

№ 484.

ВѢСТНИКЪ ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

— И —

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ,

ИЗДАВАЕМЫЙ

В. А. ГЕРНЕТОМЪ

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

Привать-Доцента В. Ф. КАГАНА.

XLI-го Семестра № 4-й.

ОДЕССА.

Типографія Акц. Южно-Русскаго О-ва Печ. Дѣла. Пушкинская, 18.

1909.

<http://voiem.ru>

Подписка на 1909 годъ (XXX годъ изданія) на журналъ

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ОРГАНЪ VI ОТДѢЛА ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА
ОРГАНЪ ВСЕРОССИЙСКИХЪ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХЪ СЪѢЗДОВЪ.
ОРГАНЪ ОБЩЕСТВА ЭЛЕКТРОТЕХНИКОВЪ ВЪ МОСКВѢ.

Журналъ „Электричество“ издается VI (Электротехническимъ) отдѣломъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества съ цѣлью распространенія свѣдѣній о современномъ состояніи ученія объ электрической энергіи и о ея приложеніяхъ къ потребностямъ жизни, техники и промышленности.

Журналъ редактируется особымъ редакціон. комитетомъ, избраннымъ VI отдѣломъ ПРИ БЛИЖАЙШЕМЪ УЧАСТИИ Г. Г. инж.-эл. Б. П. Вьюшкова, инж.-эл. С. Д. Гуфтеръ, проф. И. И. Георгіевскій, инж. пут. сообщ. Г. О. Графтіо, инж. Л. Г. Гуревичъ, инж. пут. сообщ. П. П. Дмитренко, инж. Л. В. Дрейеръ, инж. В. П. Гольденбергъ, инж. Н. Н. Кѣнестатиновъ, инж. Р. Р. Ландеръ, инж. Т. Ф. Макарьевъ, инж.-эл. А. Л. Оренбахъ, инж.-эл. І. Т. Павлицкій, инж. В. Петерсъ, пред. технол. инст. В. Л. Розингъ, инж. Майзель, инж. Н. М. Сокольскій, инж. Г. Н. Шаровъ, инж. Е. Я. Шульгинъ, инж. М. Л. Кершнеръ.

Журналу общали свое содѣйствіе:

Преп. Полит. инст. инж.-эл. А. Андреевскій, проф. А. Blondel (Парижъ), инж. P. Boucheron (Парижъ), дирек. Техн. Инст. проф. А. А. Вороновъ, дирек. Элек. Инст. проф. П. Д. Войнаровский, инж. П. П. Лызловъ, О. Гольбергъ, проф. Г. Ф. Дентъ, проф. О. de Bast, преп. Элек. инст. В. Дмитриевъ, инж. П. С. Г. Д. Дубелиръ, проф. Н. Г. Егоровъ, проф. E. Gerard (Лютихъ), инж. А. Г. Козанъ, инж. П. А. Козалевъ, инж. С. Пинскеръ, пр. Элек. инст. А. А. Кузнецовъ, старш. инсп. Главн. Палаты мѣръ и вѣсовъ И. А. Лебедевъ, проф. В. К. Лебединскій, проф. А. С. Ломшаковъ, инж. Д. Пинксеръ, проф. В. Ф. Миткевичъ, инж. И. Я. Перельманъ, преп. Моск. инж. учил. инж.-элек. М. К. Поливановъ, проф. Н. Роисаръ (Парижъ), преп. Элек. инст. Н. О. Пушкинъ, инж. мет. Н. И. Сушкинъ, инж. техн. І. Г. Троицкій, проф. М. А. Шателенъ, инж. техн. Г. Н. Шведеръ, инж. Самойловичъ, инж. техн. Э. Р. Ульманъ, преп. Полит. инст. С. Н. Усамы, проф. C. Steinmetz (Шенектэди).

ПРОГРАММА ИЗДАНИЯ: 1) Состояніе и развитіе электротехники и электрической промышленности въ Россіи и заграницей. 2) Отчеты о дѣятельности VI (электротехническаго) отдѣла Императорскаго Русскаго Техническаго Общества, Всероссийскихъ электротехническихъ Съездовъ, Общества Электротехниковъ въ Москвѣ, и труды ихъ членовъ, а также отчеты о засѣданіяхъ ученыхъ, техническихъ и промышленныхъ обществъ. 3) Теорія и практика электричества и его приложенія. 4) Теорія и практика областей техники, связанныхъ съ электротехникой, какъ то: паровыя и газовыя машины, турбины, гидравлическія сооруженія, подъемники, пути сообщенія и т. д. 5) Техническое оборудованіе, устройство и эксплуатація электрическихъ сооруженій въ Россіи и заграничѣ, статистика. 6) Обзоръ литературы, хроника, мелкія извѣстія, привиллегіи и письма въ Редакцію. 7) Критика и библіографія сочиненій по электротехникѣ.

Къ журналу прилагаются Труды Пятаго Всероссийскаго Электротехническаго Съѣзда.

Журналъ выходитъ ежемѣсячно въ значительно увеличенномъ размѣрѣ. Подписка принимается въ Редакціи, въ Техническомъ Обществѣ (Пантелеймоновск. 2) и во всѣхъ книжныхъ магазинахъ. ПОДПИСНАЯ ЦѢНА за годовой экземпляръ съ доставкой и пересылкой внутри Россіи 8 руб., за полгода — 5 руб. Заграницу 12 руб. Разсрочка допускается лишь по взаимному соглашенію съ редакціей. Студентамъ высшихъ техническихъ учебныхъ заведеній услуга.

Журналъ и его изданія по электротехникѣ на Всероссийской Художественно-Промышленной Выставѣ 1896 г. въ Нижнемъ-Новгородѣ удостоены высшей награды—диплома перваго разряда.

Журналъ „Электричество“ рекомендованъ Ученымъ Комитетомъ Министерства Народн. Просв. для фундаментальныхъ библиот. мужск. гимназій и реальн. училищъ.

Въ редакціи продаются изданія журнала „Электричество“.

Редакція открыта для личныхъ переговоровъ по сред. и суббот. отъ 5 до 7½ ч. вѣч.

Адресъ редакціи: С.-Петербургъ, 7-я Рождественская, № 4, кв. 12.

ТЕЛЕФОНЪ № 37-65.

Вѣстникъ Опытной Физики

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 484.

Содержаніе: Беспроволочный телефонъ. *Проф. А. Слаби.* (Продолженіе).— Математическое творчество. *Анри Пуанкаре.* (Окончаніе).— Происхожденіе двѣтвовъ спектра. *П. Зеемана.*— Катодные лучи и сѣверное сіяніе. *П. Виллар.*— Письмо въ редакцію.— Отъ бюро физической секціи XII съезда русскихъ естествоиспытателей и врачей.— Задачи №№ 144—149, (5 сер.)— Рѣшенія задачъ №№ 71, 74, 80, 87, 89 и 90 (5 сер.).— Объявленія.

Беспроволочный телефонъ.

Проф. А. Слаби.

(Продолженіе).

Разсмотримъ теперь колебанія эйра, которыми мы пользуемся при беспроволочномъ телеграфированіи. Зарядимъ электричествомъ изолированно висящую проволоку, заканчивающуюся металлическимъ шарикомъ (рис. 10). На небольшомъ разстояніи отъ перваго шарика находится другой, соединенный съ землею. Когда электрическое напряженіе достигаетъ извѣстной степени, то происходитъ разрядъ проволоки въ землю. Это можно сравнить съ тѣмъ явленіемъ, которое происходитъ, когда совершенно закрытая кишка наполнена водою подъ большимъ давленіемъ: если послѣднее перейдетъ опредѣленную границу, то кишка лопнетъ, и вода брызнетъ на землю. Точно такъ же, когда напряженіе электричества достигаетъ извѣстнаго предѣла, проволоку какъ бы прорывааетъ снизу, и она отдаетъ зарядъ разряднымъ шарикамъ. Разрядъ сопровождается искрой, яркій свѣтъ которой происходитъ отъ увлекаемыхъ токомъ раскаленныхъ частицъ металла и паровъ.

Но разряжающееся электричество обладаетъ свойствомъ упругости. Когда мы отпускаемъ натянутую пружину, то она всегда переходитъ за положеніе равновѣсія, колеблется въ ту и въ другую сторону и успокаивается лишь послѣ нѣсколькихъ колебаній. Точно такъ же и разрядный токъ колеблется изъ стороны въ сторону; изъ проволоки онъ перескакиваетъ къ землѣ и отъ земли снова въ проволоку. Усиленіе и ослабленіе тока возбуждаетъ вокругъ него пульсирующія магнитныя силы, которыя распространяются въ



Рис. 10.

пространство въ видѣ кольцеобразныхъ волнъ; встрѣчая соотвѣтственно настроенную приёмную проволоку, онѣ снова возбуждаютъ здѣсь пульсирующие токи. Такимъ образомъ каждый разрядъ вызываетъ цѣлый рядъ колебаній, которыя слѣдуютъ другъ за другомъ чрезвычайно быстро — миллионъ разъ въ секунду, — но столь же быстро и замираютъ (рис. 11). Выразаясь техническимъ терминомъ, они затухаютъ*), подобно колебаніямъ наткнутой пружины, когда мы ее отпускаемъ.

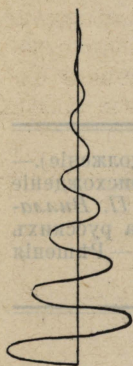


Рис. 11.

Изъ всѣхъ такихъ колебаній мы можемъ использовать въ лучшемъ случаѣ лишь 10, и продолжительность ихъ поэтому обнимаетъ лишь 1 стотысячную долю секунды. Свойства воздуха въ промежуткѣ, по которому пробѣгаетъ искра, дѣлаютъ невозможнымъ мгновенное появленіе новаго заряда въ проволоку. Должно пройти около $\frac{1}{20}$ секунды раньше, чѣмъ проволока можетъ снова принять зарядъ. Это обусловливается слѣдующимъ обстоятельствомъ: благодаря раскаленному состоянію газа, промежутку, по которому прошла искра, не теряетъ своей проводимости еще нѣкоторое время послѣ того, какъ колебанія уже замерли, а между тѣмъ непроводимость является необходимымъ условіемъ возможности новаго заряда. Возвращаясь къ нашему образу — кишкѣ, наполненной водой, мы можемъ найти здѣсь аналогію въ томъ обстоятельствѣ, что лопнувшую кишку нельзя мгновенно снова задрать. За каждымъ разрядомъ, который длится одну стотысячную часть секунды, слѣдуетъ пауза въ 0.05 секунды, пока проволока вновь будетъ изолирована. Эти промежутки времени относятся другъ къ другу, какъ 1 : 5000.

При обыкновенныхъ условіяхъ въ воздушномъ искровомъ промежуткѣ болѣе быстрая послѣдовательность разрядовъ невозможна: это можно сравнить съ работникомъ, который въ теченіе часа производитъ колебанія, а затѣмъ въ продолженіе двухсотъ дней отдыхаетъ отъ этой утомительной работы.

