

Обложка  
щется

Обложка  
щется

# ВѢСТНИКЪ ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

И

## ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 211.

**Содержаніе:** Признаки несократимости суммы дробей и примѣненіе ихъ къ рѣшенію дробныхъ уравненій (окончаніе). *С. Гирмана.*—Краткій очеркъ исторіи открытія спектральнаго анализа (продолженіе). *В. Меншуткина.*—Аргонъ. *В. Гернета.*—Доставленныя въ редакцію книги и брошюры. —Задачи №№ 188—193.—Рѣшенія задачъ 3-ей сер. №№ 103, 105 и 110.—Библиографическій листокъ новѣйшихъ итальянскихъ изданій.—Библиографическій листокъ новѣйшихъ англійскихъ изданій.—Объявленія.

### ПРИЗНАКИ НЕСОКРАТИМОСТИ СУММЫ ДРОБЕЙ

И

### примѣненіе ихъ къ рѣшенію ДРОБНЫХЪ УРАВНЕНІЙ.

(Окончаніе \*).

§ 4. На невѣрное изложеніе рѣшенія уравненій съ неизвѣстными въ знаменателяхъ дробей въ большинствѣ учебниковъ алгебры первый обратилъ вниманіе г. Киселевъ, который въ предисловіи къ своей „Элементарной алгебрѣ“, помѣченномъ 15-ымъ января 1888-го года, говорить слѣдующее:

„Въ статьѣ „Общая начала рѣшенія уравненій“ я подробнѣе и, мнѣ кажется, научнѣе, чѣмъ принято, рассматриваю пріемъ рѣшенія уравненій, содержащихъ въ знаменателяхъ неизвѣстныя. Относительно такихъ уравненій въ нѣкоторыхъ учебникахъ доказываются невѣрные положенія<sup>5)</sup>, въ другихъ же особенности ихъ умалчиваются. Мною

\* ) См. „Вѣстникъ Оп. Физики“ № 210.

<sup>5)</sup> „Напр., въ алгебрѣ Давидова, въ § 120, говорится: „Есть впрочемъ случай, когда умноженіе обѣихъ частей уравненія на множитель, содержащій неизвѣстныя, приводитъ къ уравненію тождественному съ первымъ; именно когда количество, на которое множимъ, есть „наименьшее кратное выраженіе всѣхъ знаменателей“, и затѣмъ ошибочно доказывается это невѣрное утвержденіе. Ошибка заключается въ томъ, что наименьшему кратному знаменателей приписано свойство, котораго оно не имѣетъ.“  
*Примѣчаніе г. Киселева.*



„сдѣлана попытка изложить этотъ вопросъ съ желательной полнотой и „строгостью“<sup>6)</sup>).

Почти одновременно съ г. Киселевымъ на то же обстоятельство обратилъ вниманіе и г. Маракуевъ, который въ предисловіи къ своей „Элементарной алгебрѣ“, помѣченномъ 1-ымъ февраля 1888 года, какъ на одну изъ особенностей своего курса, указываетъ на слѣдующее:

„Подробно уяснены *начала*, на которыхъ основывается рѣшеніе „уравненій. Этотъ пунктъ, обыкновенно, излагается поверхностно, а „теорема объ умноженіи уравненія на множитель съ неизвѣстнымъ даже „обыкновенно излагается неправильно. Неправильное выраженіе этой „теоремы, кажется, впервые появилось въ алгебрѣ Давидова, а отсюда „перешло и въ другія руководства, между прочимъ даже и въ алгебру „Шапошникова—лучшій изъ существующихъ у насъ краткихъ курсовъ“<sup>7)</sup>.

Спустя нѣсколько лѣтъ послѣ гг. Киселева и Маракуева на невѣрное изложеніе рѣшенія дробныхъ уравненій въ учебникахъ алгебры Давидова и другихъ авторовъ обратилъ вниманіе также г. Шидловскій въ № 118 „В. О. Ф. и Э. М.“<sup>8)</sup>.

Гг. Киселевъ, Маракуевъ и Шидловскій доказали на примѣрахъ, что при умноженіи обѣихъ частей дробнаго уравненія на наименьшее общее кратное знаменателей дробныхъ членовъ получается уравненіе, вообще неравносильное первоначальному. Именно г. Киселевъ<sup>9)</sup> доказалъ это на уравненіи:

$$\frac{x^2}{(x-2)^2} + \frac{2}{(x-2)^2} = \frac{1}{x-2} + \frac{2x+2}{(x-2)^2},$$

г. Маракуевъ<sup>10)</sup>—на уравненіи:

$$1 + \frac{x^2}{1-x} = \frac{1}{1-x} - 6$$

и г. Шидловскій<sup>11)</sup>—на уравненіи:

$$\frac{3x^2+2}{x^2-1} + \frac{2(x-2)}{x+2} = \frac{5(x^2-x-1)}{x^2-1}.$$

Всѣ эти примѣры тѣмъ не удачны, что между знаменателями дробей есть равные, такъ что хотя эти примѣры и доказываютъ ошибочность разсужденій проф. Давидова и г. Покатилова, но они не обнаруживаютъ еще ошибки въ разсужденіяхъ г. Блюмберга, относящихся къ несократимымъ дробямъ, между знаменателями которыхъ нѣтъ равныхъ

<sup>6)</sup> А. Киселевъ. Элементарная алгебра. Часть I. М. 1888. Стран.: III—IV.

<sup>7)</sup> Н. Н. Маракуевъ. Элементарная алгебра. Курсъ систематическій въ 2-хъ частяхъ. Часть I. М. 1887. Стран.: I—II.

<sup>8)</sup> В. Шидловскій. Изъ области элементарной алгебры: къ вопросу о рѣшеніи уравненій, содержащихъ неизвѣстное въ знаменателяхъ дробныхъ членовъ „В. О. Ф. и Э. М.“. Кіевъ. 1891. № 118, X-го сем. № 10, стран.: 181—186.

<sup>9)</sup> А. Киселевъ. Элементарная алгебра. Часть I. М. 1888. Стран.: 76.

<sup>10)</sup> Н. Н. Маракуевъ. Элементарная алгебра. Часть I. М. 1887. Стран.: 257.

<sup>11)</sup> „В. О. Ф. и Э. М.“ 1891. № 118, X-го сем. № 10, стран.: 182.



знаменателей. Я полагаю, что изъ первыхъ двухъ параграфовъ этой статьи достаточно ясно вытекаетъ ошибочность разсуждений и г. Блюмберга.

§ 5. Въ настоящее время вполнѣ строгое не имѣющее вышеуказанныхъ ошибокъ изложеніе рѣшенія уравненій, содержащихъ неизвѣстныя въ знаменателяхъ дробей, можно найти во многихъ учебникахъ алгебры и дополнительныхъ статей алгебры, изъ которыхъ мнѣ знакомы слѣдующіе:

1) А. Киселевъ. Элементарная алгебра. Часть I. М. 1888. п<sup>о</sup>102, стран.: 74—76.

2) А. Киселевъ. Элементарная алгебра. 3-е изданіе. М. 1893.—4-ое изданіе. М. 1893.—5-ое изданіе. М. 1894.—Вездѣ п<sup>о</sup>94, стран.: 67—69.

3) Н. Н. Маракуевъ. Элементарная алгебра. Часть I. М. 1887. п<sup>о</sup>276, стран.: 255—257.

4) В. Соколовъ. Дополнительные статьи алгебры въ связи съ повторительнымъ курсомъ для VII-го дополнительнаго класса реальныхъ училищъ. Островъ. 1892. Стран.: 161—163.

5) П. С. Флоровъ. Курсъ дополнительныхъ статей алгебры съ приложеніемъ 140 задачъ. По новой программѣ реальныхъ училищъ. М. 1893. п<sup>о</sup>72, стран.: 101—104.

Способы рѣшенія уравненій, содержащихъ неизвѣстныя въ знаменателяхъ дробей, указываемые въ вышеназванныхъ учебникахъ, можно свести къ двумъ типамъ:

Г. Киселевъ въ первомъ изданіи своей „Элементарной алгебры“ даетъ слѣдующее правило для рѣшенія дробныхъ уравненій: „чтобы рѣшить уравненіе, содержащее неизвѣстное въ знаменателяхъ, должно перенести всѣ члены въ одну часть уравненія и, приведя ихъ къ общему знаменателю, представить эту часть въ видѣ дроби; сокративъ полученную дробь на общаго наибольшаго дѣлителя числителя и знаменателя, должно отбросить знаменателя и рѣшить полученное отъ этого уравненіе; если степень знаменателя выше степени числителя, то данное уравненіе имѣетъ еще особый корень  $x = \infty$ “<sup>12)</sup>.

Г. Маракуевъ въ своей „Элементарной алгебрѣ“ даетъ нѣсколько иное правило для рѣшенія дробныхъ уравненій: „для рѣшенія уравненія, содержащаго неизвѣстное въ знаменателяхъ дробей, собираемъ всѣ члены въ первую часть, приводимъ ихъ къ общему знаменателю и соединяемъ въ одну дробь; приравнявъ числителя этой дроби нулю, рѣшаемъ уравненіе  $P=0$ . Если окажется, что ни одинъ изъ корней этого уравненія не обращаетъ знаменателя  $Q$  въ ноль, то заключаемъ, что уравненіе  $P=0$  тождественно данному, если оставить въ сторонѣ бесконечные корни“.

„Если же окажется, что какой либо изъ корней уравненія  $P=0$  обращаетъ и знаменателя  $Q$  въ ноль, то истинная величина дроби  $\frac{P}{Q}$ “

<sup>12)</sup> А. Киселевъ. Элементарная алгебра. Часть I. М. 1888. Стран.: 76. Курсивъ въ подлинникѣ.



„при этомъ частномъ значеніи  $x$  покажетъ, слѣдуетъ ли его удержать или отбросить“<sup>13)</sup>.

Относительно же безконечнаго корня  $g$ . Маракуевъ говоритъ раньше слѣдующее: „такъ какъ знаменатель  $Q$  есть полиномъ цѣлый по буквѣ  $x$ , то онъ можетъ обратиться въ  $\infty$  только при  $x = \infty$ ; но при этомъ и числитель, какъ цѣлый полиномъ относительно  $x$ , также обратится въ  $\infty$ , дробь же  $\frac{P}{Q}$  приметъ видъ  $\frac{\infty}{\infty}$ ; истинная величина этой неопредѣленной формы будетъ нулемъ только тогда, когда степень знаменателя выше степени числителя. Въ этомъ, и только въ этомъ случаѣ, ур-ніе  $\frac{P}{Q} = 0$  будетъ имѣть безконечный корень“<sup>14)</sup>.

Правило, даваемое  $g$ . Маракуевымъ, не требуетъ предварительнаго сокращенія дроби  $\frac{P}{Q}$ ; поэтому вѣроятно этого правила придерживаются остальные изъ вышеназванныхъ авторовъ и  $g$ . Киселевъ въ 3-емъ, 4-омъ и 5-мъ изданіяхъ своей „Элементарной алгебры“, т. е. съ того времени, когда нахожденіе наиб. общ. дѣлителя двухъ цѣлыхъ многочленовъ способомъ послѣдовательнаго дѣленія было исключено изъ программъ классическихъ гимназій и реальныхъ училищъ.

Будемъ ли мы поступать по первому или второму правилу, во всякомъ случаѣ признаки несократимости, выведенные мною въ § 1 настоящей статьи, могутъ упростить рѣшеніе дробнаго уравненія. Въ самомъ дѣлѣ, положимъ, что перенеся всѣ члены въ первую часть, мы на основаніи признаковъ несократимости можемъ убѣдиться, что послѣ приведенія всѣхъ дробей къ наименьшему общему знаменателю и послѣ соединенія всѣхъ дробей въ одну дробь получимъ въ первой части уравненія несократимую дробь  $\frac{P}{Q}$ , въ такомъ случаѣ, рѣшая уравненіе  $P = 0$ ,

мы получимъ всѣ конечные корни уравненія  $\frac{P}{Q} = 0$  и не получимъ ни одного лишняго корня; слѣдовательно нѣтъ никакой надобности въ этомъ случаѣ, слѣдуя правилу  $g$ . Киселева, стараться сократить дробь  $\frac{P}{Q}$  или, слѣдуя правилу  $g$ . Маракуева, повѣрять, не обращаетъ ли какой либо изъ корней уравненія  $P = 0$  также знаменателя  $Q$  въ нуль. Если же признаки несократимости не даютъ возможности сдѣлать заключеніе о несократимости дроби  $\frac{P}{Q}$ , то необходимо слѣдовать буквально правилу  $g$ . Киселева или  $g$ . Маракуева.

