

№ 506.

# ВѢСТНИКЪ ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

— И —

## ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ,

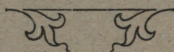
ИЗДАВАЕМЫЙ

В. А. ГЕРНЕТОМЪ

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

Привать-Доцента В. ф. КАГАНА.

XLIII-го Семестра № 2-й.



ОДЕССА.

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

1910.

<http://vofem.ru>



## Открыта подписка на 1910 г.

на единственное въ Россіи литературное художественное  
иллюстрированное изданіе.

## „Новый журналъ Литературы, Искусства и Науки“

(бывш. О. И. Бугакова ред. газ. „Новое Время“).

Новый журналъ печатаетъ все выдающееся, оригинальное и характерное, почерпая свое содержаніе изъ этого фонда міровой культуры, ея идей и стремленій, который долженъ быть предметомъ любознательности для всѣхъ мыслящихъ и интеллигентныхъ людей.

**ПРОГРАММА:** 1) Произведенія знаменит. писателей съ древн. и новыхъ языковъ и иллюстрацій.—2) Новѣйш. произведенія лучш. иностр. писателей, съ рисунк.—3) Статьи по иностр. источникамъ, историческія, популярно-научн.—4) Статьи по вопросамъ литературн., обществен., нравствен. и художествен.—5) Статьи по воздухоплаванію, съ рисунк. и чертеж.—6) Статьи по гипнотизму, магнетизму, спиритизму, оккультизму и факиризму.—7) Историческія мемуары.—8) Характеристика писателей, художник. и мыслителей.—9) Критика, хроника и обзоръ.—10) Иностранное обозрѣніе.—11) Новости.—12) Приложенія.

**Подписчики новаго журн. получаютъ въ теченіи года:**

12

книгъ ежемѣсячнаго литературнаго, художественнаго журнала, со множествомъ рисунковъ, большого формата in 8<sup>o</sup>, отпечатаннаго въ художественной типографіи на плотной глазированной бумагѣ четкимъ шрифтомъ.

12

книгъ новѣйш. произвед. слѣд. авторовъ: Поль Бурже, Жюль Кларети, Октавъ Мирбо, Анатоль Франсъ, Жоржъ Оне, Артуръ Шницлеръ, Шоломъ Ашъ, Г. Уэльсъ, Оскаръ Уальдъ, Гемфри Уордъ, П. Бенсонъ, Перси Уайтъ.

Подписавшіеся и уплатившіе годовую цѣну журнала до 30 декабря 1909 г. получаютъ бесплатно новое художественное изданіе

со множествомъ иллюстрацій и рисунковъ

**Премія**

**ЗАМОКЪ НЕУШВАНШТЕЙНЪ**

**Премія**

Баварскаго короля Людовика II.

**Подписная цѣна съ доставк. и перес. 6 р.**

Подписка принимается въ ред. „Новый Журн. Литературы, Искусства и Науки“.

**С.-Петербургъ, М.-Царскосельскій пр., 36.**

Издатель-редакторъ *С. Д. Ховиковъ.*



# Вѣстникъ Опытной Физики

## И ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 506.

**Содержаніе:** Актиноэлектрическія явленія по новѣйшимъ изслѣдованіямъ. В. Альтберга. — XII Съѣздъ Русскихъ Естествоиспытателей и Врачей. (Окончаніе). А. Голлоса. — Рецензія: В. В. Стратоновъ. „Солнце“. А. Орбинскаго. — Задачи №№ 246—251 (5 сер.). — Рѣшенія задачъ №№ 162, 165 и 166 (5 сер.). — Объявленія.

### Актиноэлектрическія явленія по новѣйшимъ изслѣдованіямъ \*).

В. Альтберга.

Моя лекція посвящена одному изъ проявленій взаимодействія, существующаго между матеріей и эфиромъ, заполняющимъ мировое пространство. Къ такого рода проявленіямъ относятся, въ числѣ прочихъ, вліяніе свѣтовыхъ волнъ, т. е. волнъ въ эфирѣ, на электрическое состояніе тѣлъ. Эти явленія, по предложенію русскаго физика Столѣтова, много поработавшаго въ этой области, получили названіе актиноэлектрическихъ явленій.

Первый, кто замѣтилъ вліяніе свѣта на электрическія явленія, былъ Герцъ, который въ 1887 г. обнаружилъ свойство свѣтовыхъ лучей облегчать прохожденіе электрической искры. Нѣсколько времени спустя, Гальваксъ показалъ, что изолированная металлическая пластинка можетъ въ извѣстныхъ условіяхъ подъ вліяніемъ свѣта или наэлектризоваться, или, наоборотъ, потерять уже имѣющійся зарядъ.