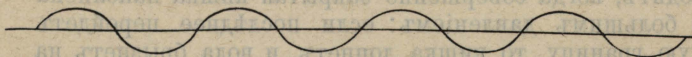


Рис. 12.

Но, если бы мы могли производить непрерывно идущія другъ за другомъ колебанія (рис. 12), то съ ихъ помощью можно было бы получить несравненно лучшіе результаты, хотя бы колебанія въ отдѣльности имѣли значительно меньшее напряженіе.

Техническое рѣшеніе этой проблемы, а вмѣстѣ съ ней и вопроса о беспроволочномъ телефонированіи, составляетъ великое научное событіе послѣднихъ лѣтъ. Здѣсь были примѣнены новые поразительные методы. Если бы тридцать лѣтъ тому назадъ, когда

*) См. статью А. Слаби. Резонансъ и затуханіе электрическихъ волнъ. „Вѣстникъ Опытной Физики“, №№ 474 — 478 и отдѣльное изданіе книгоиздательства „Mathesis“.

великолепный свѣтъ электрической дуги впервые сталъ входить во всеобщее употребленіе, кто-нибудь сказалъ, что со временемъ мы будемъ съ помощью этого свѣта переговариваться черезъ земной шаръ, то мы, несомнѣнно, сочли бы его помѣшаннымъ, — теперь же это совершившійся фактъ.

Интересна исторія этого изобрѣтенія. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ англичанину Дѣдделлю (Duddell) удалось отвести отъ свѣтовой дуги полученный съ помощью постояннаго тока пульсирующий переменный токъ. Отъ полюсовъ дуговой лампы онъ отводилъ токъ въ боковую цѣпь, въ которую, кромѣ такъ называемаго индуктивнаго сопротивленія, или, короче, самоиндукціи L , была включена еще лейденская банка C .

Индуктивнымъ сопротивленіемъ называется препятствіе, которое самъ себѣ ставитъ переменный токъ, проходящій черезъ проволоку. Если смотать проволоку въ видѣ катушки, то препятствіе усиливается и становится значительно большимъ, чѣмъ въ случаѣ вытянутой проволоки такой же длины. Обыкновенное сопротивленіе проволоки, поскольку оно обусловлено самимъ веществомъ, при высокой частотѣ переменнаго тока, играетъ сравнительно второстепенную роль. Переменному току приходится идти по круговому пути, и это постоянное отклоненіе отъ прямолинейнаго пути токъ чувствуетъ, какъ увеличенное сопротивленіе.

Лейденская банка — известный приборъ для накопленія электричества. Благодаря соединенію съ однимъ изъ углей свѣтовой дуги банка за-

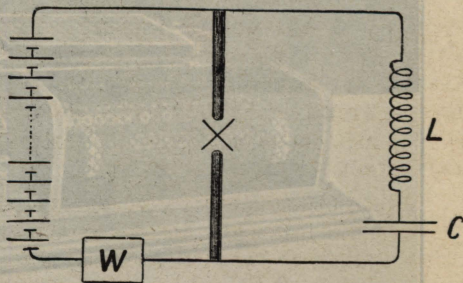


Рис. 13.

ряжается, и, такъ какъ проводящая свѣтовая дуга представляетъ собой связь съ другой обкладкой банки, то послѣдняя можетъ сейчасъ же разрядиться. При этомъ банка дѣйствуетъ на подобіе пружины: перенесенный зарядъ совершаетъ обратное колебаніе и наполняетъ при-мыкающую къ дугѣ отвѣтственную цѣпь колебательнымъ токомъ. Этотъ процессъ можетъ повторяться безъ перерыва все время, пока въ свѣтовой дугѣ проходитъ токъ постояннаго направленія; мы получаемъ длительный и потому незатухающій переменный токъ, подобный тѣмъ, которые получаютъ посредствомъ машинъ.

Явленіе станетъ понятнѣе, если мы для сравненія обратимся къ другимъ сходнымъ и хорошо известнымъ явленіямъ природы. Если мы дернемъ струну скрипки, то мы услышимъ тонъ, который быстро замираетъ. Колебанія струны затухаютъ благодаря сопротивленію, которое встрѣчаетъ движеніе. Если же мы проведемъ по струнѣ смычкомъ, то треніе его дѣйствуетъ такъ, какъ будто мы непрерывно дергаемъ струну, и мы слышимъ длительный, не замирающій тонъ. Далѣе:

токъ воздуха, который мы вдвигаемъ въ свистокъ съ язычкомъ, приводитъ упругій язычокъ въ непрерывное колебательное движеніе и вызываетъ непрерывающіяся колебанія столба воздуха. Если мы толкнемъ качели одинъ разъ, то возникающія качанія быстро прекращаются; лишь часто повторяющіеся толчки могутъ доставить дѣйствительное удовольствіе, вызывая пріятное чувство продолжительнаго ритмическаго движенія. То же самое мы видимъ и на примѣрѣ часовъ: при отсутствіи груза или пружины маятникъ скоро остановился бы; качанія не прекращаются лишь благодаря толчкамъ колеблющагося якоря о колесо спускового механизма. Я могъ бы привести здѣсь еще сколько угодно другихъ примѣровъ; когда открытіе уже сдѣлано, тогда легко указать, какимъ путемъ можно было придти къ нему; въ дѣйствительности же главную роль игралъ слѣпой случай.

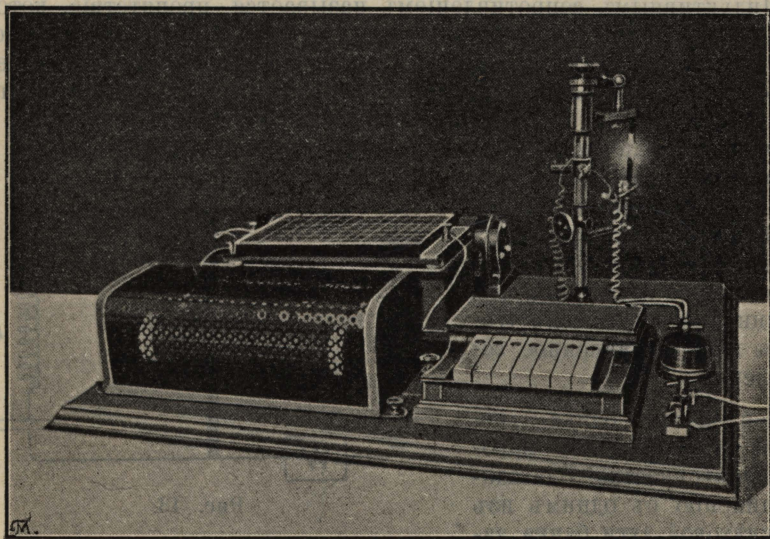


Рис. 14.

Интересъ, вызванный открытіемъ Дѣддея, сосредоточился сперва не на полученіи незатухающихъ колебаній, но на одной чистой игрушкѣ, основанной на этомъ открытіи. Колебанія тока, получающіяся въ побочной дѣлѣ, налагаются въ свѣтовой дугѣ на постоянный токъ, въ слѣдствіе чего пламя дуги испытываетъ ритмичное дрожаніе, вызывающее въ воздухѣ звуковыя колебанія на подобіе тѣхъ, которыя мы видѣли въ разсмотрѣнномъ выше телефонѣ съ пламенемъ. Мы слышимъ отчетливый свистъ. Число колебаній въ секунду, а вмѣстѣ съ тѣмъ и высота этого звука, зависятъ отъ размѣра лейденской банки и отъ самоиндукціи. Основываясь на этомъ явленіи, я изготовилъ поучительную игрушку — музыкальный инструментъ, правда, сомнительнаго художественнаго достоинства (рис. 14). Съ помощью клавиатуры я могу включать самоиндукцію различной величины, и такимъ образомъ является возможность получить даже мелодію.

Это весьма замѣчательное открытіе. Въ произведенномъ только что опытѣ дуговая лампа питалась особой батареей. Теперь же мы въ смежной комнатѣ включимъ дуговую лампу въ электрической проводъ, который служить для освѣщенія этой залы. Всѣ привключенныя въ него дуговые лампы начинаютъ насвистывать одну и ту же пѣсню. Всѣ залы этого обширнаго зданія наполняются теперь музыкой. Велико было волненіе въ чертежныхъ залахъ и аудиторіяхъ, когда я въ первый разъ произвелъ этотъ опытъ, и всѣ дуговые лампы начали насвистывать пѣсню. Въ мое отсутствіе одинъ забавникъ позволилъ себѣ выкинуть неумѣстную шутку. Въ аудиторіи надъ нами читалась лекція для дамъ о новѣйшемъ искусствѣ. И вдругъ при этомъ торжественномъ настроеніи всѣ дуговые лампы начали насвистывать веселую уличную пѣсенку. Сдѣланное разслѣдованіе, къ сожалѣнію, не обнаружилъ виновника.

Теперь уже сама собой напрашивалась мысль использовать получающіяся такимъ способомъ незатухающія колебанія для беспроволочнаго телефонированія. Нужно было лишь соединить съ вибраціонной цѣпью вертикальную проволоку, соответствующимъ образомъ настроенную, и тогда можно было наполнить пространство незатухающими электромагнитными вибраціями. Со стороны изслѣдователей, занимавшихся разработкой беспроволочнаго телефонированія, не было недостатка ни въ терпѣніи ни въ трудѣ, и все же въ началѣ дѣло не ладилось; препятствіемъ служило обстоятельство, казалось бы маловажное: нельзя было добиться той скорости колебаній, которая безусловно необходима для передачи на разстояніе. Свистъ, который мы слышали, соответствуетъ немногимъ тысячамъ колебаній въ секунду, тогда какъ скорость, которая требуется для техники беспроволочнаго телефона, доходить до милліона. Въ этомъ соревнованіи датскій инженеръ Вальдемаръ Поульсенъ (Waldemar Poulsen) оказался первымъ, которому удалось при помощи поразительно простаго изобрѣтенія достигнуть высокаго тона: этотъ тонъ не воспринимается слухомъ, но электрика онъ привелъ въ такой же восторгъ, какой испытываетъ меломанъ при верхнемъ „до“ прославленнаго опернаго тенора. Въ современномъ состязаніи пѣвцовъ Поульсенъ оказался побѣдителемъ, заставивъ свѣтовую дугу горѣть не въ атмосферѣ воздуха, но въ камерѣ, наполненной водородомъ. Этотъ простой способъ далъ возможность настроить колебанія на требуемую высоту звука.

Въ Германіи не удовольствовались тѣмъ, чтобы просто принять фактъ къ свѣдѣнію, но стали доискиваться до корней его. И разгадка была скоро найдена: явленіе объясняется бѣльшей сравнительно съ воздухомъ теплопроводностью водорода. Здѣсь приходилось усиленно отнимать теплоту отъ горячей электрической свѣтовой дуги. Тотчасъ же были испробованы сотни другихъ способовъ охлажденія, и нѣсколько недѣль спустя Германское Общество беспроволочныхъ телефоновъ уже могло представить Берлинскому Конгрессу по вопросамъ искрового телеграфа другое рѣшеніе задачи. Въ опытахъ, которые мы здѣсь произведемъ, мы воспользуемся этимъ послѣднимъ методомъ, а не поульсеновскимъ.

