом обращается к моей интерпретации в моем первом сообщении где описаны спектры водорода и кислорода, г-н Ангстрема сделал из моих предыдущих попыток эссе, у меня только несколько слов об интерпретации новой линии спектра водорода в качестве наблюдения спектра серы. Гр. Ангстрем указал на приблизительное совпадения некоторых моих измерений с несколькими линиями спектра серы. Наблюдаемые линий не может быть приблизительными, так как различия в положении линий измеряется иногда в нескольких минут. То, чьл мало таких приблизительно совпадающих линий, если вы посмотрите все группы, доказывает, что г-н Ангстрема путает спектр принадлежащий к кислороду и специфический спектр соответствующий хлору. Сообщения в моей предыдущей статье, что зонный спектр угля никогда не выскакивает из линий спектра не вызывает сомнений, что спектр принадлежит угля, и до сих пор согласие в линиях этого

---

1) Стр. 300 данного тома

спектра соответствует, хлору, гораздо лучше, чем у водорода с серой. Если бы нужно было вывести совпадения количества линий на равенство двух спектров, можно было бы так же хорошо решить вопрос о линиях спектра, как из титана или железа получить, потому что можно было бы за счет собственных измерений г-н Ангстрема в линиях этих металлов имеют те же согласие показанных спектров; вы можете также найти в некоторых плюккеровых наблюдениях спектры хлора, йод, брома, и определение линий всех спектров с той же точностью, как и серы, в третьих, в общем нахождение в зеленой части большого числа линий, и что, следовательно, значительное число из них очень близки к концу. Как трудно это должно быть определено с позиции группы линий, но я имел в последнем релизе интересный пример. Группа линий углерода которая лежит прямо перед  $H_{\beta}$  очень легко спутать с кислородом линии перед  $H_{\beta}$ , но я нашел и в этилене и циане, т. к. это приблизительно совпадало в измерениях, то сомнительно, что группа не принадлежат углю, в наблюдениях окиси углерода удалось наблюдать группы кислорода в дополнение к группам углерода, поэтому можно своими глазами убедиться, что линии одной группы являются промежуточными между линиями другой.

Если вы придете к согласию о характере спектра, то это соглашение должно распространяться не на несколько линий, но они должны распространяться на всё. С этой точки зрения я бы хотел получить от г-на Ангстрема специфический спектр линий, чтобы сравнить еще раз с теми спектрами, которые я понимаю, я описываю спектры во втором томе нового издания моей физики, чтобы понять этот спектр и сформулировать основные направления, но чтобы все было видно вообще, я должен добавить, что спектр отнюдь не слабый свет, но особенно полезно применение лейденской банки, очень яркая, но и с банкой ничего не было, чтобы видеть. В доказательство, которое я приведу здесь частично от г-на доктора Беттендорфа, часть из моих журналов наблюдений: "активация лейденской банкой при минимальных давлениях непрерывного спектра (диапазон спектра водорода), оказывается, обеспечивает уже светло-зеленый фон и показывает шесть групп с высоким блеском, кроме того, районы, расположенные между группами линий также очень яркий, но не так. ярко, что характер спектра менялся. Шесть групп, оцениваются по яркости и по-прежнему наиболее известные.

Чтобы доказать совпадение всех линий двух спектров по принципу г-н Ангстрема, то даже исследования Плюккера, Франкленд и Уатта показывают, и особенно Цельнера говорят о том, что это не изолированные наблюдения, что наблюдения характера спектра могут быть получены под определенным давлением, но только по ходу раскрытия всех спектральных явлений, которые далеки от простоты. Если бы г-н. Ангстрем учел ход некоторых спектральных явлений в водороде с возрастающим давлением, я думаю, он бы тогда не объяснял бы этим сходства двух спектров, зонного спектра водорода и спектра углеводородов, это даст ему также некоторые сомнения относительно интерпретации наблюдений линий спектра в кислородной трубке присутствия спектра хлора, когда он рассматривал появление этого спектра в диапазоне спектра углерода, в то время как это принято для кислорода.

В вопросе об изменчивости спектров не место на все реагировать, продолжая спектральные исследования чтобы обеспечить широкие возможности, а также обеспечить ясность в этом вопросе. Как я указывал в прошлом году в *Comptes Rendus*, что спектры, как правило, переменные, но только ли изменения спектров указывают на изменчивость излучения или нет.

**Aachen, 16. November 1871.**