\* ) Пробная лекція, прочитанная въ засѣданіи Физико-Математическаго Факультета Императорскаго Новороссійскаго Университета. Печатается съ небольшими дополненіями.



Съ тѣхъ поръ появилось по настоящее время свыше двухсотъ работъ по этому вопросу; и особенно большое вниманіе стали удѣлять этимъ явленіямъ въ послѣднее время, когда, можно сказать, не проходитъ и мѣсяца безъ того, чтобы не появилось нѣсколько новыхъ изслѣдованій, касающихся этихъ явленій. Въ результатъ эти явленія оказались въ значительной мѣрѣ выясненными и не только съ качественной, но также и съ количественной стороны.

Сначала я укажу вкратцѣ на основные факты, а затѣмъ подробнѣе остановлюсь на позднѣйшихъ изслѣдованіяхъ, выясняющихъ природу этихъ явленій.

Изслѣдованіями Гальвакса, Столѣтова, Риги, Эльстера и Гейтеля было установлено, что отрицательно заряженная металлическая пластинка подъ вліяніемъ ультрафіолетоваго свѣта теряетъ свой зарядъ; на положительно заряженную пластинку свѣтъ не оказываетъ такого разряжающаго дѣйствія. Если же свѣтъ падаетъ на пластинку, находящуюся въ нейтральномъ состояніи, то она электризуется положительно. Такимъ образомъ, обнаружено было важное свойство свѣта — разсѣивать отрицательное электричество; при чемъ этотъ процессъ разсѣиванія происходитъ независимо отъ того, имѣетъ ли тѣло отрицательный зарядъ, или оно нейтрально: въ первомъ случаѣ — тѣло теряетъ свой зарядъ, излучая его подъ вліяніемъ свѣта, во второмъ случаѣ — оно также излучаетъ въ окружающую среду отрицательное электричество и вслѣдствіе этого само становится положительно наэлектризованнымъ. При этомъ дѣйствіе свѣта всегда униполярно.

Какъ показываютъ дальнѣйшія изслѣдованія, не всѣ лучи въ одинаковой мѣрѣ обладаютъ способностью производить такіа дѣйствія, и также не всѣ тѣла обнаруживаютъ эти явленія. Наиболѣе активными лучами оказываются ультрафіолетовые; въ этихъ лучахъ вышеупомянутыя явленія обнаруживаетъ въ большей или меньшей степени большинство тѣлъ, въ особенности металлы и нѣкоторые красящіе вещества. При этомъ замѣчено, что только такіа тѣла нечувствительны къ этимъ короткимъ свѣтовымъ волнамъ, которыя прозрачны для этихъ лучей и пропускаютъ ихъ безъ поглощенія. Отсюда, какъ увидимъ ниже, вытекаетъ связь актиноэлектрическихъ явленій съ поглощеніемъ свѣта.

Съ возрастаніемъ длины волны число свѣточувствительныхъ тѣлъ становится все меньше. Такъ, для видимыхъ лучей чувствительными къ свѣту тѣлами остаются уже только щелочные металлы, ихъ сплавы и амальгамы. Эти же тѣла считаются вообще наиболѣе чувствительными и вмѣстѣ съ тѣмъ они являются наиболѣе электроположительными металлами. Это оказывается не случайнымъ совпаденіемъ, а является слѣдствіемъ обнаруженнаго параллелизма между Вольтовымъ эффектомъ и актиноэлектрическимъ явленіемъ.

#### А. Отношеніе заряда къ массѣ $e/m$ .

Таковы факты, установленные опытомъ. Что же касается ихъ объясненія, то яркій свѣтъ на ихъ сущность проливаютъ замѣчательныя



изслѣдованія Ленара, на которыхъ я долженъ буду поэтому нѣсколько остановиться.