Пояснимъ это небольшимъ схематическимъ рисункомъ (рис. 15). Уголь — дурной проводникъ теплоты; поэтому верхній угольный стержень замѣняется мѣднымъ открытымъ цилиндромъ съ выпуклымъ дномъ, который наполняется водою: такое устройство дѣлаетъ возможнымъ интенсивное охлажденіе водою. Рѣдко, когда рѣшающія улучшенія были достигнуты болѣе простыми средствами. Для того, чтобы пользоваться болѣе высокими напряжениями, въ аппаратъ включаются послѣдовательно 6 такихъ свѣтовыхъ дугъ: нажатіемъ пружины можно привести ихъ одновременно въ дѣйствіе (рис. 16). Особо включенный приборъ (рис. 15) обнаруживаетъ быстрыя колебанія въ цѣпи, содержащей сильную батарею лейденскихъ банокъ и проволоочную катушку. Мы теперь уже не слышимъ оглушительной трескотни, которой прежде сопровождалось возникновеніе быстрыхъ колебаній въ воздушномъ промежуткѣ, въ которомъ проходила искра; лишь тихій жужжа-

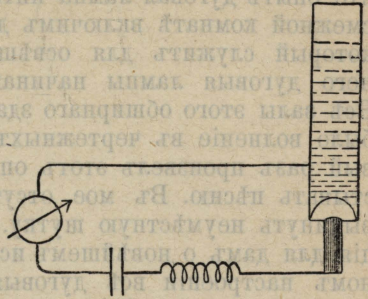


Рис. 15.

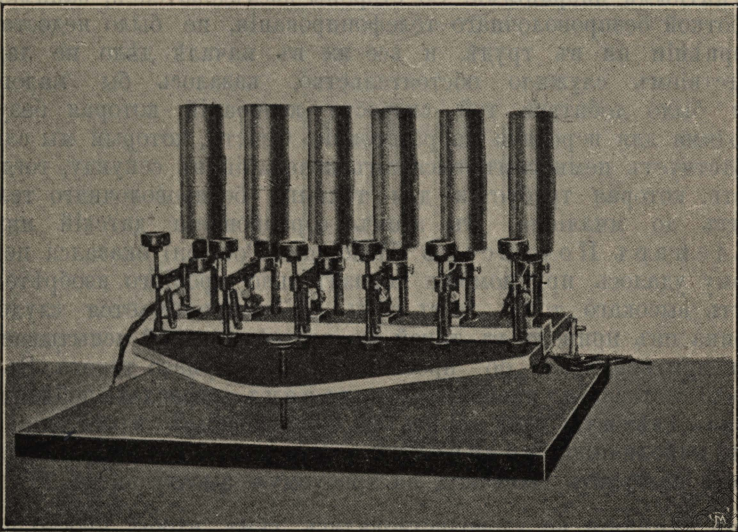


Рис. 16.

щій шумъ говоритъ намъ о неустойчивой работѣ свѣтовыхъ дугъ. Онѣ даютъ 150 000 колебаній въ секунду; это соответствуетъ длинѣ волны въ 2200 метровъ, которую мы еще можемъ успѣшно примѣнить для телеграфирования.

Мы могли бы этимъ путемъ достигнуть тѣхъ же результатовъ, какіе мы получили посредствомъ затухающихъ и скривыхъ волнъ,

пользуясь резонансомъ. Но теперь результаты, на первый взглядъ, не столь внушительны. Прежде, когда я соединялъ настроенную проводочную катушку съ вибраціонной цѣпью, мы видѣли молніеобразныя искры въ метръ длиной, которыя съ оглушительнымъ трескомъ выскакивали изъ свободнаго конца катушки. Теперь же мы видимъ лишь небольшое искрящееся пламя (рис. 17). Раньше при перемежающихся толчкахъ мы должны были пользоваться большими напряжениями, чтобы какъ бы взрывомъ сотрясти пространство. Теперь же передъ нами небольшія напряжения; однако же энергія колебаній не менѣе велика, чѣмъ при первомъ способѣ, потому что за одинаковое время мы теперь посылаемъ во много тысячъ разъ болѣе, чѣмъ прежде, нужныхъ намъ колебаній. Вмѣсто грома пушекъ, который лишь время отъ времени потрясалъ воздухъ, мы теперь слышимъ какъ бы непрерывный трескъ пулеметовъ.

(Окончаніе слѣдуетъ).



Рис. 17.

Математическое творчество.

Анри Пуанкаре.

(Рѣчь, произнесенная въ Institut général psychologique въ Парижѣ 23 мая 1908 г.).

(Окончаніе).

III.

Я ограничусь однимъ только этимъ примѣромъ; было бы бесполезно увеличивать число ихъ, о моихъ другихъ изслѣдованіяхъ мнѣ пришлось бы повторить почти то же самое; наблюденія, сообщаемыя другими математиками въ отвѣтъ на анкету журнала „L'Enseignement mathématique“, тоже лишь подтвердили бы сказанное.

Прежде всего поражаетъ этотъ характеръ внезапнаго прозрѣнія, съ несомнѣнною свѣдѣтельствующій о долгой предварительной безсознательной работѣ; роль этой безсознательной работы въ процессѣ

математическаго творчества кажется мнѣ неоспоримой; слѣды ея можно было бы найти и въ другихъ случаяхъ, гдѣ она является менѣе очевидной. Часто, когда думаешь надъ какимъ-нибудь труднымъ вопросомъ, за первый присѣсть не удастся сдѣлать ничего путнаго; затѣмъ, отдохнувъ болѣе или менѣе продолжительное время, садишься снова за столъ. Проходитъ полчаса и все такъ же безрезультатно, какъ вдругъ въ головѣ появляется рѣшающая мысль. Можно думать, что сознательная работа оказалась болѣе плодотворной благодаря тому, что она была временно прервана, и отдыхъ вернулъ уму его силу и свѣжесть. Но болѣе вѣроятно, что это время отдыха было заполнено безсознательной работой, результатъ которой потомъ раскрывается передъ математикомъ подобно тому, какъ это имѣло мѣсто въ приведенныхъ примѣрахъ; но только здѣсь это откровеніе происходитъ не во время прогулки или путешествія, а во время сознательной работы, хотя въ дѣйствительности независимо отъ этой работы, развѣ только разматывающей уже готовые изгибы; эта работа играетъ какъ бы только роль стимула, который заставляетъ результаты, пріобрѣтенные за время покоя, но оставшіеся за порогомъ сознанія, облечься въ форму, доступную сознанію.

Можно сдѣлать еще одно замѣчаніе по поводу условій такой безсознательной работы; а именно, эта работа возможна или, по меньшей мѣрѣ, плодотворна лишь въ томъ случаѣ, если ей предшествуетъ и за нею слѣдуетъ періодъ сознательной работы. Никогда (и приведенныя мною примѣры достаточны для такого утвержденія) эти внезапныя внушенія не происходятъ иначе, какъ послѣ нѣсколькихъ дней волевыхъ усилій, казавшихся совершенно безплодными, такъ что весь пройденный путь, въ концѣ концовъ, представлялся ложнымъ. Но эти усилія оказываются въ дѣйствительности не такими ужъ безплодными, какъ это казалось; это они пустили въ ходъ безсознательную машину, которая безъ нихъ не стала бы двигаться и ничего бы не произвела.

Необходимость второго періода сознательной работы представляется еще болѣе понятной. Надо пустить въ дѣйствіе результаты этого вдохновенія, сдѣлать изъ нихъ непосредственные выводы, привести ихъ въ порядокъ, провести доказательства; а прежде всего ихъ надо провѣрить. Я говорилъ вамъ о чувствѣ абсолютной достовѣрности, сопровождающемъ вдохновеніе; въ приведенныхъ примѣрахъ это чувство меня не обмануло, и такъ оно бываетъ въ большинствѣ случаевъ; но слѣдуетъ остерегаться того мнѣнія, что такъ бываетъ всегда; иногда это чувство насъ обманываетъ, хотя оно и въ этихъ случаяхъ ощущается не менѣе живо; ошибка обнаруживается лишь тогда, когда хочешь провести строгое доказательство. Это, по моимъ наблюденіямъ, особенно часто имѣетъ мѣсто съ мыслями, которыя приходятъ въ голову утромъ или вечеромъ, когда я лежу въ постели, въ полусонномъ состояніи.

IV.

Таковы факты; они наводятъ насъ на слѣдующія размышленія. Безсознательное или, какъ еще говорятъ, подсознательное „я“ играетъ въ математическомъ творествѣ роль первостепенной важности; это

явствует изъ всего предшествующаго. Но это подсознательное „я“ обычно считаютъ совершенно автоматическимъ. Между тѣмъ мы видѣли, что математическая работа не есть простая механическая работа: ее нельзя довѣрить никакой машинѣ, какъ бы совершенна она ни была. Дѣло не въ томъ только, чтобы примѣнять извѣстные правила и сфабриковать какъ можно больше комбинацій по нѣкоторымъ установленнымъ законамъ. Полученныя такимъ путемъ комбинаціи были бы невѣроятно многочисленны, но бесполезны и служили бы лишь помѣхой. Истинная творческая работа состоитъ въ томъ, чтобы дѣлать выборъ среди этихъ комбинацій, исключая изъ разсмотрѣнія тѣ, которыя являются бесполезными, или даже въ томъ, чтобы освободить себя отъ труда создавать эти бесполезныя комбинаціи.

Но правила, руководящія этимъ выборомъ, крайне тонкаго, деликатнаго характера; почти невозможно точно выразить ихъ словами; они явственно чувствуются, но плохо поддаются формулировкѣ; возможно ли, при такихъ обстоятельствахъ, представить себѣ рѣшето, способное просѣивать ихъ механически?

А въ такомъ случаѣ представляется правдоподобной такая гипотеза: „я“ подсознательное нисколько не „ниже“, чѣмъ „я“ сознательное; оно отнюдь не имѣетъ исключительно механическаго характера, но способно къ распознаванію, обладаетъ тактомъ, чувствомъ изящнаго; оно умѣетъ выбирать и отгадывать. Да что! Оно лучше умѣетъ отгадывать, чѣмъ „я“ сознательное, ибо ему удастся то, передъ чѣмъ другое „я“ оказывается безсильнымъ. Однимъ словомъ, не является ли подсознательное „я“ чѣмъ-то высшимъ, чѣмъ „я“ сознательное. Вамъ понятна вся важность этого вопроса. Бутру (Boutroux), въ лекціи, прочитанной мѣсяца два тому назадъ, показалъ, какимъ образомъ къ тому же вопросу приводятъ совершенно другія обстоятельства, и къ какимъ слѣдствіямъ привелъ бы положительный отвѣтъ на него.

Приводятъ ли насъ къ этому положительному отвѣту тѣ факты, которые я только-что изложилъ? Что касается меня, то я—признаюсь—отнесся бы къ такому отвѣту далеко не сочувственно. Пересмотримъ же вновь факты и поищемъ, не допускаютъ ли они другого объясненія.