Такъ на примѣръ можно заранѣе сказать, что умноженіе обѣихъ частей уравненія:

<sup>13)</sup> Н. Н. Маракуевъ. Элементарная алгебра. Часть I. М. 1887. Стран.: 256.

<sup>14)</sup> Тамъ же, стран. 255—256.



$$\frac{15}{x-2} - \frac{16}{x-3} + \frac{2}{x-5} = 0,$$

на наименьшее общее кратное знаменателей не введетъ лишнихъ корней (см.: § 2, примѣръ III).

Но нельзя заранѣе сказать того же относительно слѣдующихъ уравненій:

$$\frac{5}{(x-2)(x-7)} + \frac{7}{(x-5)(x-7)} + \frac{3}{(x-2)(x-5)} = 0,$$

$$\frac{5}{(x-2)(x-7)} + \frac{7}{(x-5)(x-7)} - \frac{3}{(x-2)(x-5)} = 0.$$

Рѣшая же эти уравненія, можно убѣдиться, что умноженіе обѣихъ частей послѣдняго изъ нихъ на наименьшее общее кратное знаменателей ввело бы лишній корень  $x = 2$  (см.: § 2, примѣры IV и V).

Полагаю, что этихъ примѣровъ достаточно; повторяю еще разъ сказанное мною въ началѣ § 2, именно, что прежде приведенія дробей къ наименьшему общему знаменателю всегда возможно предварительно сократить всѣ дроби, допускающія сокращеніе, и соединить въ одну всѣ дроби, имѣющія одинаковыхъ знаменателей; а такъ какъ признакъ несократимости суммы несократимыхъ дробей съ неравными знаменателями весьма простъ, то упомянутое упрощеніе дробей не только можно, но и должно выполнить всякій разъ, когда является вопросъ о несократимости ихъ суммы, какъ это бываетъ при рѣшеніи дробныхъ уравненій.

Учит. Варш. реальн. учил. С. Гирманъ.

## КРАТКІИ ОЧЕРКЪ

исторіи открытія спектральнаго анализа.

(Продолженіе \*).

Въ 1834 году появилась еще статья<sup>35)</sup> Тальбота, гдѣ мы находимъ описаніе способа отличить соли литія отъ таковыхъ стронція. Простымъ глазомъ невозможно отличить оба оттѣнка краснаго цвѣта, сообщаемаго солями этихъ металловъ пламени. „Но призма показываетъ между ними самое рѣзкое отличіе, которое только можно себѣ представить. Пламя стронція даетъ большое число красныхъ линій, отдѣленныхъ темными промежутками; кромѣ того есть оранжевая и рѣзкая голубая линія. Литій же даетъ одну только красную линію. Отсюда я безъ всякаго сомнѣнія заключаю, что оптическій анализъ можетъ различить малѣйшія количества этихъ двухъ веществъ съ такою же, если не съ болѣею

\*) См. „Вѣстникъ Оп. Физики“ № 207.

<sup>35)</sup> Philosophical Magazine and J. of science, t. IV 3-я серія стр. 114.



точностью, чѣмъ какой либо другой аналитическій способъ“. Въ той же статьѣ находимъ любопытную замѣтку по поводу пламени горящаго ціана. Въ спектрѣ его „замѣчается между прочимъ полоса, которая кажется болѣе преломляемой, чѣмъ какая либо линія солнечнаго спектра“.

Между тѣмъ Брюстеръ продолжалъ свои работы. Результаты его изслѣдованій появились сначала въ 1833 году<sup>36)</sup>, потомъ — въ исправленномъ и дополненномъ видѣ — въ 1836 году<sup>37)</sup>. Цѣль всѣхъ работъ была прежняя: открыть общій принципъ химическаго анализа, въ которомъ простыя и сложныя тѣла характеризовались бы своимъ дѣйствіемъ на извѣстныя части солнечнаго спектра. Опыты производились надъ окрашенными стеклами, растворами солей, и т. д. Потомъ — надъ простыми тѣлами: сѣрой и іодомъ. Далѣе вниманіе геніальнаго ученаго обратилось на газообразныя тѣла. Первымъ такимъ тѣломъ былъ азотноватый ангидридъ. Предварительныя свѣдѣнія объ этомъ упомянуты раньше. Опыты производились такимъ образомъ: Спектръ свѣта лампы былъ пропущенъ черезъ небольшую толщю этого газа. Получалось удивительное явленіе: весь спектръ оказался изрѣзаннымъ сотнями темныхъ полосъ. Съ увеличеніемъ толщины слоя азотноватаго ангидрида, линіи въ красной части тоже утолщались. Сжиженный газъ не даетъ ни одной изъ этихъ линій. Спектръ азотноватаго ангидрида является на первый взглядъ совершенно сходнымъ съ спектромъ солнечнаго свѣта. Это обстоятельство подало Брюстеру мысль *сравнить* оба эти спектра. Получились изумительные результаты: оба спектра совпали. Чтобы лучше сличить ихъ, оба спектра были сравнены съ рисункомъ Фраунгофера. Оказалось — что ни одна линія солнечнаго спектра — какимъ видѣлъ его Брюстеръ — не совпала съ линіями Фраунгофера! Брюстеръ смутился. Тальботъ предложилъ ему такое объясненіе, что основныя свойства солнечнаго свѣта измѣнились съ тѣхъ поръ, какъ его видѣлъ Фраунгоферъ. Но это предположеніе пришлось отбросить, когда Брюстеръ нашелъ, въ чемъ дѣло: масштабъ, въ которомъ былъ спектръ Брюстера, былъ во много разъ больше такового Фраунгофера. „Общая шкала всѣхъ моихъ рисунковъ, пишетъ Брюстеръ, оказалась въ четыре раза больше Фраунгоферовой. Нѣкоторыя части нарисованы даже въ 12 разъ больше, чтобы имѣть возможность помѣстить всѣ линіи. Длина спектра Фраунгофера 15½ дюймовъ. По той же шкалѣ мой спектръ достигаетъ 17 дюймовъ, а какъ я его нарисовалъ — 5 футовъ 8 дюймовъ и 17 футовъ, если принять болѣе болѣе масштабъ. Линій у меня видно болѣе 2000“<sup>38)</sup>. „Вышеупомянутое предположеніе Тальбота заставило меня хорошенько наблюдать за солнечнымъ спектромъ, чтобы увидать, не происходитъ ли какихъ либо измѣненій“. — „Во время зимнихъ наблюденій я замѣтилъ въ красной и зеленой частяхъ полосы, пропадавшія въ другія времена; тщательное сравненіе этихъ наблюденій показало однако, что эти

<sup>36)</sup> Transactions of the Royal Society of Edinburgh, t. XII стр. 519 слѣд. 12 апрѣля 1833 года.

<sup>37)</sup> Philosophical Magazine and Journal of science, t. VIII, 3-я серія стр. 384 слѣд.

<sup>38)</sup> Gassiot (Annales de Chimie et de Physique, (4) t. 3 стр. 507), употребляя 11 призмъ, наполненныхъ сѣроуглеродомъ, получилъ спектръ такой длины, что между 2-мя линіями D онъ насчиталъ до 12 линій!



зимнія полосы зависятъ отъ близости солнца къ горизонту, и суть результатъ поглощающаго дѣйствія земной атмосферы; отсюда можно заключить, что никакихъ измѣненій на солнцѣ за это время не произошло, и само солнце—не пламя, а раскаленное твердое тѣло“. Далѣе слѣдуетъ описаніе этихъ „атмосферныхъ“ линий; онѣ преимущественно появляются въ красной части спектра.

Около этого же времени занимался изслѣдованіемъ цвѣтныхъ пламенъ Зантедески; онѣ представлялъ свои работы Парижской Академіи Наукъ, но онѣ не были напечатаны. О нихъ упоминаютъ Брюстеръ<sup>39)</sup> и Эли де Бомонъ<sup>40)</sup>.

Фоксъ Тальботъ принималъ дѣятельное участіе во всемъ, касавшемся спектральнаго анализа. Онѣ сильно настаивалъ на важности этихъ наблюдений. Особенно хорошо сказывается это въ его статьѣ 1837<sup>41)</sup> года, гдѣ мы читаемъ между прочимъ слѣдующее: „Опредѣленные лучи, испускаемые нѣкоторыми веществами, напр. желтые лучи солей натрія, имѣютъ твердый и незыблемый характеръ, отчасти аналогичный тѣмъ постояннымъ отношеніемъ, въ которыхъ соединяются всѣ тѣла по атомистической теоріи. Можно поэтому думать, что тщательныя физическія изысканія прольютъ новый свѣтъ и на химическія явленія“. Затѣмъ описаны спектры нѣкоторыхъ соединений; онѣ пытался точно измѣрить положеніе нѣкоторыхъ линий; „но, замѣчаетъ онѣ, трудно сдѣлать это; нужны для этого инструменты далеко лучше моихъ“. Статья заканчивается описаніемъ получаемыхъ посредствомъ гальваническаго тока спектровъ различныхъ металловъ.

Изслѣдованіемъ цвѣтныхъ пламенъ занимался и В. А. Миллеръ<sup>42)</sup>. Спектры ихъ получалъ онѣ такимъ образомъ, что растворялъ соли въ спиртѣ и изслѣдовалъ пламя горящаго раствора. Получались чрезвычайно сложные спектры, такъ какъ кромѣ спектра данной соли образовался еще и спектръ горящаго спирта<sup>43)</sup>. По словамъ Кирхгофа<sup>44)</sup> „одна есть у него заслуга: онѣ первый далъ рисунки спектровъ изслѣдуемыхъ пламенъ“; но рисунки эти нельзя назвать удачными. Круксъ, перепечатавая его статью<sup>45)</sup>, говоритъ, что, принимая во вниманіе состояніе тогдашней хромолитографіи, рисунки профессора Миллера во многихъ отношеніяхъ точнѣ изображеній спектровъ, помѣщенныхъ въ недавнихъ нумерахъ ученыхъ журналовъ. Однако онѣ показывалъ рисунки Миллера нѣкоторымъ лицамъ, хорошо знакомымъ со спектрами изслѣдованныхъ веществъ, и никто изъ нихъ не могъ отличить спектровъ стронція, кальція и барія“.

Описанные выше опыты надъ поглотительною способностью газовъ послѣ Брюстера повторилъ Миллеръ<sup>46)</sup>; результаты его работъ сводятся

<sup>39)</sup> Comptes Rendus, томъ LXII, стр. 17.

<sup>40)</sup> ibidem, томъ LIV, стр. 208.

<sup>41)</sup> Philosophical Magazine (3) IX.

<sup>42)</sup> Poggendorfs Annalen, томъ LXIX.

<sup>43)</sup> Записки Берлинской Академіи Наукъ за 1861 годъ.

<sup>44)</sup> Poggendorfs Annalen, 1863 CXVIII.

<sup>45)</sup> Chemical News, 1861.

<sup>46)</sup> Report of the British Association for the advancement of science, Cambridge, June 1845, часть вторая.



къ слѣдующему. На основаніи данныхъ по отношенію къ дѣйствию на солнечный спектръ азотноватаго ангидрида были изслѣдованы другіе газы. При этомъ оказалось, что темныя линіи измѣняли свое положеніе въ зависимости отъ различныхъ газовъ. Всѣ газообразные окислы хлора даютъ одинаковыя серіи линій; никакой связи между химическимъ характеромъ изслѣдуемыхъ тѣлъ и свойствомъ производить фраунгоферовы линіи замѣчено не было.