Прежде всего онъ задался вопросомъ о природѣ носителей зарядовъ въ актиноэлектрическихъ явленіяхъ. Изъ цѣлаго ряда весьма тщательно поставленныхъ опытовъ онъ приходитъ къ заключенію:

1) что въ этихъ явленіяхъ не имѣетъ мѣста обыкновенный переносъ матеріи;

2) что эти явленія происходятъ независимо отъ присутствія или отсутствія окружающаго воздуха; въ пустотѣ именно онѣ происходятъ въ наиболѣе чистомъ видѣ;

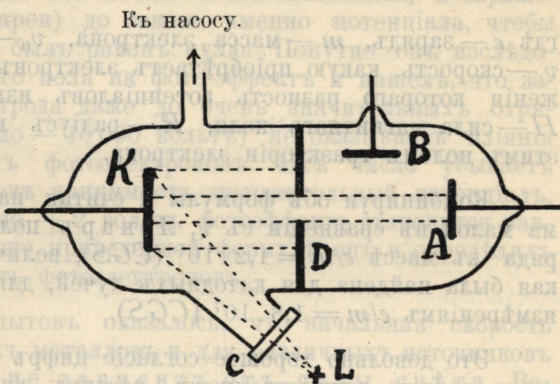
3) что носителями электричества являются тѣ самыя отрицательныя частицы, какія имѣются въ катодныхъ лучахъ, т. е. электроны.

Для доказательства послѣдняго утвержденія Ленаръ \*) ставилъ такой опытъ. Онъ бралъ стеклянную трубку (фиг. 1) съ тремя металлическими электродами *A*, *B*, *K* и діафрагмой *D*, выкачивалъ съ помощью насоса воздухъ и освѣщала электродъ *K* черезъ боковую трубку, закрытую пластинкой кварца *C*.

Если электродъ *K* былъ отрицательно наэлектризованъ, то при освѣщеніи его онъ быстро терялъ свой зарядъ, который переносился на электродъ *A*, гдѣ и можно было его обнаружить съ помощью электрометра.

Такимъ образомъ, здѣсь имѣетъ мѣсто переносъ электричества черезъ разрѣженное пространство съ одного тѣла на другое, при чемъ переносъ совершается прямолинейно, такъ какъ въ этомъ опытѣ электродъ *B* оставался незаряженнымъ.

Далѣе, Ленаръ, легко могъ убѣдиться въ томъ, что этотъ прямолинейно распространявшійся потокъ отрицательнаго электричества могъ быть отклоненъ магнитомъ. Именно, когда онъ подносилъ къ своей трубкѣ магнитъ, то электрическій потокъ, придя черезъ діафрагму *D*, загибалъ къ электроду *B* и сообщалъ ему отрицательный зарядъ, въ то время какъ электродъ *A* въ этомъ случаѣ оставался незаряженнымъ. При этомъ опытъ показалъ, что это отклоненіе происходитъ совершенно такъ, какъ отклонились бы въ этомъ случаѣ ка-



Фиг. 1.

\*) Ph. Lenard. Wien. Ber. 108 IIa, p. 1649. 1899.



тодные лучи, которые, какъ известно, представляютъ потокъ электроновъ.

Для того, чтобы показать полную тождественность носителей электричества, принимающихъ участие въ обоихъ явленіяхъ, онъ измѣрилъ для актиноэлектрическихъ носителей или фотоэлектроновъ, какъ я ихъ буду для краткости называть въ дальнѣйшемъ, отношеніе заряда къ массѣ  $e/m$ , эту характерную и важную величину, такъ много разъ измѣренную для катодныхъ лучей.

Для этого онъ примѣнилъ тотъ же методъ, какой обычно употребляется для катодныхъ лучей и который заключается въ измѣреніи магнитнаго отклоненія и продольнаго дѣйствія электрическаго поля. Для того и другого случая имѣютъ мѣсто двѣ простыя формулы:

$$eH = \frac{mv}{R}, \quad \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2} = eP,$$

гдѣ  $e$  — зарядъ,  $m$  — масса электрона,  $v_0$  — начальная его скорость,  $v$  — скорость, какую приобретаетъ электронъ, пройдя путь, на протяженіи котораго разность потенциаловъ измѣняется на величину  $P$ .  $H$  — сила магнитнаго поля,  $R$  — радиусъ кривизны деформированной этимъ полемъ траекторіи электрона.

Комбинируя обѣ формулы и считая начальную скорость  $v_0$  весьма малой въ сравненіи съ  $v$ , Ленаръ получаетъ для отношенія заряда къ массѣ  $e/m = 1,2 \cdot 10^7$  (CGS), величину того же порядка, какая была найдена для катодныхъ лучей, для которыхъ по новѣйшимъ измѣреніямъ  $e/m = 1,8 \cdot 10^7$  (CGS).