Несомнѣнно, что тѣ комбинаціи, которыя представляются уму въ моментъ какого-то внезапнаго просвѣтленія, наступающаго послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго періода безсознательной работы, въ общемъ случаѣ оказываются полезными и плодотворными, являясь, по видимому, результатомъ перваго отбора. Но слѣдуетъ ли отсюда, что подсознательное „я“, отгадавшее съ помощью тонкой интуиціи, что эти комбинаціи могутъ быть полезны, только эти именно комбинаціи и построило,—или, можетъ быть, оно построило еще множество другихъ, оказавшихся лишенными всякаго интереса и потому не переступившихъ порога сознанія?

Съ этой второй точки зрѣнія, всѣ комбинаціи создаются благодаря автоматизму подсознательнаго „я“; но только тѣ изъ нихъ, которыя могутъ оказаться интересными, проникаютъ въ поле сознанія. Конечно, и это представляется весьма таинственнымъ. Въ чемъ причина того,

что среди тысячъ продуктовъ нашей безсознательной дѣятельности однимъ удастся переступить порогъ сознанія, тогда какъ другіе остаются за его порогомъ? Объясняется ли распредѣленіе такого преимущества простой случайностью? Очевидно, нѣтъ; напимѣръ, среди всѣхъ раздраженій нашихъ чувствъ только самыя интенсивныя останавливаютъ на себѣ наше вниманіе, если только оно не привлекается еще и другими причинами. Вообще, среди не сознаваемыхъ явленій привлеченными, т. е. способными стать сознаваемыми, оказываются тѣ, которыя прямо или косвенно оказываютъ наибольшее воздѣйствіе на нашу способность къ воспріятію.

Можетъ показаться страннымъ, что по поводу математическихъ доказательствъ, имѣющихъ, повидимому, дѣло лишь съ мышленіемъ, я заговорилъ о воспріятіи. Но считать это страннымъ, значило бы забыть о чувствѣ прекраснаго въ математикѣ, о гармоніи чиселъ и формъ, о геометрическомъ изяществѣ. Всѣмъ истиннымъ математикамъ знакомо настоящее эстетическое чувство. Но вѣдь здѣсь мы уже въ области чувственного воспріятія.

Но какіе же именно математическіе предметы мы называемъ прекрасными и изящными, какіе именно предметы способны вызвать въ насъ своего рода эстетическія эмоціи? Это тѣ, элементы которыхъ расположены такъ гармонично, что умъ безъ труда можетъ охватить цѣлое, проникая въ то же время и въ детали. Эта гармонія одновременно удовлетворяетъ нашимъ эстетическимъ потребностямъ и служитъ подспорьемъ для ума, который она поддерживаетъ и которымъ руководить. И въ то же время, давая намъ зрѣлище правильно расположеннаго цѣлаго, она вызываетъ въ насъ предчувствіе математическаго закона. А вѣдь мы видѣли, что единственными математическими фактами, достойными нашего вниманія и могущими оказаться полезными, являются какъ разъ тѣ, которые могутъ привести насъ къ открытію новаго математическаго закона. Такимъ образомъ, мы приходимъ къ слѣдующему заключенію: полезными комбинаціями являются какъ разъ наиболѣе изящныя комбинаціи, т. е. тѣ, которыя въ наибольшей степени способны удовлетворять тому спеціальному эстетическому чувству, которое знакомо всѣмъ математикамъ, но которое до того непонятно профанамъ, что упоминаніе о немъ вызываетъ улыбку на ихъ лицахъ.

Но что же тогда оказывается? Среди тѣхъ, крайне многочисленныхъ комбинацій, которыя слѣно создаетъ мое подсознательное „я“, почти всѣ оказываются лишенными интереса и пользы; но именно поэтому онѣ не оказываютъ никакого воздѣйствія на эстетическое чувство; и сознаніе никогда о нихъ не узнаетъ; лишь въкоторыя среди нихъ оказываются гармоничными, а, слѣдовательно, полезными и прекрасными въ то же время; онѣ сумѣютъ разбудить ту спеціальную воспріимчивость математика, о которой я только-что говорилъ; послѣдняя же, однажды возбужденная, со своей стороны привлечетъ наше вниманіе къ этимъ комбинаціямъ и этимъ дастъ имъ возможность переступить черезъ порогъ сознанія.

Это не болѣе, какъ гипотеза; но вотъ наблюденіе, рѣшительно говорящее въ ея пользу: когда умъ математика испытываетъ внезапное просвѣтлѣніе, то болѣею частью оно его не обманываетъ; но иногда все же случается, какъ я уже говорилъ, что пришедшія такимъ образомъ въ голову идеи не выдерживаютъ провѣрочныхъ операцій; и вотъ замѣчено, что почти всегда такая ложная идея, будь она вѣрна, была бы пріятна нашему естественному инстинкту математическаго изящества.

Такимъ образомъ, именно это спеціальное эстетическое чувство играетъ роль того тонкаго критерія, о которомъ я говорилъ выше; благодаря этому становится понятнымъ и то, почему человѣкъ, лишенный этого чувства, никогда не окажется истиннымъ творцомъ.

V.

Однако, такое объясненіе не устраняетъ всѣхъ затрудненій; сознательное „я“ въ крайней степени ограничено; что же касается подсознательнаго „я“, то намъ неизвѣстны его границы, вслѣдствіе чего мы не затрудняемся допустить, что оно можетъ за небольшой промежутокъ времени создать больше различныхъ комбинацій, чѣмъ сколько можетъ охватить цѣлая жизнь сознательнаго существа. Но тѣмъ не менѣе эти предѣлы существуютъ; въ такомъ случаѣ правдоподобно ли, чтобы это подсознательное „я“ могло образовать всѣ возможные комбинаціи, число которыхъ ужаснуло бы всякое воображеніе? И однако, это представляется необходимымъ, ибо, если оно создаетъ лишь небольшую часть этихъ комбинацій, да и то дѣлаетъ на авось, то будетъ очень ужъ мало шансовъ на то, что среди нихъ окажется удачная комбинація, т. е. та, которую надо найти.

Но, быть можетъ, объясненія слѣдуетъ искать въ томъ періодѣ сознательной работы, который всегда предшествуетъ плодотворной безсознательной работѣ? Позвольте мнѣ прибѣгнуть къ грубому сравненію. Представимъ себѣ будущіе элементы нашихъ комбинацій чѣмъ-то въ родѣ крючкообразныхъ атомовъ Эпикура. Во время полного бездѣйствія ума эти атомы неподвижны, какъ если бы они были повѣшены на стѣну; такимъ образомъ, этотъ полный покой ума можетъ продолжаться неопредѣленно долго, и за все это время эти атомы не сблизятся ни разу, и, слѣдовательно, не осуществится ни одна комбинація.

Въ противоположность этому, въ теченіе періода кажущагося покоя и безсознательной работы нѣкоторые изъ атомовъ отдѣляются отъ стѣны и приходятъ въ движеніе. Они бороздятъ по всѣмъ направленіямъ то пространство, въ которомъ они заключены, подобно рою мушекъ или, если вы предпочитаете болѣе ученое сравненіе, подобно молекуламъ газа въ кинетической теоріи газовъ. Тогда ихъ взаимныя столкновенія могутъ привести къ образованію новыхъ комбинацій.

Какова же тогда роль предварительной сознательной работы? Очевидно, она заключается въ томъ, чтобы привести нѣкоторые атомы въ движеніе, сорвавъ ихъ со стѣны. Когда мы, пытаясь собрать воедино эти элементы, на тысячу ладовъ вращаемъ ихъ во всѣ стороны, по

не находимъ, въ концѣ концовъ, удовлетворительнаго сопоставленія, то бываемъ склонны отрицать всякое значеніе такой работы. А между тѣмъ, атомы, послѣ той ажитаціи, которой ихъ подвергла наша воля, отнюдь не возвращаются въ свое первоначальное состояніе покоя. Они продолжаютъ, теперь уже свободно, свою пляску.

Но вѣдь наша воля взяла ихъ не наугадъ, она при этомъ преслѣдовала вполне опредѣленную цѣль, такъ что пришли въ движеніе не какіе-нибудь атомы вообще, но такіе, отъ которыхъ можно съ нѣкоторымъ основаніемъ ожидать искомаго рѣшенія. Разъ придя въ движеніе, атомы начинаютъ испытывать столкновенія, которыя приводятъ къ образованію комбинацій этихъ атомовъ либо между собой, либо съ другими, неподвижными, атомами, съ которыми они сталкиваются на своемъ пути. Я еще разъ прошу у васъ извиненія; мое сравненіе довольно грубо, но я не знаю иного способа сдѣлать понятной мою мысль.

Какъ бы тамъ ни было, но единственными комбинаціями, образованіе которыхъ представляется вѣроятнымъ, являются тѣ, хоть одинъ элементъ которыхъ оказывается въ числѣ атомовъ, свободно выбранныхъ нашей волей. Но вѣдь очевидно, что среди нихъ именно находится та комбинація, которую я только что назвалъ удачною. Быть можетъ, здѣсь мы имѣемъ средство смягчить то, что представлялось парадоксальнымъ въ первоначальной гипотезѣ.

Другое замѣчаніе. Никогда не случается, чтобы безсознательная работа доставила вполне готовымъ результатъ сколько-нибудь продолжительнаго вычисленія, состоящаго въ одномъ только примѣненіи опредѣленныхъ правилъ. Казалось бы, что абсолютное „я“ подсознанія въ особенности должно быть способно къ такого рода работѣ, являющейся въ нѣкоторомъ родѣ исключительно механической. Казалось бы, что, думая вечеромъ о множителяхъ какаго-нибудь произведенія, можно надѣяться найти, при пробужденіи, готовымъ само произведеніе, или, еще иначе, что алгебраическое вычисленіе, — напримѣръ, провѣрка, — можетъ быть выполнено помимо сознанія. Но въ дѣйствительности ничего подобнаго не происходитъ, какъ то доказываютъ наблюденія.

Отъ такихъ внушеній, являющихся продуктами безсознательной работы, можно ожидать только исходныхъ точекъ для подобныхъ вычисленій; самыя же вычисленія приходится выполнять во время втораго періода сознательной работы, который слѣдуетъ за внушеніемъ и въ теченіе котораго провѣряются результаты этого внушенія и дѣлаются изъ нихъ выводы. Правила этихъ вычисленій отличаются строгостью и сложностью; они требуютъ дисциплины, вниманія, участія воли и, слѣдовательно, сознанія. Въ подсознательномъ же „я“ господствуетъ, въ противоположность этому, то, что я назвалъ бы свободой, если бы только можно было дать это имя простому отсутствію дисциплины и безпорядку, обязанному своимъ происхожденіемъ случаю. Только этотъ самый безпорядокъ дѣлаетъ возможнымъ возникновеніе неожиданныхъ обличій.