Между тѣмъ Брюстеръ занялся другой областью спектральныхъ изслѣдованій. Въ 1842 году онъ докладывалъ слѣдующее на съѣздѣ Британской Ассоціаціи въ Манчестерѣ<sup>47)</sup>. Благодаря присланной изъ Мюнхена отлѣнно хорошей призмѣ, онъ замѣтилъ, что линіи спектра горячей селитры соотвѣтствуютъ линіямъ А и В солнечнаго спектра. Было изслѣдовано много тѣлъ, и оказалось, что повидимому всѣ они обладаютъ въ состояніи воспламененія этимъ свойствомъ,—т. е. происходитъ совпаденіе линій ихъ спектра съ линіями солнечнаго спектра. Точнаго опредѣленія свѣтлыхъ линій спектровъ произведено не было; положеніе ихъ опредѣлялось на глазъ. Затѣмъ съ помощью этой же призмы былъ тщательно изслѣдованъ красный конецъ спектра; при этомъ было открыто много новыхъ линій, изъ которыхъ крайнія наблюдались въ первый разъ.

Статья 1850 года<sup>48)</sup> повторяетъ почти все вышенаписанное. Опыты съ селитрой производились сжиганіемъ ея на углѣ. Затѣмъ онъ пишетъ: „Я также наблюдалъ, сжигая азотнокислый стронцій въ пламени спирта, хорошо выраженные линіи въ той части спектра, которая лежитъ между D и E. Хотя всѣ онѣ и совпадаютъ какъ будто съ нѣкоторыми линіями и полосами солнечнаго спектра, но рѣшительно сказать не могу. Я нисколько не сомнѣваюсь, что при сжиганіи различныхъ солей или различныхъ металловъ должны также наблюдаться въ ихъ спектрахъ линіи, совпадающія съ тѣми или другими изъ главныхъ линій солнечнаго спектра“.

Въ 1847 году послѣдовало значительное улучшеніе метода наблюденія спектральныхъ явленій: англійскимъ ученымъ Сваномъ изобрѣтенъ былъ коллиматоръ, т. е. зрительная труба съ щелью. До тѣхъ поръ приходилось имѣть темную комнату для производства спектральныхъ изслѣдованій, что конечно сильно затрудняло работу; со времени же открытія Свана спектроскопъ принялъ нынѣшній видъ.

Въ 1853 году мюнхенскій профессоръ Кунъ далъ результаты своихъ продолжительныхъ работъ въ статьѣ: „О постоянныхъ линіяхъ солнечнаго спектра“ (Ueber die fixen Linien im Spectrum des Sonnenlichts<sup>49)</sup>).

Вотъ его выводы:

„1) Открытыя Фраунгоферомъ линіи находятся въ солнечномъ спектрѣ при всѣхъ, до сихъ поръ наблюденныхъ, условіяхъ; при прочихъ равныхъ условіяхъ онѣ всегда находятся на одномъ и томъ же мѣстѣ спектра. Слѣдовательно въ спектрѣ имѣются постоянныя линіи.

<sup>47)</sup> Association for the advancement of science, 1842, часть II-я.

<sup>48)</sup> Comptes Rendus, томъ XXX стр. 578—581.

<sup>49)</sup> Poggendorfs Annalen, 1853, стр. 609.



„2) Число этихъ линій (т. е. лучше сказать скученность ихъ) увеличивается по направленію къ фіолетовому концу спектра.

„3) Оно зависитъ отъ высоты солнца надъ горизонтомъ и возрастаетъ ко времени заката; точно такъ же оно больше и при восходѣ солнца.

„4) Полосы не принадлежатъ къ природѣ солнечнаго свѣта, но являются случайными образованіями.

„5) Число линій въ спектрѣ солнечнаго свѣта при обыкновенныхъ условіяхъ приблизительно около 3000“.

Очень хорошая статья<sup>50)</sup> Вильяма Свана появилась въ началѣ 1856 года. Она посвящена двумъ вопросамъ. Во первыхъ было найдено, что углеродныя соединенія состава  $C_T H_S$  или  $C_T H_S O_t$  даютъ вполне одинаковый спектръ. Объ этомъ говоритъ еще Фраунгоферъ<sup>51)</sup>, описавшій спектръ пламени масляной лампы. По мнѣнію Свана это сходство доказываетъ, 1) что положеніе линій спектра углеводородовъ не зависитъ отъ количества входящихъ въ соединеніе углерода и водорода; 2) присутствіе кислорода не измѣняетъ характера спектра, такъ какъ спиртъ, уксусная кислота даютъ спектры, подобные спектрамъ бензола и нафталина. Во вторыхъ окончательно рѣшенъ вопросъ относительно происхожденія въ самыхъ разнообразныхъ веществахъ при горѣніи желтой линіи. Она принадлежитъ металлу натрію; это доказывается такъ. 0,1 грана хлористаго натрія была растворена въ 5000 грановъ воды, тщательно перегнанной. Двѣ совершенно одинаковыя платиновыя проволоки были прокалены до тѣхъ поръ, пока не перестали давать желтаго окрашиванія. Одна изъ нихъ была тогда опущена въ растворъ, другая—въ перегнанную воду, и обѣ одновременно внесены въ пламя Бунзеновской горѣлки. Первая проволока давала весьма интенсивное сравнительно со второй окрашиваніе. Такъ какъ къ ней приставало не болѣе  $\frac{1}{20}$  грана раствора, то доказано, что меньше  $\frac{1}{1,000,000}$  грана хлористаго натрія достаточно для окраски пламени, а металла натрія—только  $\frac{1}{2,500,000}$  грана. Распространеніе натрія въ природѣ весьма велико, и потому надо думать, что цвѣтъ пламени напр. спирта или болотнаго газа происходитъ отъ него. Пыльный воздухъ тоже даетъ желтое окрашиваніе.

Атмосферныя линіи солнечнаго спектра послѣ ихъ открытія тщательно изслѣдовались Брюстеромъ<sup>52)</sup>. Въ этомъ отношеніи ему помогали и др-ръ Гладстонъ<sup>53)</sup>. Къ этой послѣдней—наиболѣе полной статьѣ—приложены тѣ рисунки солнечнаго спектра, о которыхъ говорилось выше. Сперва Брюстеръ, на основаніи своихъ опытовъ надъ поглощеніемъ газовъ, всѣ темныя линіи солнечнаго спектра принялъ за атмосферныя; но въ этой статьѣ онъ говоритъ: „скорѣе можно думать, что онѣ происходятъ отъ поглотительнаго дѣйствія солнечной атмосферы; но въ та-

<sup>50)</sup> Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 21 апрѣля 1856 года.

<sup>51)</sup> Schumachers Astronomische Abhandlungen, 1823, стр. 16.

<sup>52)</sup> Philosophical Magazine, XX, 4-я серія, стр. 385—387.

<sup>53)</sup> Philosophical Transactions, 1860, стр. 149—160.



комъ случаѣ слѣдовало бы ожидать, что свѣтъ съ края солнечнаго диска дастъ больше линій, чѣмъ отъ центра, такъ какъ въ первомъ случаѣ свѣтъ долженъ пройти большій путь черезъ солнечную атмосферу; но это не подтвердилось. Между тѣмъ это предположеніе вѣроятнѣе, чѣмъ если допустить, что свѣтъ отъ фотосферы идетъ лишенный извѣстныхъ лучей. Третье предположеніе—что лучи эти поглощаются въ атмосферѣ земли—по всей вѣроятности близко къ истинѣ. Мы пробовали подтвердить это на землѣ, разсматривая въ спектроскопѣ свѣтъ маяка за 27 миль, но мы ничего не замѣтили; по трудности же наблюденія замѣтить линіи слабаго источника свѣта не всегда возможно; поэтому нельзя считать нашъ опытъ рѣшающимъ вопросъ. То же надо сказать и о наблюденіи звѣздъ; *такъ что природа линій солнечнаго спектра все еще открытый вопросъ*. Спектры искусственныхъ пламенъ иногда даютъ свѣтлыя линіи, совпадающія съ темными солнечнаго спектра; напр. желтая Na и линія D; но самый замѣчательный случай получается, если уголь или сѣра горятъ въ селитрѣ; спектръ показываетъ три хорошо видныхъ линіи, изъ которыхъ двѣ совпадаютъ съ линіями A и D солнечнаго спектра<sup>54</sup>. Большое значеніе въ рѣшеніи этого вопроса имѣли еще изслѣдованія Піази Смита<sup>54</sup>), наблюдавшаго спектръ солнца въ исключительныхъ условіяхъ—на вершинѣ пика Тенерифа. Вотъ его результаты. „При сравненіи солнечнаго спектра на уровнѣ моря (когда солнце было высоко надъ горизонтомъ) и спектра, полученнаго на Тенерифѣ, въ „Alta Vista“, на высотѣ 10702 футовъ надъ уровнемъ моря, оказалось: первый спектръ кончается почти сейчасъ же за H;—второй же далеко простирается за H со множествомъ новыхъ линій въ этой части, такъ что можно принять, что въ верхнихъ слояхъ атмосферы находится гораздо большее количество болѣе преломляемыхъ лучей, чѣмъ въ нижнихъ“.

Укажемъ вкратцѣ дальнѣйшую судьбу линій. Вопросъ о нѣкоторыхъ линіяхъ, принадлежатъ ли онѣ къ атмосферѣ солнца или земли—и до сихъ поръ еще не разрѣшенъ. Тутъ особенно замѣчательны труды Янсена<sup>55</sup>); онъ много сдѣлалъ по этому вопросу; одна изъ первыхъ его работъ (1866)<sup>56</sup>) включаетъ описаніе искусственныхъ атмосферныхъ линій, полученныхъ при разсматриваніи большого костра сосноваго дерева на разстояніи двадцати одного километра. Теперь онъ окончательно думаетъ рѣшить вопросъ наблюденіями въ обсерваторіи на вершинѣ Монблана; благодаря значительно меньшему слою земной атмосферы надъ горой, всѣ линіи, принадлежащія атмосферѣ солнца, выступаютъ съ большою рѣзкостью, а такъ называемыя теллурическія линіи (= атмосфернымъ линіямъ Брюстера) сильно блѣднѣютъ и даже со всѣмъ исчезаютъ. Результаты его новѣйшихъ работъ еще съ точностью не извѣстны.

Остается еще разобрать спектроскопическія изслѣдованія электрической искры, такъ какъ послѣдняя доставила возможность наблюдать

<sup>54</sup>) Philosophical Transactions за 1860 годъ, стр. 152.

<sup>55</sup>) См. Comptes Rendus de l'Académie des sciences de Paris, начиная съ 1865 г.

<sup>56</sup>) Ibidem, LXIII, стр. 289.



спектры такихъ тугоплавкихъ тѣлъ, какъ напр. металлическое желѣзо. Основаніе этому положилъ въ 1835 году профессоръ Витстонъ<sup>57)</sup>. Онъ сообщилъ на сѣздѣ Британской Ассоціаціи въ Дублинѣ результаты своихъ изслѣдованій надъ спектрами электрической искры.

Извѣстно, что Фраунгоферъ нашелъ, что спектръ обыкновенной электрической искры является испещреннымъ многими блестящими линиями. Профессоръ Витстонъ нашелъ, что число, положеніе и цвѣтъ этихъ линий измѣняются для каждаго, употребляемаго въ качествѣ электрода, металла. Видъ этихъ линий настолько различенъ, что этимъ способомъ изслѣдованія можно легко различить металлы другъ отъ друга. Когда искра проходитъ между различными металлами, или между электродами, сдѣланными изъ сплава двухъ металловъ, видны въ одно и то же время лучи, принадлежащіе каждому изъ нихъ. Имъ были изслѣдованы спектры металловъ: ртути, цинка, кадмія и висмута, также — расплавленнаго свинца. При полученіи спектровъ въ барометрической пустотѣ результаты получились тѣ же. Особенно красивъ спектръ ртути, съ семью свѣтлыми линиями. Онъ заключилъ на основаніи своихъ опытовъ, что электрическій свѣтъ происходитъ отъ улетучиванія и накаливанія вещества самаго кондуктора, что уже раньше было извѣстно изъ опытовъ Фузиньери<sup>58)</sup>. Долгое время послѣ Витстона ничего новаго сдѣлано не было.

Фуко въ 1849 году<sup>59)</sup> нашелъ, что въ спектрѣ электрической искры линия Na совпадаетъ съ D солнечнаго спектра.

Затѣмъ Массонъ<sup>60)</sup> продолжилъ изслѣдованія Витстона; но его мнѣнію только металлъ электрода вліяетъ на спектръ искры. Спектры при электродахъ изъ разнообразныхъ металловъ были имъ нарисованы. Во всѣхъ опытахъ существовало нѣсколько — 4 или 5 — одинаковыхъ линий, общихъ всѣмъ спектрамъ. Спектры слѣдующихъ элементовъ были имъ изслѣдованы: кадмія, сурьмы, висмута, свинца, цинка, желѣза, олова, серебра, платины и углерода, который замѣчателенъ, благодаря множеству блестящихъ линий. (Эти линии принадлежатъ вовсе не углероду, а кремнезему и др. веществамъ, входящимъ въ составъ обыкновеннаго угля). Число линий и положеніе ихъ не зависитъ отъ интенсивности искры; каждому металлу соответствуетъ особенный спектръ, одинъ взгляды на который рѣшаетъ вопросъ о природѣ металла.

То же самое было наблюдаемо Массономъ и при позднѣйшихъ работахъ<sup>61)</sup> надъ спектрами вольтовой дуги; при металлическихъ полюсахъ замѣчаются аналогіи со спектрами электрическихъ искръ, проходящихъ между электродами того же металла.

Фанъ-деръ-Виллигенъ<sup>62)</sup> первый замѣнилъ электрическую машину —

<sup>57)</sup> *Traité d'électricité et du Magnetisme* par Becquerel, томъ IV, стр. 34; а также Report of the British Association за 1835 годъ.

<sup>58)</sup> Becquerel, *la Lumière*, томъ I, стр. 183.

<sup>59)</sup> *Annales de Chimie et de Physique*, (3) LVIII, стр. 476—478.

<sup>60)</sup> *Etudes de photométrie électrique* par A. Masson, *ibidem*, (3), XXXI, стр. 295.

<sup>61)</sup> *Annales de Chimie et de Physique*, (3), 45 стр. 385.

<sup>62)</sup> *Poggendorfs Annalen*, 106 и 107.



для добыванія искръ—Румкорфовой спиралью; онъ же первый открылъ, что если электроды покрыты растворомъ извѣстной соли, то въ спектрѣ появляются новыя линіи. Особенно тщательно было имъ изслѣдовано вліяніе природы газа, черезъ который проходитъ искра, на спектръ ея. Съ этою цѣлью былъ имъ построенъ особый приборъ, въ которомъ можно было производить пустоту или вводить по желанію любой газъ. Каждый газъ имѣлъ свой собственный спектръ.

Многочисленныя изслѣдованія Депреца<sup>63)</sup> привели къ мысли, что свѣтлыя линіи спектра раскаленныхъ газовъ (черезъ посредство электрической искры) вызваны исключительно ихъ составомъ; но процессы въ электрической искрѣ были слишкомъ мало извѣстны и запутаны.

Наконецъ Энгстромъ<sup>64)</sup> а за нимъ и Альтеръ<sup>65)</sup> нашли настоящую природу спектра электрической искры. Энгстромъ говоритъ объ этомъ такъ. „Уже Витстонъ замѣтилъ, что при полюсахъ изъ различныхъ металловъ спектръ электрической искры заключаетъ въ себѣ линіи обоихъ металловъ. Поэтому было интересно найти, даетъ-ли соединеніе, особенно химическое, этихъ металловъ тѣ же линіи, или новыя. Опытъ доказалъ первое, только нѣкоторыхъ линій не доставало, другія трудно было узнать; но, когда онѣ появлялись, то всегда на тѣхъ же мѣстахъ, какъ при отдѣльныхъ металлахъ. У цинка и олова однако линіи были сдвинуты немного къ фіолетовому концу, но на весьма малую величину“.—„Я нашелъ, что на спектръ электрической искры надо смотрѣть какъ на состоящій изъ двухъ отдѣльныхъ спектровъ, изъ которыхъ одинъ принадлежитъ газу, черезъ который проходитъ искра, а другой—металлу или вообще тому тѣлу, изъ котораго сдѣланъ проводникъ.“

Въ 1859 году Плюкеръ<sup>66)</sup> изслѣдовалъ спектры гейслеровыхъ трубокъ съ различными газами. Получились такіе результаты. Для каждаго газа получаются весьма характерныя линіи; въ зависимости отъ интенсивности искръ измѣняется отчасти и спектръ газа. Сложный газъ можетъ быть разложеннымъ, и спектръ получается тогда состоящимъ изъ спектровъ отдѣльныхъ газовъ. Такое явленіе замѣчается, напр. для водяного пара. Впослѣдствіи онъ продолжалъ свои изслѣдованія совместно съ Гитторфомъ<sup>67)</sup>.

Б. Меншуткинъ (Спб.).

(Окончаніе слѣдуетъ).

<sup>63)</sup> Comptes Rendus de l'Académie des sciences de Paris, томъ XXX и XXXI.

<sup>64)</sup> Philosophical Magazine, IX (4)—1855, стр. 327.

<sup>65)</sup> Silliman's Journal, XVIII—XIX.

<sup>66)</sup> Poggendorff's Annalen, t. 107, 1859; также Annales de Chimie et Physique (3) 57.

<sup>67)</sup> Philosophical Transactions, 1865, 155.



# А Р Г О Н Ъ.

## I.

Въ свое время мы уже сообщили читателямъ „Вѣстника“ о замѣчательномъ и неожиданномъ открытіи лорда Rayleigh'я и William'a Ramsay'я, о которомъ они сдѣлали въ прошломъ году докладъ химической секціи Британской Ассоціаціи для соспѣшествованія наукамъ въ Оксфордѣ\*). Они именно нашли, что въ обыкновенномъ атмосферномъ воздухѣ содержится значительная примѣсь довольно тяжелаго и весьма индифферентнаго газа, который различными способами можетъ быть выдѣленъ изъ воздуха и который они въ послѣдствіи назвали *аргономъ* (отъ греческаго *ἀέρος*—недѣятельный).

Тогда же мы привели и нѣкоторые соображенія извѣстнаго ученаго James'a Dewar'a относительно новаго вещества, опубликованныя имъ въ лондонской газетѣ „Times“.

19/31 января настоящаго года Rayleigh и Ramsay сообщили въ засѣданіи Лондонскаго Королевскаго Общества всѣ подробности своего открытія. Къ времени этого засѣданія накопились новыя свѣдѣнія о свойствахъ аргона: профессоромъ William'омъ Crookes'омъ былъ изученъ спектръ аргона, краковскому профессору К. Ольшевскому, хорошо извѣстному своими работами надъ критическими температурами газовъ, удалось обратить аргонъ въ жидкое и твердое состояніе и опредѣлить его критическія постоянныя, температуру его кипѣнія и замерзанія, а James Dewar произвелъ параллельные опыты надъ обращеніемъ въ жидкость азота, полученнаго изъ атмосфернаго воздуха, и азота, выдѣленнаго изъ химическихъ соединеній. Всѣ эти работы были доложены въ упомянутомъ засѣданіи, привлечшемъ массу публики (около 1000 человѣкъ).

Въ настоящей статьѣ мы постараемся изложить все то, что извѣстно до сей поры объ аргонѣ,—этомъ во многихъ отношеніяхъ замѣчательномъ веществѣ, столь долго ускользавшемъ отъ вниманія химиковъ, не смотря на громадное сравнительно свое распространеніе въ природѣ.

Мы познакоимъ также читателей „Вѣстника Оп. Физики“ съ тѣми предположеніями относительно природы аргона, которыя были сдѣланы различными учеными въ послѣднее время, хотя, по нашему мнѣнію, для рѣшенія вопросовъ о томъ, есть ли аргонъ новый элементъ, или аллотропическое видоизмѣненіе одного изъ извѣстныхъ уже элементовъ, или смѣсь элементовъ, или, наконецъ, сложное вещество,—для рѣшенія всѣхъ этихъ вопросовъ еще слишкомъ мало данныхъ. Но прежде чѣмъ перейти къ систематическому изложенію вопроса, замѣтимъ, что, строго говоря, аргонъ уже былъ открытъ болѣе ста лѣтъ тому назадъ Кавендишемъ, который, пропуская электрическія искры сквозь смѣсь атмосфернаго азота,—тогдашняго „флогистированнаго воздуха“—съ кислородомъ въ присутствіи щелочи, поглощавшей азотную кислоту,

\*) См № 200 „Вѣстника Оп. Физики“, стр. 185.



которая получалась отъ окисленія азота, пришелъ къ заключенію, что нѣкоторая, — весьма небольшая впрочемъ, — часть „флогистированнаго воздуха“ (т. е. атмосфернаго азота) отличается отъ остальной его массы своею неспособностью переходить при данныхъ условіяхъ въ азотную кислоту.

Вотъ какъ онъ самъ описываетъ этотъ свой опытъ:

„Все, что мы знаемъ о флогистированной части нашей атмосферы (азотъ), заключается въ слѣдующемъ: она не поглощается ни известковою водой ни тѣкими щелочами, она не соединяется съ азотистымъ воздухомъ (двукисю азота), не поддерживаетъ горѣнія и жизни; ея удѣльный вѣсъ нѣсколько меньше удѣльнаго вѣса обыкновеннаго воздуха.

„Азотная кислота, соединяясь съ водородомъ, преобразуется въ газъ, имѣющій свойства флогистированнаго воздуха (азота); не умѣстно ли поэтому предположить, что часть по крайней мѣрѣ флогистированнаго воздуха (азота) атмосферы происходитъ отъ этой кислоты, соединенной съ водородомъ? но сомнительно, чтобы весь флогистированный воздухъ (азотъ) былъ такой природы. Нѣтъ ли здѣсь большаго числа веществъ, понимаемыхъ нами подъ однимъ именемъ флогистированнаго воздуха (азота)?

„Я произвелъ различные опыты, чтобы видѣть, весь ли флогистированный воздухъ (азотъ) атмосферы, или только часть его можетъ переходить въ азотную кислоту, и нѣтъ ли тамъ отличнаго по своей природѣ тѣла, отказывающагося вступить въ соединеніе. Эти опыты доказываютъ, что большая часть воздуха, обработаннаго какъ я уже сказалъ, поглощается; но есть и остатокъ, который не фиксируется. Той же онъ природы, что и остальное? Чтобы дать себѣ въ этомъ отчетъ, я обрабатывалъ, какъ сказано выше, смѣсь обыкновеннаго воздуха и дефлогистированнаго воздуха (кислорода) до тѣхъ поръ, пока не оставалась лишь очень небольшая часть газа, не вступившаго въ соединеніе.

„Чтобы отнять насколько возможно флогистированный воздухъ (азотъ), я прибавилъ къ оставшемуся газу дефлогистированнаго воздуха (кислорода) и продолжалъ пропускать искру до того времени, когда я уже не могъ болѣе констатировать поглощенія. Сгустивъ такимъ образомъ сколь возможно флогистированный воздухъ (азотъ), я оставилъ его надъ растворомъ сѣрнистаго калия, чтобы поглотить избытокъ дефлогистированнаго воздуха (кислорода).

„У меня остался тогда маленькій пузырекъ не поглощеннаго воздуха, около  $\frac{1}{200}$  количества газа, обработаннаго первоначально. Существуетъ слѣдовательно часть флогистированнаго воздуха (азота), нашей атмосферы, которая отличается отъ остальной массы и не можетъ быть преобразована въ азотную кислоту. Она составляетъ самое большее  $\frac{1}{120}$  часть всей атмосферы“ \*).

\*) *Cavendish: Phil. Transactions за 1788 г., т. 78, стр. 271. Цитировано по Rayleigh'ю и Ramsay'ю.*



На этот выводъ не было обращено должнаго вниманія. Полагая попросту, что окисленіе азота въ азотную кислоту не шло у Кавендиша до конца, не давали себѣ труда провѣрить опытнымъ путемъ это предположеніе. И только благодаря этой маленькой „халатности“ экспериментаторовъ аргонъ не былъ до сего времени изученъ. Этотъ примѣръ служить хорошей иллюстраціей того, какъ внимателенъ долженъ быть экспериментаторъ ко всѣмъ, даже къ самымъ повидимому ничтожнымъ, не заслуживающимъ вниманія особенностямъ, которыя онъ подмѣчаетъ въ ходѣ опыта и въ его результатахъ. Въ изложеніи открытія аргона читатель найдетъ еще одинъ примѣръ, который покажетъ ему, къ какимъ результатамъ можетъ привести такая на первый взглядъ ничтожная особенность, если только она будетъ надлежащимъ образомъ изучена экспериментально.