Сдѣлаю послѣднее замѣчаніе. Излагая выше нѣкоторыя мои личныя наблюденія, я разсказалъ, между прочимъ, объ одной безсонной ночи, когда я работалъ какъ будто помимо своей воли; подобные случаи бывають нерѣдко, и для этого нѣтъ необходимости въ томъ, чтобы нормальная мозговая дѣятельность была вызвана какимъ-нибудь физическимъ возбуждителемъ, какъ то имѣло мѣсто въ описанномъ мною случаѣ. И вотъ въ такихъ случаяхъ кажется, будто самъ присутствуешь при своей собственной безсознательной работѣ, которая такимъ образомъ оказалась отчасти доступной перевозбужденному сознанию, но нѣсколько вслѣдствіе этого не измѣнила своей природы. Тогда отдаешь себѣ въ общихъ чертахъ отчетъ въ томъ, что различаетъ оба механизма или, если вамъ угодно, методы работы обоихъ „я“. Психологическія наблюденія, которыя я такимъ образомъ имѣлъ возможность сдѣлать, подтверждаютъ, повидимому, въ ихъ общихъ чертахъ, тѣ взгляды, которые я только-что изложилъ.

А въ подтвержденіи они конечно нуждаются, такъ какъ, вопреки всему, они остаются весьма гипотетическими; однако, вопросъ столь интересенъ, что я не раскаиваюсь въ томъ, что изложилъ вамъ эти взгляды.

Происхожденіе цвѣтовъ спектра.

II. Земана.

О происхожденіи цвѣтовъ спектра можно говорить съ двухъ точекъ зрѣнія. Именно, можно обратить вниманіе на характеръ движеній частицъ, производящихъ въ эфирѣ колебанія, которыя мы воспринимаемъ, какъ свѣтъ, или же можно интересоваться функциями приборовъ, которые раздѣляютъ цвѣта для нашего глаза. Я имѣю въ виду заняться этими двумя вопросами, хотя не могу этого сдѣлать со всею полнотой. Чтобы исчерпать этотъ предметъ, было бы необходимо написать цѣлую книгу по оптикѣ.

I.

Мы не сомнѣваемся, что звѣзды и солнце, равно какъ и свѣтъ, который они испускають, существуютъ внѣ насъ; но часть того, что мы наблюдаемъ, зависитъ отъ свойствъ, присущихъ намъ самимъ, а остальное—отъ природы свѣта, испускаемаго свѣтилками. Можно себя спросить, гдѣ же находится эта граница, когда мы наблюдаемъ свѣтъ съ помощью спектроскопа. Или проще, когда мы производимъ въ лабораторіи спектральный анализъ источника бѣлаго свѣта, то какова при этомъ роль спектроскопа: остается ли она чисто пассивной, является ли свѣтъ, проникающій въ приборъ, по своимъ свойствамъ, совершенно тождественнымъ съ тѣмъ, который выходитъ изъ спектроскопа, или нѣтъ?

Долгое время на этотъ вопросъ отвѣчали утвердительно: Опыты, которые Ньютонъ произвелъ надъ бѣлымъ свѣтомъ, пропуская его черезъ круглое, а иногда прямоугольное, отверстіе, продѣланное въ экранѣ, и принимая его затѣмъ на призму, казалось, не допускали никакого другого толкованія. Въ мемуарѣ Ньютона отъ 1672 года, который знаменуетъ собой начало исторіи спектральнаго анализа, эти опыты приводятъ его къ тому заключенію, что основнымъ является не бѣлый свѣтъ, а составляющіе его цвѣтные лучи. Какъ говоритъ самъ Ньютонъ, его опыты доказываютъ, что совершенно такъ, какъ солнечный свѣтъ представляетъ собой смѣсь всякаго рода лучей, и его бѣлизна составлена изъ цвѣтовъ всевозможныхъ лучей; эти лучи уже съ начала обладаютъ своими различными хроматическими свойствами, какъ и различной преломляемостью, и сохраняютъ ихъ безъ измѣненія, какимъ бы преломленіемъ и отраженіемъ они не подвергались; но собственный ихъ цвѣтъ обнаруживается только тогда, когда данная категорія солнечныхъ лучей отдѣлена отъ остальныхъ.

Въ этомъ содержится, такимъ образомъ, утвержденіе, что свѣтъ, падающій на призму, по существу, остается тождественнымъ съ тѣмъ, который мы наблюдаемъ; и такъ какъ цвѣтной свѣтъ необходимо обладаетъ извѣстной правильностью въ послѣдовательности свѣтовыхъ волнъ, то эта правильность должна была бы уже существовать въ бѣломъ свѣтѣ. Это положеніе о чисто пассивной роли призмы мы находимъ въ трактатахъ, написанныхъ почти два столѣтія тому назадъ, и то же самое мы находимъ и въ современныхъ сочиненіяхъ о разложеніи свѣта съ помощью оптической рѣшетки.

Эту точку зрѣнія во всей ея полнотѣ отстаивали также нѣкоторые физики, истолковывая опыты Физо (Fizeau) и Фуко (Foucault) надъ интерференціей бѣлаго свѣта при большихъ разностяхъ фазъ.

Эти опыты сводятся къ слѣдующему. Бѣлый свѣтъ можетъ достигать одной и той же точки по двумъ, слегка различнымъ, путямъ, если его пропускать черезъ оптический приборъ, надлежащимъ образомъ приспособленный; въ этой точкѣ, смотря по обстоятельствамъ, окажется либо болѣе яркое освѣщеніе, либо темнота. Это явленіе можно наблюдать лишь до тѣхъ поръ, пока разность путей не превышаетъ нѣсколькихъ длинъ волны; но, если, по примѣру Фузо и Фуко, мы будемъ разлагать бѣлый свѣтъ съ помощью сильнаго спектроскопа, то можно достигнуть разности въ 50 000—100 000 длинъ волны; съ помощью же послѣднихъ спектроскоповъ въ этомъ направленіи можно было бы идти еще гораздо дальше.

При этомъ разсуждали слѣдующимъ образомъ: необходимо допустить, что въ промежутокъ времени, который нуженъ, чтобы два луча свѣта пришли въ то мѣсто, гдѣ производится наблюдение, источникъ свѣта испускаетъ правильныя колебанія, соответствующія изслѣдуемому цвѣту; иначе какимъ образомъ могла бы произойти интерференція?

Прежде, чѣмъ дать отвѣтъ на этотъ вопросъ въ томъ видѣ, какъ онъ вытекаетъ изъ опытовъ Гуи (Gouy), Рэля (Rayleigh) и Шюстера (Schuster), развитыхъ въ различныхъ направленіяхъ Ларморомъ (Larmor), Эмсомъ (Ames), Планкомъ (Planck), Зоммерфельдомъ

(Sommerfeld), Лауэ (Laue) и другими, я хочу обратиться къ одной аналогіи изъ области акустики.

Мы будемъ исходить изъ одного замѣчательнаго наблюденія, которое было сдѣлано Христіаномъ Гюйгенсомъ (Christian Huygens) и опубликовано въ послѣдній разъ въ полномъ собраніи его сочиненій (Т. X, р. 571; см. также „Nature“, vol. 77, p. 247). Замѣтка, о которой идетъ рѣчь, была адресована де-ла-Гиру (de-la-Hire) и помѣчена ноябремъ 1693 года. Гюйгенсъ описываетъ и объясняетъ здѣсь чрезвычайно остроумнымъ образомъ музыкальный звукъ, получившійся при отраженіи журчанія фонтана отъ ступеней большой лѣстницы въ паркѣ въ Шантильи.

„Я хочу прибавить здѣсь по поводу отраженія звука довольно странное наблюденіе, которое я когда-то сдѣлалъ въ замкѣ Шантильи подлѣ конной статуи, гдѣ спускаются внизъ большія ступени лѣстницы, и гдѣ находится фонтанъ, одинъ изъ тѣхъ, которые называются „водяными снопами“ и которые производятъ постоянный шумъ. Если спуститься внизъ и стать между лѣстницей и фонтаномъ, то слышенъ резонансъ, имѣющій опредѣленный музыкальный тонъ и продолжающійся непрерывно, пока фонтанъ бьетъ. Откуда происходитъ этотъ звукъ, тамъ не знали или указывали маловѣроятныя причины, такъ что я пожелалъ отыскать лучшее объясненіе. Я вскорѣ убѣдился, что этотъ звукъ происходилъ отъ отраженія журчанія фонтана отъ камней лѣстницы. Въ самомъ дѣлѣ, всякій звукъ или даже шумъ, повторяясь чрезъ равные весьма малые интервалы, производитъ музыкальный звукъ; длина органной трубы опредѣляетъ тонъ, который она имѣетъ соотвѣтственно своей длинѣ, по той причинѣ, что толчки воздуха равномѣрно приходятъ въ одинаковые промежутки времени, которые волны употребляютъ, чтобы дважды пробѣжать трубу, когда послѣдняя сверху закрыта; подобно этому я полагаю, что каждый шумъ отъ фонтана, хотя бы и мало различимый, отражаясь отъ ступеней лѣстницы, долженъ достигать уха отъ каждой ступени тѣмъ позже, чѣмъ дальше она отстоитъ; и это происходитъ чрезъ совершенно равные промежутки времени, въ теченіе которыхъ воздушныя волны пробѣгаютъ туда и обратно ширину ступени. Измѣривъ эту ширину, которая оказалась равной 17 дюймамъ, я сдѣлалъ изъ бумаги трубку той же длины и убѣдился, что она даетъ тотъ же тонъ, который слышенъ внизу лѣстницы“.

„Я убѣдился, какъ я уже сказалъ выше, что этого тона не слышно, когда фонтанъ перестаетъ бить. Я имѣлъ случай посѣтить Шантильи зимой, когда навалило много снѣгу, нарушившаго правильность формы ступеней. Я убѣдился, что теперь ничего не было слышно, хотя фонтанъ билъ и журчалъ, какъ обыкновенно“.

Итакъ, по мнѣнію Гюйгенса, мы имѣемъ здѣсь дѣло съ музыкальнымъ звукомъ, который производится движеніемъ воздуха въ формѣ короткихъ импульсовъ, отражаемыхъ ступенями лѣстницы, не одинаково удаленными отъ наблюдателя. Отраженныя движенія ударяють въ ухо черезъ правильные промежутки времени.

Мы видимъ здѣсь, такимъ образомъ, точку зрѣнія на явленіе, совершенно отличную отъ той, о которой была рѣчь выше по поводу разложенія бѣлаго цвѣта Н ѳ ю т о н о м ѳ. Здѣсь правильность колебаній воспринимаемаго звука обуславливается внѣшней причиною.

Спрашивается, возможна ли и необходима ли такая точка зрѣнія по отношенію къ свѣту? Прежде, чѣмъ дать вполнѣ современный отвѣтъ на этотъ вопросъ, разберемъ еще поближе описанный выше опытъ Г ю й г е н с а изъ области акустики.

Мы можемъ также сказать, что въ первоначальномъ звукѣ фонтана наблюдаемый музыкальный тонъ смѣшивался съ большимъ числомъ другихъ звуковъ, такъ что всякій звукъ, производимый бьющей и падающей водой, состоялъ изъ наблюдаемаго звука и другихъ. Вторая точка зрѣнія заключается, такимъ образомъ, въ томъ, что отражающія ступени лѣстницы только выдѣляли этотъ опредѣленный періодъ.