## II.

*О плотности азота, полученнаго изъ различныхъ источниковъ.*— Лордъ Rayleigh уже нѣсколько лѣтъ занимался точными опредѣленіями плотностей различныхъ газовъ, получая и очищая ихъ различными, по возможности, способами. Близость другъ къ другу численныхъ значеній плотности, найденныхъ для полученныхъ изъ различныхъ источниковъ и очищенныхъ по различнымъ методамъ пробъ одного и того же газа, служила нѣкоторой гарантіей надежности добытыхъ результатовъ. Изучая такимъ же образомъ азотъ, лордъ Rayleigh замѣтилъ, что азотъ, выдѣленный изъ атмосфернаго воздуха, всегда нѣсколько тяжелѣе азота, добытаго изъ химическихъ соединений. Постоянство этой разности плотностей атмосфернаго и химическаго азота и значительность численной ея величины (около 0,5%) не позволяли приписать ее ошибкамъ наблюденія. Различные образцы азота взвѣшивались въ одномъ и томъ же баллонѣ, причемъ для атмосфернаго азота получились слѣдующія значенія:

А. Азотъ, полученный изъ воздуха по удаленіи кислорода:

1)	помощью мѣди при высокой температурѣ, вѣситъ	2,3103 g	(1892 г.).
2)	„ желѣза „ „ „ „ „	2,3100 „	(1893 г.).
3)	„ гидрата закиси желѣза „ „	2,3102 „	(1894 г.).
Среднее . . . . .		<u>2,3102</u>	

В. Азотъ, наполняющій тотъ же баллонъ и полученный изъ:

1)	окиси азота, вѣситъ . . . . .	2,3001 g
2)	закиси „ „ . . . . .	2,2990 „
3)	азотисто-кислаго аммонія, очищеннаго горячимъ путемъ . . . . .	2,2987 „
4)	азотисто-кислаго аммонія, очищеннаго холоднымъ путемъ . . . . .	2,2987 „
5)	мочевины . . . . .	2,2985 „
Среднее . . . . .		<u>2,2990</u>

Для того, чтобы по этимъ даннымъ вычислить вѣсъ литра азота, надо отнять отъ среднихъ значеній какъ для атмосфернаго, такъ и для



химического азота 0,0006 (ошибка, происходящая отъ сжатія стекляннаго баллона подъ давленіемъ атмосферы, когда онъ взвѣшивается пустымъ) и умножить полученные разности на отношеніе 1,2572:2,3108; получимъ въсѣ литра газа, выраженный въ граммахъ. Для въсѣ одного литра химического азота получается число 1,2505 g, а для атмосфернаго—1,2572 g. Если принять для атомнаго въсѣ кислорода число 16, то для полученнаго изъ химическихъ соединеній азота получается по этимъ даннымъ весьма близкое къ 14-и число, именно 13,9954, тогда какъ для атмосфернаго азота получается около 14,07.

Для уясненія вопроса былъ еще произведенъ слѣдующій опытъ: атмосферный азотъ поглощался раскаленнымъ магніемъ; на образовавшійся азотистый магній дѣйствовали водою; получался амміакъ, изъ котораго затѣмъ выдѣляли азотъ дѣйствіемъ хлорноватистокислаго кальція. Очистивъ тщательно этотъ азотъ и взвѣсивъ его, нашли для него число 2,29918, которое очень мало отличается отъ средняго для химического азота числа 2,2990. Тождественность полученнаго такимъ образомъ азота съ азотомъ, добытымъ изъ химическихъ соединеній, была доказана тѣмъ, что выдѣленный изъ азотистаго магнія дѣйствіемъ воды амміакъ былъ соединенъ съ хлороводородомъ и въ полученномъ нашатырѣ было определено количество хлора. Получилось число, весьма близкое къ тому, которое требуется формулою  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Отсюда слѣдуетъ, что магній при температурѣ краснаго каленія не поглощаетъ изъ атмосфернаго азота никакого отличнаго отъ обыкновеннаго азота вещества, которое давало бы съ водородомъ соединенія щелочнаго характера.

Такимъ образомъ несомнѣнно установлено, что

1) азотъ, полученный изъ атмосфернаго воздуха путемъ поглощенія кислорода различными веществами, всегда тяжеле азота, добытаго изъ различныхъ химическихъ соединеній;

2) температура, при которой производится полученіе и очистка азота, не вліяетъ на эту разность: безразлично, будетъ ли азотъ добытъ при высокой или низкой температурѣ, будетъ ли онъ очищенъ холоднымъ или горячимъ путемъ;

3) изъ атмосферы можетъ быть извлеченъ азотъ, неотличающійся по своей плотности и свойствамъ отъ обыкновеннаго азота, способнаго образовывать химическія соединенія.

*Гипотезы о причинахъ различія плотностей атмосфернаго и химическаго азота.*—Установивши, что атмосферный азотъ всегда тяжеле химическаго, лордъ Rayleigh опубликовалъ этотъ результатъ\*).

Извѣстный химикъ William Ramsay сильно заинтересовался этимъ вопросомъ и, съ согласія Rayleigh'я, занялся его изслѣдованіемъ. Лордъ Rayleigh также работалъ въ этомъ направленіи и скоро оба ученыхъ пришли къ одному и тому же результату: къ атмосферному азоту примѣшанъ газъ, болѣе тяжелый, чѣмъ азотъ. Дальнѣйшій изслѣдованія лордъ Rayleigh и Ramsay производили совмѣстно, и въ августѣ 1894 г. сдѣлали на сѣздѣ въ Оксфордѣ, свое предварительное сообщеніе, о которомъ мы уже говорили.

\*) Rayleigh. Roy. Soc. Proc. за 1894 г. т. LV, стр. 340.



Но какимъ же образомъ былъ полученъ выводъ, что къ атмосферному азоту, примѣшанъ болѣе тяжелый газъ?

Относительно различія между плотностями химическаго и атмосфернаго азота можно было сдѣлать три предположенія:

либо химическій азотъ по своему строенію отличается отъ азота атмосфернаго, и, напр., кромѣ частицъ  $N_2$ , состоящихъ каждая изъ двухъ атомовъ, содержитъ еще и отдѣльные атомы  $N$ , получившіяся путемъ диссоціаціи частицъ  $N_2$ ;

либо къ химическому азоту подмѣшанъ какой нибудь газъ, болѣе легкій, чѣмъ азотъ;

либо, наконецъ, къ атмосферному азоту примѣшанъ газъ, болѣе тяжелый, чѣмъ азотъ.

Первое изъ этихъ трехъ допущеній пришлось отбросить, когда оказалось, что плотности обоихъ азотовъ, атмосфернаго и химическаго, нисколько не измѣняются, если газы эти подвергнуть продолжительному дѣйствію тихаго разряда. Кромѣ того извѣстно, что диссоциированные атомы отличаются вообще большой химической энергіей, легче вступаютъ въ реакціи съ различными веществами, нежели нераспавшіяся молекулы, и обыкновенно быстро соединяются другъ съ другомъ, образуя частицы. Это въ особенности справедливо относительно азота, сравнительная индифферентность и прочность частицъ котораго объясняется большой энергіей его атомовъ, подобно тому, какъ напр. прочность частицы воды объясняется большой энергіей водорода и кислорода. Если поэтому химическій азотъ и содержитъ диссоциированные атомы азота, то атомы эти скоро должны сами собою соединиться въ частицы. Опытъ показалъ, что плотность химическаго азота не измѣняется даже черезъ восемь мѣсяцевъ.

Итакъ, остается предположеніе, что одинъ изъ азотовъ представляетъ собою смѣсь двухъ газовъ.

Первоначально подозрѣніе пало на водородъ, единственное изъ извѣстныхъ элементарныхъ веществъ, газообразныхъ при обыкновенной температурѣ, которое легче азота. Къ атмосферному азоту былъ примѣшанъ водородъ въ такомъ количествѣ, чтобы плотность смѣси была равна плотности химическаго азота, и затѣмъ полученная смѣсь подвергалась пропусканію надъ раскаленной окисью мѣди; послѣ этой очистки получился снова тотъ же атмосферный азотъ, съ тою же точно плотностью, какую онъ имѣлъ до смѣшенія съ водородомъ. Водородъ, слѣдовательно, оказался здѣсь не при чемъ.

Вообще трудно было предположить, чтобы полученный химическимъ путемъ газъ былъ смѣсью. Если бы выдѣляемый напр. изъ окиси азота газъ былъ смѣсью двухъ газовъ, то полученная изъ этой окиси азотная кислота отличалась бы по свойствамъ отъ азотной кислоты, получаемой окисленіемъ „чистаго“ атмосфернаго азота, т. е., короче говоря, существовали бы двѣ азотныя кислоты, что противорѣчитъ наблюденію.

Итакъ, естественно предположить, что не химическій, а атмосферный азотъ представляетъ смѣсь по крайней мѣрѣ двухъ газовъ: химическаго азота (ибо таковой можетъ быть выдѣленъ изъ атмосфернаго



раскаленнымъ магніемъ) и какого то газа (или газовъ), плотность котораго больше плотности азота. Другими словами,—въ атмосферномъ воздухѣ кромѣ общеизвѣстныхъ составныхъ его частей (кислорода, азота, водяныхъ паровъ, углекислоты, озона, азотной кислоты, перекиси водорода и т. д.) содержитсяъ еще въ значительномъ сравнительно количествѣ тяжелый газъ, который въ продолженіи ста слишкомъ лѣтъ ускользалъ отъ вниманія химиковъ.

Это послѣднее допущеніе, на первый взглядъ самое невѣроятное, и оказалось истиннымъ.

Простымъ вычисленіемъ не трудно убѣдиться, что если новая составная часть воздуха вдвое плотнѣе азота, то требуется присутствіе около 0,5% ея по объему въ химическомъ азотѣ, чтобы поднять вѣсъ одного литра его съ 1,2505 g до 1,2572 g, а если она въ  $1\frac{1}{2}$  раза плотнѣе азота, то примѣсъ ея достигаетъ 1%.

*Выдѣленіе новаго газа изъ воздуха. Аргонъ.*—Чтобы выдѣлить изъ воздуха эту его новую составную часть, можно, очистивъ воздухъ отъ углекислоты и прочихъ примѣсей и поглотивъ какимъ либо образомъ кислородъ, воспользоваться способностью азота непосредственно соединяться съ нѣкоторыми веществами. По удаленіи азота осталось бы искомое вещество. Извѣстно нѣсколько веществъ, съ которыми азотъ довольно легко соединяется. Мы уже говорили, что раскаленный до красна магній поглощаетъ изъ воздуха азотъ, вполнѣ тождественный съ химическимъ азотомъ; подъ вліяніемъ электрическихъ искръ азотъ соединяется въ присутствіи щелочи съ кислородомъ, давая азотную кислоту, которая со щелочью образуетъ селитру,—а въ присутствіи кислоты—съ водородомъ, давая амміакъ, который съ кислотою образуетъ амміачную соль. Кромѣ того азотъ соединяется съ алюминіемъ, ртутью, баріемъ, стронціемъ, литіемъ, боромъ, кремніемъ и нѣкоторыми другими элементами. Удобнѣе всего обратиться къ помощи магнія. Если помѣстить магній въ формѣ стружекъ въ тугоплавкую трубку и, доведя ее до краснаго каленія, пропускать сквозь нее азотъ, то магній поглощаетъ этотъ послѣдній, причемъ съ того конца трубки, куда газъ входитъ, начинается обильное отдѣленіе свѣта. Реакція кончается, когда все взятое количество магнія перейдетъ въ новое вещество—въ азотистый магній,—твердое тѣло грязно-оранжеваго цвѣта. Если взять обыкновенную трубку изъ тугоплавкаго стекла, въ какихъ совершаются органическія сожженія, то такая трубка поглощаетъ 7—8 литровъ азота.