Лѣстница въ паркѣ Шантильи, съ этой точки зрѣнія, производила дѣйствіе, вполнѣ соотвѣтствующее тѣмъ средствамъ, какими математики располагаютъ въ рядахъ Ф у р ѳ е (Fourier). Путемъ вычисленія они выдѣляютъ простой періодъ изъ совершенно неправильныхъ нарушеній равновѣсія. Во всякомъ случаѣ, какъ съ одной, такъ и съ другой точки зрѣнія, правильность звука обуславливается правильностью распределенія ступеней лѣстницы, между тѣмъ какъ въ первоначальномъ звукѣ этой правильности нѣтъ совершенно.

Возвратимся теперь къ бѣлому свѣту. Его разсматриваютъ обыкновенно, какъ результатъ наложенія большого числа однородныхъ колебаній, періоды которыхъ сравнительно мало отличаются другъ отъ друга. Но ничто не мѣшаетъ намъ разложить свѣтовое движеніе иначе, что, съ той точки зрѣнія, которую предложили Г у и и Р э л е й, иногда даетъ болѣе простое представленіе о явленіяхъ. Мы имѣемъ такое же право разсматривать бѣлый свѣтъ, какъ происходящій отъ совершенно неправильныхъ импульсовъ, подчиненныхъ исключительно тому условію, чтобы въ результатѣ получалось распределеніе напряженія, согласное съ тѣмъ, что мы наблюдаемъ въ дѣйствительности. Во многихъ случаяхъ самая форма импульсовъ, т. е. законъ, по которому скорость въ данной точкѣ зависитъ отъ времени, не имѣетъ значенія.

Очень легко объяснить въ этомъ смыслѣ, какимъ образомъ рѣшетки Р о у л а н д а (Rowland) и Майкельсона (Michelson) преобразовываютъ импульсивное движеніе въ рядъ періодическихъ движеній. Эти рѣшетки представляютъ собой металлическія зеркала, на которыхъ нарѣзано большое число тонкихъ и параллельныхъ штриховъ. Мы предположимъ, что все штрихи имѣютъ ту же самую ширину и что промежутки также равны между собой. Свѣтъ отражается только этими промежутками. Представимъ себѣ, что на рѣшетку падаютъ параллельные лучи, и что двояковыпуклая линза собираетъ въ главномъ своемъ фокусѣ свѣтъ, отраженный въ наклонномъ направленіи.

Ш у с т е р ѳ изслѣдовалъ строго математически, какимъ образомъ рѣшетка преобразовываетъ колебаніе. Сущность этого можно изложить безъ вычисленій. Предположимъ, что падающее колебаніе представля-

еть плоскую волну, параллельную рѣшеткѣ, въ которую оно ударяетъ. Разсмотримъ теперь плоскость, наклонную къ рѣшеткѣ. Колебанія, отраженные промежутками между штрихами рѣшетки, достигаютъ этой плоскости черезъ правильные промежутки времени. Если, слѣдовательно, линза расположена такимъ образомъ, что волна, параллельная этой наклонной плоскости, собирается въ главномъ ея фокусѣ, то возмущенія должны приходить въ этотъ фокусъ черезъ правильные промежутки времени и производить въ немъ, такимъ образомъ, періодическое движеніе. Причиной періодическаго движенія въ фокусѣ является рѣшетка. Положеніе линзы опредѣляетъ промежутки времени между возмущеніями, а, значитъ, и періодъ колебанія. Число штриховъ рѣшетки опредѣляетъ число періодовъ, т. е. опредѣляетъ, въ какой степени движеніе приближается въ однородной волнѣ. Иными словами, то, что называютъ разрѣшающей способностью рѣшетки, измѣряется числомъ штриховъ.

Совершенно такъ же, какъ въ случаѣ лѣстницы Гюйгенса, мы можемъ сказать, что рѣшетка является причиной періодическаго возмущенія, или что рѣшетка выдѣлила опредѣленный періодъ изъ сложнаго комплекса. Такъ или иначе, наблюдаемая правильность обусловлена вѣншей причиной.

Такимъ образомъ, производимое рѣшеткой преобразование импульсивное движенія въ рядъ періодическихъ движеній объясняется просто. Труднѣе понять, какъ это преобразование осуществляется призмой. Однако, и этотъ вопросъ удалось освѣтить; Эмсъ далъ даже элементарное объясненіе дѣйствія призмы на бѣлый свѣтъ.

Однако, я не буду заниматься этимъ; чтобы выяснитъ, что такіе опыты, какъ опыты Физо и Фуко, рѣшительно не требуютъ правильности въ свѣтѣ, испускаемомъ источникомъ, быть можетъ, будетъ интереснѣе объяснить при помощи теоріи импульсовъ, простое явленіе интерференціи, въ родѣ того, которымъ пользовались Физо и Фуко. Намъ достаточно разсматривать одинъ импульсъ, чтобы получить точный результатъ въ извѣстныхъ опытахъ съ зеркалами Френеля (Fresnel). Два зеркала образуютъ уголъ почти въ 180° . Свѣтъ, выходящій изъ свѣтящейся линіи, параллельной ребру, вдоль котораго соприкасаются зеркала, отражается послѣдними. Въ мѣсто наблюденія приходитъ нѣкоторое количество свѣта отъ обоихъ зеркалъ. Всякій разъ, когда импульсъ выходитъ изъ свѣтящейся линіи, чрезъ интерференціонное изображеніе проходятъ первый импульсъ, затѣмъ второй спустя промежутки времени, который зависитъ отъ мѣста наблюденія. Но можетъ ли здѣсь быть рѣчь о дѣйствительной интерференціи? Очевидно нѣтъ, ибо оба импульса совершенно не зависятъ одинъ отъ другого. Объ интерференціи могла бы только идти рѣчь, если бы импульсы были разрѣшены рѣшеткой или призмой въ рядъ періодическихъ движеній; тогда два ряда колебаній могли бы интерферировать другъ съ другомъ. Для того, чтобы могла быть рѣчь объ интерференціи, приборъ долженъ сначала образовывать волны; и именно, спектроскопъ, которымъ мы пользуемся, опредѣляетъ, до какой степени происходитъ интерференція.

Въ этомъ вопросѣ есть еще трудность, которую встрѣчаетъ всякій начинающій физикъ, если ему приходится производить опыты Френеля съ бѣлымъ свѣтомъ. Даже безъ спектроскопа въ бѣломъ свѣтѣ замѣчаются явленія, нѣсколько похожія на интерференцію. Какъ обнаружилъ Шустеръ, это обуславливается физиологической особенностью нашего глаза, заключающейся въ томъ, что онъ преимущественно реагируетъ на нѣкоторые періодическія движенія. Когда три составныя части глаза, при помощи которыхъ осуществляется зрѣніе, настроены на три основныхъ цвѣта, то онѣ могутъ быть приведены въ движеніе только колебаніями опредѣленнаго періода. Въ видѣ аналогіи здѣсь можно привести нѣкоторые опыты Гертца, а также нѣкоторые опыты изъ акустики. Но, я полагаю, и безъ этого не трудно понять, что явленія резонанса въ нашемъ глазу могутъ обусловить интерференцію. Дѣйствительно, первый импульсъ вызываетъ движеніе въ нашемъ глазу, и результатъ второго импульса будетъ зависѣть отъ промежутка времени, которое протекло до того, какъ онъ достигъ глаза.

Если бы глазъ не резонировалъ, опытъ съ зеркалами Френеля давалъ бы въ бѣломъ свѣтѣ весьма немного сходнаго съ интерференціей. Такъ, съ зачерненной полоской болометра, гдѣ всякій резонансъ исключенъ, можно наблюдать одинъ, рѣзко выраженный, максимумъ, отдѣленный двумя минимумами. Этотъ остатокъ періодичности обуславливается тѣмъ, что въ кривой энергіи бѣлага свѣта различные цвѣта не обнаруживаются съ одинаковой интенсивностью, а имѣется доминирующій цвѣтъ.

Я полагаю, что изложенныя соображенія выяснили положеніе Гуи и Рэлея, согласно которому вліяніе употребляемаго прибора имѣетъ рѣшающее значеніе на природу свѣта, проникающаго въ глазъ; точнѣе, видимость явленій интерференціи въ бѣломъ свѣтѣ обуславливается единственно разрѣшающей способностью употребляемыхъ приборовъ. Въ случаѣ бѣлага свѣта не можетъ быть рѣчи о правильности. Какъ говоритъ Планкъ, не существуетъ волны, которая въ такой мѣрѣ отрицала бы природу своего происхожденія, какъ обыкновенный бѣлый свѣтъ; Рэлей же выражаетъ это еще сильнѣе: именно, онъ говоритъ, что выраженіе „правильный бѣлый свѣтъ“ есть нѣчто такое, что Клиффордъ (Clifford) назвалъ бы своимъ словомъ „nonsense“.

Въ конечномъ счетѣ изслѣдованіе предѣла, до котораго можно довести разность фазъ въ опытахъ съ интерференціей, есть изслѣдованіе степени однородности, которую можетъ дать спектроскопъ. И необычайную важность имѣетъ тотъ фактъ, что газы, свѣтящіеся при слабомъ давленіи, въ одно и то же время испускаютъ свѣтъ замѣчательной однородности. Когда эти лучи отражаются рѣшеткой, ихъ періодъ не можетъ измѣниться, и они сохраняютъ ту же однородность. Пламя натрія, которымъ прежде исключительно пользовались въ качествѣ источника довольно однороднаго свѣта, замѣнено въ послѣднее время физиками, въ частности Майкельсономъ, парами металловъ, введенными въ трубки съ пустотой. Кадмій, ртуть, каллій даютъ въ этомъ отношеніи великолѣпные результаты, а изъ спектральныхъ линій газовъ линія неона особенно замѣчательна по своей тон-

кости. При помощи зеленой линии ртути Майкельсону удалось получить еще явление интерференции при разности хода въ 540 000 волнъ. Фабри (Fabry) и Перо (Pérot) достигли даже 790 000 волнъ, удачно подобравъ условія. Мы можемъ отсюда заключить, что частицы, испускающія зеленый цвѣтъ ртути, правильно колеблются въ теченіе промежутка времени, необходимаго, чтобы испустить около миллиона колебаній,—промежутокъ, все же значительно меньшій, нежели одна сто-милліонная доля секунды. Повидимому, „спутники“ нѣкоторыхъ спектральныхъ линий испускаютъ свѣтъ еще болѣе однородный. Многіе примѣры этого были найдены въ послѣдніе годы какъ упомянутыми уже физиками, такъ и Луммеромъ (Lummer), Герке (Gehrcke), Яницкимъ (Janicki) и Байеромъ (Baeuer) благодаря спектроскопамъ большой разрѣшающей силы.

(Окончаніе слѣдуетъ).

Катодные лучи и сѣверное сіяніе.

Извлечено изъ статьи P. Villard. Journal de Phys., IV, 7, 1908, 429.

Въ большинствѣ случаевъ допускаютъ, что сѣверное сіяніе производится катодными лучами; между тѣмъ никакой удовлетворительной теоріи для объясненія его строенія и движеній не существуетъ. Стараясь восполнить этотъ пробѣлъ, П. Вилларъ (P. Villard) въ своей работѣ, указавъ на зависимости траекторій катодныхъ лучей отъ величины ихъ $\frac{m}{m}$ и земного магнетизма, а также на наличность потока положительно заряженныхъ частицъ и имѣющихъ малое значеніе частицъ заряженной пыли, переходитъ къ детальному разбору дѣйствія земного магнетизма на катодные лучи. По его мнѣнію, виды сѣверныхъ сіяній зависятъ отъ отклоненія катодныхъ лучей въ неоднородномъ магнитномъ полѣ. Что же касается источника катодныхъ лучей, то Вилларъ указываетъ на допустимость ряда гипотезъ.

Первая приписываетъ имъ происхожденіе отъ солнца, но въ этомъ случаѣ, какъ показалъ Вилларъ, слѣдуетъ исключить гипотезу о существованіи солнечнаго магнитнаго поля. Если бы это поле существовало, катодные лучи, испускаемые солнцемъ, изгибались, образовали бы вокругъ солнца волнующійся покровъ, въ который входили бы и центры испусканія лучей, и катодныя частицы никогда не могли бы достигнуть земли. Но, принимая во вниманіе температуру солнца, можно допустить, что его магнитное поле близко къ нулю. Въ послѣднемъ случаѣ катодные лучи вступаютъ въ поле земного магнетизма, которые простираются до солнца и дальше; ихъ траекторій закручиваются, даютъ полосу въ видѣ зигзага, имѣющаго осью магнитную ось земли и проходящаго черезъ мѣсто своего излученія, т. е. черезъ солнце.

Возможно, что возлѣ полюсовъ можно наблюдать всѣ лучи заворачивающихся лучей; но такъ какъ при каждомъ приближеніи и удаленіи отъ земли лучи должны будутъ оттолкнуться къ солнцу, они будутъ внѣ атмосферы въ совершенной пустотѣ, а, слѣдовательно, и невидимы.

Извѣстно, что сѣверныя и южныя сіянія могутъ давать лучи, которые даже у экватора находятся въ предѣлахъ земной атмосферы, а потому ихъ источникомъ излученія не можетъ быть солнце, развѣ только космическія магнитныя пертурбаціи заставляютъ лучи задержаться при встрѣчѣ съ землей.

Допустимо также, что солнечныя катодные лучи проходятъ довольно близко около земныхъ полюсовъ и встрѣчаютъ перистыя облака, которыя все-

гда сопровождають сѣверныя сіянія. Перистыя облака, составленныя изъ мельчайшихъ ледяныхъ иголь, могутъ заряжаться отрицательно и въ соприкосновеніи съ катодными лучами давать вторичные лучи. Эти лучи будутъ находиться въ надлежащихъ условіяхъ по отношенію къ земному магнитизму; для образованія путемъ отклоненія полосы вокругъ земли ультра-фіолетовые лучи солнечнаго спектра, вмѣсто катодныхъ лучей, могутъ воспроизвести то же явленіе.

Изъ другихъ предполагаемыхъ причинъ сѣверныхъ сіяній авторъ приводитъ облака космической пыли, заряженной электричествомъ и теряющей свой зарядъ при вступленіи въ земную атмосферу.

Послѣ изложенія ряда гипотезъ авторъ приводитъ свою собственную теорію строенія сѣвернаго сіянія путемъ сравненія съ великолѣпнымъ опытомъ воспроизведенія посредствомъ катодныхъ лучей въ широкой сферической трубкѣ зигзагообразной полосы. Путемъ перемѣны напряженія магнитнаго поля онъ воспроизвелъ въ своей трубкѣ также „танецъ лучей“, извѣстный наблюдателямъ сѣверныхъ сіяній.

ПИСЬМО ВЪ РЕДАКЦІЮ.

Милостивый государь,

господинъ Редакторъ!

Въ № 2 „Вѣстника Опытной Физики“ за 1909 г., на стр. 37, напечатано: „ее (кривую) называютъ анъезіаной, или кубической кривой Анъези, потому что ее изучалъ этотъ послѣдній (Maria Gaetana Agnesi) въ своихъ „*Institutioni di mathematica*“ (vol I, стр. 380). Самъ Анъези ее назвалъ верзберой“...

Въ дѣйствительности. Марія Гаэтана Анъези (1718 — 1799) — женщина, прославившаяся трудомъ по высшей математикѣ: *Institutioni analytiche ad uso della gioventu Italiano*, Ed. Milano, 1748, in 4^o, 2 vol. Сочиненіе ея было переведено на французскій яз. и издано подъ названіемъ: *Traité élémentaires du calcul différentiel et du calcul intégral, tirés des institutions analytiques de M-le Agnesi* (Paris, in 8^o), 1775, trad. par Cousin. М. Г. Анъези извѣстна также своей благотворительностью (см. *Portraits et histoire des hommes utiles*, 1836 г., № 2, а также J. F. Montucla, *Histoire des Mathématiques*).

Москва.

Г. Чистяковъ.

Отъ бюро секціи физики XII съѣзда русскихъ естествоиспытателей и врачей.

XII-й съѣздъ русскихъ естествоиспытателей и врачей имѣетъ быть въ Москвѣ съ 29 декабря 1909 г. по 6 января 1910 г. включительно. Заявленія о рефератахъ по физикѣ просятъ пересылать въ Московскій Университетъ на имя профессора Н. А. Умова.

ЗАДАЧИ.

Редакція проситъ не помѣщать на одномъ и томъ же листѣ бумаги 1) дѣловой переписки съ конторой, 2) рѣшеній задачъ, напечатанныхъ въ „Вѣстникѣ“, и 3) задачъ, предлагаемыхъ для рѣшенія. Въ противномъ случаѣ

редакция не может поручиться за то, чтобы она могла своевременно принять мѣры къ удовлетворенію нуждъ корреспондентовъ.

Редакция проситъ лицъ, предлагающихъ задачи для помѣщенія въ „Вѣстникъ“, либо присылать задачи вмѣстѣ съ ихъ рѣшеніями, либо снабжать задачи указаніемъ, что лицу, предлагающему задачу, неизвѣстно ея рѣшеніе.

№ 144. Стороны треугольника ABC суть корни кубическаго уравненія

$$x^3 + px^2 + qx + r = 0.$$

Показать, что

$$p^2 < 4q.$$

В. Шлыгинъ (Москва).

№ 145. Рѣшить уравненіе

$$\frac{x^7 + 21x^5 + 35x^3 + 7x}{7x^6 + 35x^4 + 21x^2 + 1} = \frac{1094}{1093}.$$

М. Кривичъ (Минскъ).

№ 146. Доказать теорему: если черезъ произвольную точку окружности провести три хорды и на нихъ, какъ на діаметрахъ, построить окружности, то три точки взаимнаго пересѣченія этихъ окружностей (не считая взятой точки) лежатъ на одной прямой.

Б. Двойринъ (Одесса).

№ 147. Рѣшить уравненіе

$$\left[\frac{1}{2}(\sqrt{6} - \sqrt{2}) \right]^y + \left(\sqrt{2 + \sqrt{3}} \right)^y = 2^y.$$

С. Адамовичъ (Варшава).

№ 148. Дано, что въ треугольникѣ ABC квадраты высотъ образуютъ гармоническую пропорцію. Доказать, что квадраты медіанъ этого треугольника образуютъ арифметическую пропорцію.

Н. С. (Одесса).

№ 149. Определить истинное значеніе выраженія

$$y = \frac{tg^2 x + tg x - 2}{\sin x - \cos x}$$

при $x = \frac{\pi}{4}$.

В. Тюнинъ (Уфа).

РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

№ 71 (5 сер.). Доказать, что въ системѣ счисленія, основаніе которой есть a , удвоенное число, предшествующее основанію, и квадратъ числа, предшествующаго основанію, записываются одними и тѣми же цифрами, но въ обратномъ порядкѣ.

(Заимств. изъ *L'Education Mathématique*).

Удвоивъ число, предшествующее основанію a системы счисления, имѣемъ:

$$2(a-1) = 2a - 2 = a + (a-2),$$

откуда видно, что $2(a-1)$ записывается по системѣ съ основаніемъ a цифрами 1 и $a-2$. Возвысивъ $a-1$ въ квадратъ, находимъ:

$$(a-1)^2 = a^2 - 2a + 1 = (a-2) \cdot a + 1,$$

откуда видно, что $(a-1)^2$ записывается по системѣ съ основаніемъ a цифрами $a-2$ и 1, т. е. тѣми же цифрами, какъ и $2(a-1)$, но въ обратномъ порядкѣ.

П. Безчеревныхъ (Козловъ); *Г. О — яницъ* (Владикавказъ); *Б. Щиголевъ* (Варшава).

№ 74 (5 сер.) Дано основаніе $BC = a$ треугольника ABC и на BC положеніе основанія β биссектрисы угла A и точки D , выбранной такъ, что $\angle BAD = \frac{1}{4} \angle BAC$. Построить треугольникъ ABC .

Такъ какъ $\angle B\hat{A}\beta = \frac{1}{2} \angle BAC$, а $\angle BAD = \frac{1}{4} \angle BAC$, то $\angle D\hat{A}\beta = \angle BAD = \frac{1}{4} \angle BAC = \frac{1}{2} \angle B\hat{A}\beta$, т. е. AD есть биссектриса угла $B\hat{A}\beta$. Поэтому, по свойству биссектрисы,

$$\frac{AB}{AC} = \frac{B\beta}{\beta C}, \quad \frac{AB}{A\beta} = \frac{BD}{D\beta}. \quad (1)$$

Изъ равенствъ (1) слѣдуетъ, что точка A лежитъ одновременно на двухъ геометрическихъ мѣстахъ: на геометрическомъ мѣстѣ точекъ, разстоянія которыхъ отъ B и C находятся въ отношеніи $\frac{B\beta}{\beta C}$, и на геометрическомъ мѣстѣ точекъ, разстоянія которыхъ отъ B и β находятся въ отношеніи $\frac{BD}{D\beta}$. Отсюда вытекаетъ построеніе: строимъ точку β' , дѣлящую отрѣзокъ BC внѣшнимъ образомъ въ отношеніи $\frac{B\beta}{\beta C}$, и описываемъ на $\beta\beta'$, какъ на діаметрѣ, окружность; затѣмъ строимъ точку D' , дѣлящую отрѣзокъ BD въ отношеніи $\frac{BD}{D\beta}$ внѣшнимъ образомъ, и описываемъ на DD' , какъ на діаметрѣ, окружность. Пусть A — точка встрѣчи построенныхъ нами окружностей; тогда треугольникъ ABC есть искомый.

С. Кудинъ (Москва).