Атмосферный воздухъ, очищенный отъ примѣсей и лишенный кислорода пропусканіемъ надъ раскаленной мѣдью, пропускался нѣсколько разъ изъ одного газометра въ другой сквозь трубку, наполненную магніевыми стружками и накалиенную до красна. Оказалось, что, по мѣрѣ уменьшенія объема азота отъ поглощенія его магніемъ, плотность остающагося газа все болѣе и болѣе увеличивалась. Отъ 14 и по отношенію къ водороду она увеличилась до 16,1 и наконецъ до 19,09. Оставшійся газъ былъ смѣшанъ съ кислородомъ и черезъ смѣсь пропускалась нѣсколько часовъ электрическая искра: объемъ смѣси еще уменьшился настолько, что если приписать это уменьшеніе соединенію азота съ кислородомъ, то плотность новаго газа должна бы увеличиться до 20,0.



Спектральное изслѣдованіе газа съ плотностью 19,09 показало, что кромѣ линій азота получается еще много линій, *не принадлежащихъ ни одному изъ извѣстныхъ элементовъ.*

Тѣ же результаты дало и отдѣленіе азота помощью электрическихъ искръ.

Для этой цѣли брали нѣкоторое количество воздуха, помѣщали его въ трубку надъ слабымъ растворомъ щелочи и пропускали сквозь него искры въ 5 mm длиною, ибо предварительные опыты показали, что при этой длинѣ искры поглощеніе идетъ наиболѣе быстро. Такъ доставляла спираль Румкорфа, питаемая батареей въ 5 элементовъ Грове. По мѣрѣ соединенія азота съ кислородомъ въ трубку вводились новыя количества кислорода, пока наконецъ объемъ газовъ не переставалъ уменьшаться. При надлежащей пропорціи смѣшанныхъ газовъ поглощалось до 30 cc въ часъ, т. е. окисленіе шло въ 10 разъ быстрѣе, нежели въ описанномъ уже опытѣ Кавендиша. Оставшаяся смѣсь газовъ переводилась въ градуированную трубку и избытокъ кислорода поглощался пирогаллоловымъ растворомъ. Оставшійся газъ не соединялся съ кислородомъ въ присутствіи щелочи даже при продолжительномъ пропусканіи электрическихъ искръ.

Спектральное изслѣдованіе показало, что газъ этотъ—не азотъ.

Изъ 50 cc воздуха получилось въ концѣ концовъ 0,32 cc новаго газа. Производя опыты надъ различными количествами воздуха, нашли, что объемъ получающагося газа приблизительно пропорціоналенъ взятому первоначально количеству кислорода.

Относительно этихъ опытовъ могло, впрочемъ, явиться сомнѣніе, не образуется ли новое вещество во время самаго хода опытовъ изъ тѣхъ матерьяловъ, которые для этихъ опытовъ употребляются, и, главнымъ образомъ, изъ азота. Для устраненія этого сомнѣнія тѣ же опыты были повторены надъ азотомъ, полученнымъ изъ химическихъ соединеній. 3 литра химическаго азота по смѣшеніи съ кислородомъ и пропусканіи черезъ смѣсь искръ дали 4 cc газа, отъ которыхъ по поглощеніи избытка кислорода осталось 3,3 cc. Изъ 3-хъ литровъ атмосфернаго азота получилось бы около 30 cc газа. 5½ литровъ азота изъ азотистокислаго аммонія дали всего 3,5 cc газа. При обработкѣ 15-и литровъ химическаго азота магніемъ осталось также около 3,5 cc газа.

Это присутствіе небольшихъ количествъ новаго газа въ химическомъ азотѣ легко можетъ быть объяснено тѣмъ обстоятельствомъ, что, какъ увидимъ ниже, новый газъ сравнительно легко растворяется въ водѣ и при употребленіи водяныхъ газометровъ переходитъ въ азотъ черезъ воду. Объясненіе это подтверждается и тѣмъ фактомъ, что повторяя опытъ съ углекислою также получаютъ въ концѣ концовъ остатокъ, тождественный по свойствамъ съ новымъ газомъ.

Наконецъ присутствіе въ атмосферномъ азотѣ болѣе тяжелаго газа можетъ быть доказано помощью диффузіи черезъ пористыя перегородки. Такъ какъ подозрѣваемая примѣсь тяжеле азота, то она должна проникать сквозь перепонки медленнѣе, нежели азотъ. Опытъ былъ произведенъ такъ: брались пористыя глиняныя трубки, съ одного конца от-



крытыя, и соединялись другимъ концомъ съ аспираторомъ. Трубки эти помѣщались въ широкую стеклянную трубку, соединенную лишь съ разрѣжающимъ насосомъ. Такимъ образомъ давленіе газа въ пространствѣ между глиняными трубками было меньше давленія внутри трубокъ. Оказалось, что въ аспираторѣ изъ глиняныхъ трубокъ дѣйствительно проходитъ болѣе тяжелый газъ. Газъ этотъ былъ обработанъ такъ, какъ вообще обрабатываютъ воздухъ, желая выдѣлить изъ него азотъ, т. е. кислородъ былъ отнятъ раскаленной до красна мѣдью, амміакъ—сѣрной кислотой, вода и уголекислота—ѣдкимъ кали и фосфорнымъ ангидридомъ. Затѣмъ полученный газъ былъ взвѣшенъ и вѣсъ его превышалъ вѣсъ такого же объема атмосфернаго азота (при общемъ вѣсѣ около 2,3 g) въ одномъ опытѣ на 0,0049 g, въ другомъ на 0,0014 g, въ третьемъ на 0,0027, въ четвертомъ—на 0,0015 g, а въ среднемъ изъ 4-хъ опытовъ на 0,00262 g. Первый изъ этихъ четырехъ опытовъ тянулся два мѣсяца. При нѣсколько иномъ расположеніи прибора, когда была увеличена разность давленій по обѣ стороны пористыхъ перегородокъ, получился привѣсъ (также на 2,3 g) въ 0,0037 g и въ 0,0033 g.

Такъ какъ эта разность въ вѣсѣ значительно превосходитъ возможные ошибки наблюденія, то изъ опытовъ слѣдуетъ, что атмосферный азотъ есть смѣсь газовъ съ различными плотностями.

Такимъ образомъ становится несомнѣннымъ, что болѣшая плотность атмосфернаго азота по отношенію къ азоту, добытому изъ содержащихъ его сложныхъ веществъ, обусловливается содержаніемъ въ атмосферномъ воздухѣ новаго вещества съ плотностью по отношенію къ водороду около 20,0 до сихъ поръ не замѣченнаго, которое впослѣдствіи получило названіе „аргона“.

Оставалось выдѣлить это вещество изъ воздуха въ значительномъ количествѣ и возможно чистомъ видѣ и тщательно изучить его свойства.

В. Гернетъ (Одесса).

(Продолженіе слѣдуетъ).

## ДОСТАВЛЕННЫЯ ВЪ РЕДАКЦІЮ КНИГИ И БРОШЮРЫ.

Таблица съ пояснительными примѣрами для расчета передаточныхъ ремней. Состав. Д-ръ *Оскаръ Май*, электрикъ въ Франкфуртѣ на М. Со второго нѣмецкаго изданія перев. инженеръ *В. И. Виттъ*. Изданіе Ф. В. Щепанскаго. Спб. 1895. Ц. на картонѣ, для вѣшанія на стѣну, 30 к.; на полотнѣ, въ коленкоровомъ бумажникѣ, 60 к.

Таблица съ пояснительными примѣрами для расчета электрическихъ проводовъ. Состав. Д-ръ *Оскаръ Май*, электротехникъ въ Франкфуртѣ на М. Со второго нѣмецкаго изданія перев. инженеръ *В. И. Виттъ*. Изданіе Ф. В. Щепанскаго въ С.-Петербургѣ. Спб. 1895. Ц. на картонѣ, для вѣшанія на стѣну, 30 к.; на полотнѣ, въ коленкоровомъ бумажникѣ, 60 к.



**Многофазные токи.** Составили *Роде* и *Бюске*, инженеры искусств и мануфактуръ. Перевелъ съ французскаго *А. Денисевичъ*. Съ 71 рисункомъ. Изданіе *Ф. В. Щепанскаго*. Спб. 1895. Ц. 1 р. 50 к.

**Ирраціональныя числа и длина окружности.** Для учениковъ старшихъ классовъ гимназій и реальныхъ училищъ и поступающихъ въ высшія учебныя заведенія. *И. М. Травчетовъ*, преподаватель математики въ 5-й С.-Петербургской гимназіи. Спб. 1895. Ц. 60 к.

**А. И. Гольденбергъ. Собраніе ариометическихъ упражненій для гимназій и реальныхъ училищъ.** Курсъ приготовительнаго класса. Складъ въ книжныхъ магазинахъ *В. В. Думнова* подъ фирмою Наслѣд. *Бр. Салаевыхъ*. Спб. 1895. Ц. 25 к.

**Введеніе въ акустику и оптику.** *А. Г. Столѣтова*, профессора московскаго университета. Москва. 1895 г. Ц. 2 р.

**Курсъ физики.** Первая часть (Движеніе и силы. Свойства тѣлъ. Теплота). *П. А. Зилова*, орд. профессора Имп. варшавскаго университета. Варшава 1895 г. (Цѣна не обозначена).

**Лекціонный приборъ для сравнительнаго измѣренія теплопроводности металловъ по способу Ингенгуса.** *Н. Гезехуса*. (Оттискъ изъ Извѣстій Технологическаго Института 1892).

**Опытъ интерференціи звука при помощи чувствительнаго пламени.** *Н. Гезехуса*. (Оттискъ изъ Извѣстій Технологическаго Института 1892 г.).

**Фотометръ съ наклоннымъ или повернутымъ бунзеновскимъ экраномъ съ тремя пятнами.** *Н. А. Гезехуса*. (Оттискъ изъ Извѣстій Технологическаго Института 1892 г.).

**О преломленіи и скорости звука въ рыхлыхъ „звукопропускающихъ“ тѣлахъ.** *Николая Гезехуса*. (Оттискъ изъ Извѣстій Технологическаго Института 1892 г.).

**Звукопроводность и звуковая емкость тѣлъ.** *Н. А. Гезехуса*. (Оттискъ изъ Извѣстій Технологическаго Института 1893 г.).

**О силѣ звука въ зависимости отъ разстоянія.** *Н. Гезехуса*. Спб.

**О звукопроводности тѣлъ.** (Лекціонные опыты). *Николая Гезехуса*. Спб.

**Теорія звукопроводности.** *Н. А. Гезехуса*. Спб.

**Элементарный выводъ условія для наименьшаго отклоненія лучей въ призмѣ.** *Н. Гезехуса*. Спб.

**Электрическіе токи, получаемые при нагрѣваніи однородныхъ металлическихъ проволокъ.** *П. Бахметьева* и *Г. Стамболіева*. Спб.

**Каталогъ русскимъ сочиненіямъ по всѣмъ отраслямъ техники,** имѣющимся въ продажѣ въ книжномъ магазинѣ *К. Л. Риккера* въ С.-Петербургѣ, комиссіонера Императорской Академіи Наукъ, Публичной Библіотеки и Военно-Медицинской Академіи. Изданіе X-е, дополненное до 1-го марта 1895 г. Спб. 1895.

**Конспекты публичныхъ лекцій, устроенныхъ Физико-Математическимъ Обществомъ весною 1895 года.** Съ 12-ю таблицами чертежей. I. Философія наукъ. II. Механика. III. Астрономія. IV. Химія. V. Метеорологія. Казань. 1895. Ц. 30 к.



# ЗАДАЧИ.

**№ 188.** Даны двѣ окружности  $O$  и  $O_1$  и точка  $A$ . Провести въ каждой окружности по хордѣ  $BC$  и  $ED$  такъ, чтобы длина каждой хорды и уголъ между ними были данной величины, разстоянія же этихъ хордъ отъ точки  $A$  были въ данномъ отношеніи.

*И. Александровъ* (Тамбовъ).

**№ 189.** Рѣшить уравненіе

$$\cos^3 x \cdot \sin 3x + \cos^2 4x + \sin^3 x \cdot \cos 3x = \frac{3}{4}.$$

*И. Ок—чъ* (с. Голле).

**№ 190.** Найти двѣ прогрессіи: ариѳметическую  $a_1, a_2, a_3$  и геометрическую  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  при условіи, что сумма членовъ обѣихъ прогрессій 192,  $a_1 = a_2$ ,  $\alpha_3 - a_1 = 102$  и что  $\alpha_3$  состоитъ изъ тѣхъ же цифръ, что и  $a_3$ , но межъ нихъ вставленъ нуль. Въ обѣихъ прогрессіяхъ всѣ члены суть числа цѣлыя и положительныя.

*Л. и Р.* (Ученики Кіево-Печерской гимназіи).

**№ 191.** Показать, что выраженіе

$$n^6 - 3n^5 + 6n^4 - 7n^3 + 5n^2 - 2n,$$

при  $n$  цѣломъ и положительномъ, дѣлится на 24 безъ остатка.

*А. Бачинскій* (Холмъ).

**№ 192.** Рѣшить уравненія:

$$\sqrt{x} + \sqrt{y} = z,$$

$$2x + 2y + p = 0,$$

$$e^4 + pz^2 + q = 0.$$

(Займств.). *Д. Е.* (Иваново-Вознесенскъ).

**№ 193.** Доказать теорему: если діагонали октаэдра пересѣкаются въ одной точкѣ, то сумма квадратовъ всѣхъ его реберъ равна удвоенной суммѣ квадратовъ діагоналей, сложенной съ учетверенной суммой квадратовъ прямыхъ, соединяющихъ середины діагоналей.

*П. Свѣшниковъ* (Троицкъ).



## РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

**№ 103** (3 сер.). При какихъ условіяхъ квадраты трехъ послѣдовательныхъ членовъ арифметической прогрессіи составляютъ геометрическую прогрессію?

Обозначая три послѣдовательныхъ члена прогрессіи черезъ  $a$ ,  $a + r$ ,  $a + 2r$ , на основаніи условій задачи получимъ:

$$\frac{(a + r)^2}{a^2} = \frac{(a + 2r)^2}{(a + r)^2},$$

откуда

$$r^4 + 4ar^3 + 2a^2r^2 = 0.$$

Изъ этого уравненія находимъ:

$$1) \ r^2 = 0, \ r = 0.$$

$$2) \ r^2 + 4ar^2 + 2a^2 = 0, \ r = a(-2 \pm \sqrt{2}).$$

*Я. Полушкинъ* (с. Знаменка); *И. Трухановичъ-Ходаковичъ* (Кіевъ); *А. Варенцовъ* (Ростовъ на Дону); *Д. Татариловъ* (Троицкъ); *А. Павлычевъ* (Иваново-Вознесенскъ).

**№ 105** (3 сер.). Рѣшить систему:

$$y:x = v:u,$$

$$x + y + u + v = 15,$$

$$x^2 + y^2 + u^2 + v^2 = 85,$$

$$x^3 + y^3 + u^3 + v^3 = 585.$$

Неизвѣстныя данной системы служатъ, очевидно, корнями уравненія

$$Z^4 - \Sigma x Z^3 + \Sigma xy Z^2 - \Sigma xyu Z + \Sigma x y u v = 0, \quad . \quad . \quad (\alpha)$$

гдѣ

$$\Sigma x = x + y + u + v = 15,$$

$$2 \Sigma xy = (x + y + u + v)^2 - (x^2 + y^2 + u^2 + v^2) = 225 - 85 = 140,$$

откуда

$$\Sigma xy = 70,$$

$$6 \Sigma xyu = (x + y + u + v)^3 - 3(x^2 + y^2 + u^2 + v^2)(x + y + u + v) + 2(x^3 + y^3 + u^3 + v^3) = 720,$$

откуда

$$\Sigma xyu = 120,$$

$$\Sigma x y u v = x y u v = (xv)^2;$$

но

$$xyu + xuv + x y v + y u v = x^2 v + x u v + x y v + v^2 x = x v (x + y + u + v) = 120,$$

откуда  $xv = 8$  и  $\Sigma x y u v = 64$ .

Такимъ образомъ уравненіе  $(\alpha)$  принимаетъ видъ

$$Z^4 - 15 Z^3 + 70 Z^2 - 120 Z + 64 = 0,$$

или

$$(Z - 1)(Z - 2)(Z - 4)(Z - 8) = 0;$$

слѣдовательно

$$x = 1, 2, 4, 8, 1, 2, 4, 8,$$

$$y = 2, 1, 8, 4, 4, 8, 1, 2,$$

$$u = 4, 8, 1, 2, 2, 1, 8, 4,$$

$$v = 8, 4, 2, 1, 8, 4, 2, 1.$$

*А. Варенцовъ* (Ростовъ на Дону); *Я. Полушкинъ* (с. Знаменка); *А. Павлычевъ* (Иваново-Вознесенскъ); *А. Бачинскій* (Холмъ); *ученикъ Кіево-Печерской гимназіи*; *С. Адамовичъ* (с. Спасское); *И. Барковский*, *Э. Заторскій* (Могилевъ губ.).



№ 110 (3 сер.). Определить сумму:

$$a(a+r) + (a+r)(a+2r) + (a+2r)(a+3r) + \dots + [a+(n-1)r](a+nr).$$

1. Очевидно имѣемъ:

$$a(a+r)(a+2r) - (a-r)a(a+r) = 3r.a(a+r),$$

$$(a+r)(a+2r)(a+3r) - a(a+r)(a+2r) = 3r.(a+r)(a+2r),$$

$$(a+2r)(a+3r)(a+4r) - (a+r)(a+2r)(a+3r) = 3r.(a+2r)(a+3r),$$

$$(a+3r)(a+4r)(a+5r) - (a+2r)(a+3r)(a+4r) = 3r.(a+3r)(a+4r)$$

. . . . .

$$[a+(n-1)r][a+nr][a+(n+1)r] - [a+(n-2)r][a+(n-1)r][a+nr] = \\ = 3r[a+(n-1)r][a+nr].$$

Сложивъ эти тождества и обозначивъ искомую сумму черезъ  $S$ , получимъ:

$$[a+(n-1)r][a+nr][a+(n+1)r] - (a-r)a(a+r) = 3r.S,$$

откуда

$$S = \frac{1}{3r} \{ [a+(n-1)r][a+nr][a+(n+1)r] - (a-r)r(a+r) \} = \\ = na^2 + n^2ar + r^2 \frac{n(n^2-1)}{3}.$$

*Г. Легошинъ* (с. Знаменка).

2. Раскрывая скобки въ каждомъ членѣ даннаго ряда, получимъ:

$$a^2 + ar$$

$$a^2 + 3ar + 2r^2$$

$$a^2 + 5ar + 6r^2$$

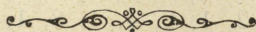
. . . . .

$$a^2 + (2n-1)ar + (n-1)n.r^2.$$

Складывая, найдемъ:

$$S = na^2 + n^2ar + r^2[1.2 + 2.3 + 3.4 + \dots + (n-1)n] = \\ = na^2 + n^2ar + r^2[1 + 2 + 3 + \dots + (n-1) + 1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + (n-1)^2] = \\ = na^2 + n^2ar + r^2 \left\{ \frac{n(n-1)}{2} + \frac{(n-1)n(2n-1)}{6} \right\} = \\ = n[a^2 + nar + \frac{1}{3}(n^2-1)r^2].$$

*А. Дмитриевскій* (Цивильскъ); *И. Барковскій* (Могилевъ); *А. Павлычевъ* (Иваново-Вознесенскъ); *П. Хльбниковъ* (Тула); *А. Бачинскій* (Холмъ).



Редакторъ-Издатель **Э. К. Шпачинскій.**

Дозволено цензурою. Одесса, 15-го Мая 1895 г.

„Центральная типо-литографія“, уг. Авчинникова пер. и Почтовой ул., д. Болгарова.



36. Среднія величины: арифметическая, геометрическая и гармоническая. <i>Г. Клейбера</i>	—	Р.	25	к.
37. Именованныя величины въ школьномъ преподаваніи. <i>Ө. Маюна</i>	—	"	85	"
39. О газообразномъ и жидкомъ состояніи тѣлъ. Князя <i>Б. Голицына</i>	—	"	10	"
40. Взаимныя точки треугольника. <i>А. Грузинцева</i>	—	"	20	"
41. Нѣсколько опытовъ изъ гидростатики и гидродинамики. Пр. <i>Н. Слушкова</i>	—	"	5	"
42. Замѣтка о центробѣжной силѣ. Пр. <i>Н. Шиллера</i>	—	"	15	"
43. Обь отношеніи окружности къ диаметру. <i>М. Попруженко</i>	—	"	10	"
44. Проективныя ряды съ общимъ основаніемъ. <i>Д. Ефремова</i>	—	"	10	"
46. Значеніе геометрическихъ построеній въ тригонометріи. <i>И. Александрова</i>	—	"	10	"
47. Практическое руководство къ изготовленію электрическихъ приборовъ (для любителей) <i>Р. Боттона</i> . Переводъ <i>П. Прокимина</i> . Изданіе 2-е	—	"	50	"
49. Внутренняя точка геометрической фигуры. <i>Г. Клейбера</i>	—	"	15	"
50. Краткій историческій очеркъ развитія ученія объ электричествѣ. <i>О. Перамента</i>	—	"	70	"
51. Общее рѣшеніе въ цѣлыхъ числахъ неопределенныхъ уравненій 1-й степени. <i>Д. Ефремова</i>	—	"	10	"
52. Роль машины Атвуда въ воображаемомъ доказательствѣ 2-го закона Ньютона. Проф. <i>Н. Шиллера</i>	—	"	5	"
53. О начальномъ преподаваніи алгебры. Пр. <i>В. Ермакова</i>	—	"	5	"
54. Наибольшія и наименьшія значенія квадратной дроби. <i>Н. Флорова</i>	—	"	5	"
55. О суммѣ цифръ при различныхъ системахъ счисленія. <i>Н. Сорокина</i>	—	"	5	"
58. Таблицы 4-значныхъ логарифмовъ и антилогарифмовъ на двухъ складныхъ картонныхъ страницахъ	—	"	32	"
59. О разложеніи многочленовъ на множителей. <i>М. Попруженко</i>	—	"	25	"
60. Новый способъ извлеченія корней. <i>Г. Клейбера</i>	—	"	12	"
62. О длинѣ. <i>М. Попруженко</i>	—	"	20	"
63. Къ 100-лѣтней годовщинѣ рожденія <i>М. Фарадея</i> . <i>О. Перамента</i>	—	"	20	"
64. <i>Hermann von Helmholtz</i> . Пр. <i>Г. Де-Метца</i>	—	"	20	"
65. Обь одномъ лекціонномъ электрометрѣ. Пр. <i>Ө. Шведова</i>	—	"	5	"
66. О наибольшихъ произведеніяхъ и наименьшихъ суммахъ. <i>П. Флорова</i>	—	"	12	"
68. Одно изъ метрическихъ свойствъ треугольника. <i>М. Попруженко</i>	—	"	10	"
69. Электро-капиллярныя явленія. Пр. <i>П. Бахметьева</i>	—	"	5	"
70. Энергія плоскихъ гармоническихъ волнъ. Проф. <i>Н. Слушкова</i>	—	"	5	"
71. Разложеніе на множители квадратнаго трехчлена $x^2+px+q$ съ цѣлыми коэффиціентами способомъ группировки. <i>С. Гирмана</i>	—	"	5	"
72. Аналогія между газами и растворенными веществами. <i>В. Гернета</i>	—	"	30	"
73. Основы ученія о величинахъ. <i>А. Мануйлова</i>	—	"	35	"
74. Формулы стеколъ. <i>П. Флорова</i>	—	"	5	"
76. Представленіе изображеній независимо отъ хода лучей въ преломляющей средѣ оптическихъ стеколъ. Пр. <i>Н. Шиллера</i>	—	"	5	"
77. Опредѣленіе механическаго эквивалента тепла, какъ классическій опытъ. Пр. <i>Г. Де-Метца</i>	—	"	10	"
78. Приборъ для демонстрированія Джаулевой теплоты. Электрическій ареометръ. Приборъ для объясненія дѣйствія электрической машины. Пр. <i>П. Бахметьева</i>	—	"	5	"
79. Геометрическіе методы разысканія maximum и minimum. <i>И. Александрова</i>	—	"	10	"
80. Шашка впередъ (Задача изъ теоріи вѣроятностей) <i>П. С. Флорова</i>	—	"	10	"
81. Разложеніе квадратнаго трехчлена $ax^2+bx+c$ съ цѣлыми коэффиціентами на два линейные сомножителя съ цѣлыми коэффиціентами. <i>С. Гирмана</i>	—	"	5	"
82. Галилео Галилей, его жизнь и научная дѣятельность. Критико-біографическій очеркъ. <i>О. Перамента</i>	—	"	25	"
84. Одинъ изъ пробѣловъ въ нашихъ законахъ о печати. <i>В. Миллина</i>	—	"	5	"
85. Обь опытахъ Тесла съ переменными токами. Пр. <i>Г. Де-Метца</i>	—	"	10	"
86. Распредѣленіе электрическаго тока въ тѣлахъ. Пр. <i>П. Бахметьева</i>	—	"	5	"
87. Искусственные алмазы. Пр. <i>Р. Пренделя</i>	—	"	5	"
88. Нѣсколько словъ по поводу открываемыхъ въ Одессѣ физико-ма-				



тематических курсовъ *М. Попруженко* . . . . . — р. 5 к.