№ 80 (5 сер.) Рѣшить уравненіе

$${}_a \lg \sqrt[b]{x} - 5x^{\lg_b a} + 6 = 0.$$

Полагая $y = a^{\lg \sqrt[b]{x}}$ и логарифмируя это равенство, находимъ:

$$\lg_b y = \lg \sqrt[b]{x} \cdot \lg_b a = \lg \sqrt[b]{x} \cdot \lg_b a = \lg_b x^{\lg_b a} = \lg_b x^{\lg_b a} \cdot \frac{1}{\lg_b \sqrt[b]{x}} = 2 \lg_b x^{\lg_b a} = \lg_b x^{2 \lg_b a},$$

откуда

$$y = a^{\lg \sqrt[b]{x}} = x^{2 \lg_b a} = (x^{\lg_b a})^2.$$

Такимъ образомъ, данное уравненіе можно записать въ видѣ

$$(x^{\lg_b a})^2 - 5x^{\lg_b a} + 6 = 0,$$

откуда

$$x^{\lg_b a} = \frac{5 \pm \sqrt{25 - 24}}{2},$$

т. е.

$$x^{\lg_b a} = 3, \text{ или } x^{\lg_b a} = 2.$$

Итакъ, данное уравненіе имѣетъ два рѣшенія

$$x_1 = 3^{\frac{1}{\lg_b a}},$$

$$x_2 = 2^{\frac{1}{\lg_b a}}.$$

С. Кудинъ (Москва).

№ 87 (5 сер.). Въ окружности даннаго радіуса R проводятъ хорду AB и делятъ дугу стягиваемаго ею при центръ O окружности угла AOB точками C и D на три равныя части; радіусы CO и DO встрѣчаютъ AB въ точкахъ E и F . Найти maximum отръзка EF и соответствующую длину хорды AB .

Вслѣдствіе равенства дугъ AC и BD хорды CD и AB параллельны; поэтому треугольники OCD и OEF подобны, а потому изъ равенствъ $OC = OD = R$ вытекаютъ равенства $OE = OF$, $CE = DF$. Изъ равенства угловъ COD и DOB слѣдуетъ равенство треугольниковъ COD и DOB , а потому, принимая во вниманіе параллельность прямыхъ CD и EF и доказанное выше равенство $OE = OF$, имѣемъ: $\angle OEF = \angle EFO = \angle DFB = \angle CDO = \angle ODB$, откуда вытекаетъ подобіе треугольниковъ OEF и BDF и равенство $DB = BF$. Изъ подобія треугольниковъ OEF и BDF имѣемъ:

$$\frac{EF}{DF} = \frac{OE}{DB}. \quad (1)$$

Кромѣ того, по свойству биссектрисы OF треугольника OEB ,

$$\frac{EF}{BF} = \frac{OE}{OB}. \quad (2)$$

Перемноживъ равенства (1) и (2), находимъ:

$$\frac{EF^2}{DF \cdot BF} = \frac{OE^2}{DB \cdot OB},$$

откуда

$$\begin{aligned} \frac{EF^2}{DB \cdot OB} &= \frac{OE^2 \cdot DF \cdot BF}{OB} = \frac{OE^2 \cdot DF}{OB} = \frac{OF^2 \cdot DF}{OB} = \frac{(OD - DF)^2 DF}{OB} = \\ &= \frac{(R - DF)^2 \cdot DF}{R}, \end{aligned}$$

или, полагая $DF = x$,

$$EF^2 = \frac{x(R - x)^2}{R}. \quad (3)$$

Такъ какъ сумма величинъ x и $R - x$ остается постоянной, то, по известной теоремѣ, \overline{EF}^2 (а вмѣстѣ съ тѣмъ и EF) достигаетъ *maximum'a* при наличности условия $\frac{x}{1} = \frac{R-x}{2}$, откуда $x = \frac{R}{3}$. Подставляя это значеніе x въ формулу (3), находимъ искомое наибольшее значеніе EF , а именно

$$EF = \frac{2\sqrt{3}}{9} R. \quad (4)$$

Изъ равенства находимъ:

$$BF = \frac{EF \cdot OB}{OE} = \frac{EF \cdot R}{OF} = \frac{EF \cdot R}{R - DF},$$

откуда

$$AB = 2BF + EF = EF + \frac{2EF \cdot R}{R - DF}.$$

Полагая въ этой формулѣ $DF = \frac{R}{3}$ и подставляя изъ равенства (4) соответствующее значеніе EF , получимъ длину хорды AB , отвѣчающей наибольшему значенію EF , а именно:

$$AB = EF \left(1 + \frac{2R}{R - \frac{R}{3}} \right) = \frac{8\sqrt{3}}{9} R.$$

С. Кудинъ (Москва); Н. С. (Одесса).

№ 90 (5 сер.). Неподвижную точку A соединяютъ съ произвольной точкой B окружности центра O . Найти геометрическое мѣсто точки пересѣченія M прямой AB съ биссектрисой угла AOB .

(Займств. изъ *L'Education Mathématique*).

Проведемъ черезъ точку M прямую, параллельную BO , до встрѣчи съ AO въ точкѣ O' . Тогда, принимая во вниманіе известное свойство биссектрисы, имѣемъ:

$$\begin{aligned} \frac{AO'}{O'O} &= \frac{AM}{MB} = \frac{AO}{OB}; \quad \frac{AM}{AM + MB} = \frac{AO}{AO + OB}; \\ \frac{O'M}{OB} &= \frac{AM}{AB} = \frac{AM}{AM + MB} = \frac{AO}{AO + OB}, \end{aligned} \quad (1)$$

откуда

$$O'M = \frac{AO \cdot OB}{AO + OB}. \quad (2)$$

Такъ какъ AO есть величина постоянная и OB , какъ радиусъ, также сохраняетъ постоянное значеніе, то [см. 2)] всѣ точки M искомага геометрическаго мѣста одинаково отстоятъ отъ точки O' , которая дѣлитъ [см. (1)] отрезокъ AO въ отношеніи $\frac{AO}{OB}$. Такимъ образомъ искомое, геометрическое мѣсто есть окружность описанная изъ точки O' , какъ изъ центра, радиусомъ $\frac{AO \cdot OB}{AO + OB}$.

С. Кудинъ (Москва).

„Природа въ Школѣ“

доводитъ до свѣдѣнія, что журналъ этотъ и въ 1909 г. выходить не будетъ.

Редакторъ-издатель *П. И. Вейнбергъ.*

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1909 ГОДЪ

НА ФОТОГРАФИЧЕСКІЙ ЖУРНАЛЪ

„ВСЯ РОССІЯ“,

12 ЕЖЕМѢСЯЧНЫХЪ ВЫПУСКОВЪ 1 руб. съ ПЕРЕСЫЛКОЙ.

Самое разнообразное содержаніе по всѣмъ вопросамъ, относящимся къ фотографии, художественныя приложенія и иллюстраціи.

==== Подробныя программы и пробныя номера по востребованію. ====

Редакция: *Е. И. Фреландтъ.* Москва, Нижняя Прісьня, домъ № 4.

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1909 ГОДЪ

Журналъ Русскаго Физико-Химическаго Общества Физическій Отдѣлъ.

Годъ 36-й.

Изданіе Физическаго Отдѣленія Русскаго Физико-Химическаго Общества.

Первая часть журнала заключаетъ въ себѣ оригинальныя статьи русскихъ физиковъ и протоколы засѣданій Ф. О.

Вторая часть журнала состоитъ изъ обзоровъ, преимущественно по новѣйшимъ вопросамъ физики, рефератовъ, статей, посвященныхъ вопросамъ лабораторной практики, и библиографіи.

Подписная цѣна за обѣ части (9 выпусковъ въ годъ) **ПОВЫШЕНА** до **6 РУБ. ВЪ ГОДЪ** съ доставкой и пересылкой.

Вторая часть журнала выпускается въ свѣтъ также и отдѣльнымъ изданіемъ подъ названіемъ:

Вопросы Физики.

Годъ 3-й.

Подписная цѣна на „В. Ф.“ за 10 выпусковъ (ок. 25 листовъ) въ годъ **ПОВЫШЕНА** до **3 РУБ. ВЪ ГОДЪ** съ доставкой и пересылкой.

Редакторъ *В. К. Лебединскій.*

Всѣ денежные письма адресуются на имя казначея Физическаго Отдѣленія Александра Николаевича *Гиммельмана.*

Адресъ редакціи: **С.-Петербургъ. Университетъ, Физическій Институтъ.**

XXIII г. изд.

ВѢСТНИКЪ ОБЫТНОЙ ФИЗИКИ

XXIII г. изд.

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ

Выходить 24 раза въ годъ отдѣльными выпусками, не менѣе 24 стр. каждый, подъ редакціей приватъ-доцента В. Ф. КАТАНА.

Предыдущіе семестры были **рекомендованы**: Учен. Ком. Мин. Нар. Пр. для гимн. муж. и жен., реальн. уч., протгимн., город. уч., учит. инст. и семинарій, Главнымъ Управл. Воен. Учебн. Зав.—для воен.-уч. заведеній; №№ 1—48 **одобренны** Уч. Ком. при Св. Синодѣ для дух. семин. и училищъ.

ПРОГРАММА ЖУРНАЛА: Оригин. и переводн. статьи изъ области физики и элементарной математики. Статьи, посвященныя вопросамъ преподаванія математики и физики. Научн. хроника. Разн. извѣстія. Задачи для рѣшенія. Рѣшенія задачъ съ фамил. рѣшившихъ. Упражн. для учениковъ. Библиограф. отдѣлъ: обзоръ иностран. журналовъ; замѣтки и рецензіи о новыхъ книгахъ.

Статьи составляются въ такой мѣрѣ популярно, въ какой это возможно безъ ущерба для научн. стороны дѣла. Статьи, посвящ. педагог. вопросамъ, имѣють цѣлью обмѣнъ мнѣній преподавателей по различн. вопросамъ преподаванія элементарной мат. и физики. Въ отдѣлѣ "Научн. хроника" помѣщ. рефераты о важнѣйшихъ научн. работахъ, отчеты о съѣздахъ, конгрессахъ и т. п. Въ отдѣлѣ "Разныя извѣстія" помѣщаются свѣдѣнія о текущихъ событіяхъ въ жизни различн. учен. и учебн. заведеній. Задачи дѣлятся на двѣ категоріи: болѣе легкія, доступн. хорошему ученику, и болѣе трудныя, требующія болѣе большой подготовки. Отъ времени до времени предлагаются задачи и темы на премію.

УСЛОВІЯ ПОДПИСКИ

Подписная цѣна съ пересылкой за годъ **6 руб.**, за полгода **3 руб.** Учителя и учительницы низшихъ училищъ и всѣ учащіеся **при непосредственныхъ сношеніяхъ съ конторой редакціи** платять за годъ **4 руб.**, за полугодіе **2 руб.** Допускается разсрочка подписной платы по соглашенію съ конторой редакціи. Книгопродавцамъ 5% уступки.

Отдѣльные номера текушаго семестра по 30 коп., прошлыхъ семестровъ по 25 коп.

Журналы за прошлые годы по 2 р. 50 к., а учащимся и книгопродавцамъ по 2 р. за семестръ. Семестры I, II, XVI и XXIII распроданы.

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

Адресъ для корреспонденціи: Одесса. Въ редакцію "Вѣстн. Обытн. Физики". **Городской адресъ**: Елисаветинская, 4. Редакторъ приватъ-доцентъ **В. Ф. Катанъ**. Издатель **В. А. Тернеть**.