89. О постановкѣ преподаванія черченія и задачахъ, преслѣдуемыхъ имъ. *Г. Рябова* . . . . . 10 "
90. Замѣтченныя промахи въ сборникѣ геометрическихъ задачъ Сорочкина. *А. К. Жбиковскаго* . . . . . 5 "
91. О безконечности. *М. Попруженко* . . . . . 30 "
93. Н. И. Лобачевскій (1793—1893). *И. Бондаренко* . . . . . 5 "
94. Логическая машина Джевонса. *И. Слешинскаго* . . . . . 10 "
95. Опыты и наблюденія. Свойства поверхностей жидкихъ тѣлъ. *К. Чернышева* . . . . . 30 "
97. Нѣкоторые законы электрическаго потока въ пластинкѣ. *П. Вахметьева* . . . . . 5 "
98. Построеніе линейнаго ирраціональнаго выраженія:  $\sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha}$ . *С. Гирмана* . . . . . 5 "
99. Исторія барометра и его примѣненій. (По поводу 250-лѣтія его существованія. 1643—1893). *О. Пергамента* . . . . . 25 "
100. Объ одномъ признакѣ сходимости рядовъ съ положительными членами. *С. Шатуновскаго* . . . . . 5 "
101. Къ вопросу объ экзаменахъ по математикѣ и физикѣ. *Р. Прешинскаго* . . . . . 10 "
102. Методика физики. Вып. 1-й. Введеніе. Проф. *О. Н. Шведова* . . . . . 45 "
103. Приспособляемость молекулъ. Проф. *П. Вахметьева* . . . . . 10 "
104. Къ вопросу о нѣкоторыхъ случаяхъ длинноты многочленовъ. *В. Шидловскаго* . . . . . 5 "
105. Опредѣленіе скорости звука въ воздухѣ при помощи эха. *Л. Елсакова* . . . . . 5 "
106. Непрерывность и ирраціональныя числа. R. Dedekind'a. Пер. съ нѣм. *С. Шатуновскаго* . . . . . 40 "
107. Систематическій указатель статей, помѣщенныхъ въ первыхъ пятнадцати семестрахъ „Вѣстника“ . . . . . 50 "
109. *Н. Пильчиковъ*. Изъ введенія въ курсъ механической теоріи теплоты. Основные принципы энергетики . . . . . 20 "
110. *М. Попруженко*. О биномѣ Ньютона . . . . . 10 "
111. Проф. *Садовскій*. Замѣтка о движеніи ваттскаго центробѣжнаго регулятора . . . . . 5 "
112. *П. Вахметьева*. Послѣдствіе въ физическомъ мірѣ . . . . . 10 "
113. *И. Александровъ*. О составленіи и рѣшеніи геометрическихъ задачъ на вращеніе . . . . . 10 "
114. *Арсеній Лебедицкій*. О необходимости ассоціаціи преподавателей естественно-историческихъ наукъ въ высшей, среднихъ и низшихъ школахъ г. Одессы . . . . . 10 "
115. *В. Герцъ*. Законъ относительнаго движенія и ближайшія слѣдствія изъ него . . . . . 10 "
116. *С. Шатуновскій*. О числѣ послѣдовательныхъ дѣленій . . . . . 10 "
117. *И. Пламеневскій*. Опредѣленіе массъ и силъ. Методъ Vachou . . . . . 5 "
118. *В. Термантовъ*. Вступительная лекція вводнаго къ практическимъ занятіямъ курса физики. . . . . 10 "
119. *Н. Шиллеръ*. Элементарная теорія относительнаго движенія . . . . . 20 "

№№ 4, 8, 15, 22, 29, 35, 38, 48, 57, 61, 67, 75, 83, 92, 96, 103, 114 соответствуютъ сброшированнымъ комплектамъ „Вѣстника“ за I—XVII семестры и продаются, кромѣ № 8, соответствующаго II-му семестру, по . . . . . 2 50 "

http://www.vostok.ru



# ОБЗОРЪ НАУЧНЫХЪ ЖУРНАЛОВЪ.

## JOURNAL

### de mathématiques élémentaires.

1894.—№ 9.

**Sur les triangles dont les côtés sont en progression arithmétique.** Par M. Droz-Farny. Обозначимъ черезъ  $a$  сторону  $BC$  тр-ка  $ABC$  и предположимъ, что стороны этого тр-ка составляютъ арифметическую прогрессию, средний членъ которой есть  $a$ . Въ статьѣ доказываются слѣдующія свойства такого тр-ка.

1) Радиусъ круга, вписаннаго въ тр-къ, равенъ  $\frac{1}{3}$  высоты  $b$ , опущенной на сторону  $a$ .

2) Центръ круга вписаннаго, центръ тяжести тр-ка, точка Nagel'я и центръ тяжести периметра тр-ка лежатъ на одной прямой, параллельной сторонѣ  $a$ .

3) Прямая, соединяющая вершину тр-ка  $A$  съ центромъ вѣтвписаннаго круга, соотвѣтствующаго сторонѣ  $a$ , дѣлится этой стороной пополамъ.

4) Радиусъ  $r'$  вѣтвписаннаго круга, соотвѣтствующаго сторонѣ  $a$ , равенъ высотѣ  $b$ , опущенной на эту сторону.

5) Перпендикуляръ, опущенный изъ центра круга, описаннаго около тр-ка на сторону  $a$ , равенъ разности радиусовъ круговъ описаннаго и вписаннаго.

6) Сумма перпендикуляровъ, опущенныхъ изъ центра круга описаннаго около тр-ка на стороны его  $b$  и  $c$ , равна діаметру описаннаго круга.

7) Отрѣзокъ биссектора угла  $A$ , заключающійся въ кругѣ, описанномъ около тр-ка, дѣлится пополамъ центромъ вписаннаго круга.

Прямая, соединяющая вершину тр-ка  $A$  съ центромъ вѣтвписаннаго круга, соотвѣтствующаго сторонѣ  $a$ , дѣлится описанной окружностью и центромъ вписаннаго круга на три равныя части.

8) Центръ круга вписаннаго и центръ круга Эйлера находятся на одномъ перпендикулярѣ къ сторонѣ  $a$ .

9) Общая касательная къ кругу вписанному и къ кругу девяти точекъ параллельна сторонѣ  $a$ .

Кромѣ того, между сторонами и углами тр-ка существуютъ слѣдующія соотношенія:

$$(1) \quad 2\sin \frac{A}{2} = \cos \frac{B-C}{2},$$

$$(2) \quad \operatorname{tg} \frac{B}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{C}{2} = \frac{1}{3},$$

$$(3) \quad \frac{3a}{2} = b\cos^2 \frac{C}{2} + c\cos^2 \frac{B}{2},$$

$$(4) \quad \frac{a^2}{4} = (2R-r)r.$$

**Piège cinématique.** Par M. G. Tarry. Всякое измѣненіе положенія въ пространствѣ неизмѣняемой системы можетъ быть произведено простымъ вращеніемъ около неподвижной оси.



Вмѣстѣ съ этимъ положеніемъ авторъ предлагаетъ въ видѣ задачи слѣдующую теорему:

ABC и A'B'C' суть два равные тр-ка какъ нибудь расположенные въ пространствѣ. Если существуетъ такая точка O, что соединивъ ее съ вершинами тр-въ, получимъ равные тетраэдры OABC и OA'B'C', то плоскости, перпендикулярныя къ прямымъ AA', BB' и CC' и дѣлящія ихъ пополамъ, проходятъ черезъ одну прямую, которая пересѣкается съ линіей пересѣченія плоскостей ABC и A'B'C'.

Concours général de première-sciences en 1894.

Correspondance.

Bibliographie. Geometrical Conics, Par J. Milne et R. F. Davis. London. 1894. Baccalauréat.

Questions résolues. №№ 533, 534, 535, 536 и 537. Изъ рѣшенныхъ здѣсь задачъ обращаемъ вниманіе на слѣдующія.

1) Окружности O и O' пересѣкаются въ точкахъ A и B; радіусы OA и OB, при продолженіи, пересѣкаютъ окружности O' и O соответственно въ точкахъ D и D'. Пять точекъ B, O, O', D и D' находятся на одной окружности.

2) Прямая, проходящая черезъ основанія перпендикуляровъ, опущенныхъ изъ ортоцентра тр-ка ABC на биссекторы угла A, дѣлится пополамъ стороною BC.

3) Двѣ окружности радіусовъ R и R' имѣютъ внѣшнее соприкосновеніе; третья окружность касается этихъ двухъ и имѣетъ центръ на линіи ихъ центровъ. Если  $\rho$  есть радіусъ окружности, касательной къ этимъ тремъ окружностямъ, то

$$\rho = \frac{RR'(R + R')}{R^2 + RR' + R'^2}.$$

Questions proposées. №№ 567, 568.

D. E.

1894.—№ 10.

Propriétés du triangle. Par M. J. S. Mackay. Обозначимъ черезъ H, X, Y, Z— ортоцентръ и основанія высотъ въ тр-кѣ ABC; черезъ I, I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>—центры вписаннаго и внѣвписанныхъ круговъ; черезъ D, E, F; D<sub>1</sub>, E<sub>1</sub>, F<sub>1</sub>,... точки касанія этихъ круговъ со сторонами тр-ка. Въ статьѣ указаны слѣдующія свойства этихъ точекъ.

1) Прямая AX проходитъ черезъ точки

$$\left. \begin{matrix} X_0, \\ X_1, \\ X_2, \\ X_3, \end{matrix} \right\} \text{пересѣченія прямыхъ} \left\{ \begin{matrix} D_2E_2 \text{ и } D_3F_3, \\ D_3E_3 \text{ и } D_2F_2, \\ DE \text{ и } D_1F_1, \\ D_1E_1 \text{ и } DF; \end{matrix} \right.$$

прямая BY проходитъ черезъ точки пересѣченія (Y<sub>0</sub>, Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub>) прямыхъ D<sub>1</sub>E<sub>1</sub> и E<sub>3</sub>F<sub>3</sub>, DE и E<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>E<sub>3</sub> и E<sub>1</sub>F<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>E<sub>2</sub> и EF;

прямая CZ проходитъ черезъ точки пересѣченія (Z<sub>0</sub>, Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub>) прямыхъ D<sub>1</sub>F<sub>1</sub> и E<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, DF и E<sub>3</sub>F<sub>3</sub>, D<sub>3</sub>F<sub>3</sub> и EF, D<sub>2</sub>F<sub>2</sub> и E<sub>1</sub>F<sub>1</sub>.

2)

$$AX_0 = BY_0 = CZ_0 = r,$$

$$AX_1 = BY_1 = CZ_1 = r_1$$

$$AX_2 = BY_2 = CZ_2 = r_2,$$

$$AX_3 = BY_3 = CZ_3 = r_3.$$



Обложка  
щется



Обложка  
щется