Это довольно хорошее согласіе цифръ окончательно уже доказываетъ полную тождественность частицъ, участвующихъ въ фотоэлектрическомъ эффектѣ и въ катодныхъ лучахъ, и, слѣдовательно, можно съ полнымъ правомъ сказать, что отрицательно заряженный проводникъ, будучи освѣщенъ, испускаетъ катодные лучи, которые его и разряжаютъ.

### В. Начальная скорость $v_0$ .

Для дальнѣйшаго выясненія сущности актиноэлектрическихъ явленій важнымъ представляется вопросъ, въ какомъ состояніи находятся фотоэлектроны до момента ихъ выхода изъ освѣщеннаго электрода. На это можетъ дать опредѣленный отвѣтъ изслѣдованіе того, съ какою скоростью вылетаютъ электроны подѣ влияніемъ свѣта и отъ какихъ факторовъ зависитъ величина этой скорости.

Что касается опредѣленія этой начальной скорости  $v_0$ , то она легко можетъ быть найдена, если измѣрить тотъ предѣльный потенциалъ, до котораго можетъ зарядиться подѣ влияніемъ свѣта изолированная пластинка, номѣщенная въ очень разряженномъ пространствѣ.



Какъ извѣстно, она будетъ заряжаться положительно и создавать вокругъ себя электрическое поле, стремящееся удержать вылетающіе электроны. Дальнѣйшее заряженіе пластинки прекратится какъ разъ тогда, когда поле возрастетъ настолько, что сможетъ удержать на пластинкѣ всѣ — даже самые быстрые — электроны. Тогда имѣетъ мѣсто соотношение:

$$\frac{mv_0^2}{2} = eP, \text{ откуда } v_0 = \sqrt{2P \cdot \frac{e}{m}}.$$

Если теперь въ эту формулу вставить найденную изъ опытовъ величину для  $P$  (около 2 вольтъ) и выше определенное значеніе для отношенія  $e/m$ , то для начальной скорости въ круглыхъ цифрахъ получится  $v_0 = 10^8 \text{ cm/sec}$ , что составляетъ  $1/300$  скорости свѣта.

Ленаръ былъ первый, опредѣлившій эту скорость, только онъ ее измѣрялъ нѣсколько инымъ способомъ — не измѣреніемъ потенциала, до котораго заряжается подъ вліяніемъ свѣта пластинка, а заряде-ніемъ ея извнѣ (отъ батарей) до такого именно потенциала, чтобы фотоэлектрическій эффектъ былъ равенъ нулю. Попутно онъ изслѣдовалъ вліяніе электрическаго поля на фото-эффектъ и нашелъ, что заряде-ніе освѣщаемаго электрода даже до очень значительныхъ отрицательныхъ потенциаловъ (до — 45 000 вольтъ) не оказываетъ вліянія на количество излучаемыхъ фотоэлектроновъ. Ихъ число убываетъ только тогда, когда электродъ принимаетъ положительный потенциалъ, при возрастаніи котораго до +2 вольтъ фотоэффектъ становится равнымъ нулю. Отсюда, по выше приведенной формулѣ онъ и опредѣлилъ впервые начальную скорость фотоэлектроновъ.

Изъ дальнѣйшихъ опытовъ оказалось, что начальная скорость неодинакова для различныхъ металловъ и для различныхъ источниковъ свѣта, но зато совершенно не зависитъ отъ силы свѣта. Величина фотоэффекта, т. е. число испущенныхъ электроновъ, конечно, зависитъ отъ яркости источника и, какъ показываютъ непосредственныя измѣренія \*), число фотоэлектроновъ прямо пропорціонально интенсивности свѣта, но начальная ихъ скорость остается одною и тою же, какъ бы ни измѣнялась интенсивность падающаго свѣта. Это является важнымъ обстоятельствомъ, ибо приводитъ къ предствленію, что электронъ обязанъ своей энергіей отнюдь не падающему свѣту, а долженъ былъ обладать ею и раньше — еще до освѣщенія; свѣтъ же въ данномъ случаѣ играетъ лишь роль освободителя той энергіи, которая была накоплена электрономъ внутри атома.

Разъ допустимъ, что энергія излучаемыхъ фотоэлектроновъ внутри-атомнаго происхожденія, то слѣдствіемъ этого будетъ то, что скорости ихъ вылетанія не должны зависѣть отъ температуры, ибо есть основаніе полагать, что обмѣнъ между этой внутриатомной энергіей и тепловой, т. е. энергіей молекулярныхъ движеній, происходитъ не можетъ.

\*) E. Ladenburg. Phys. ZS. 8., p. 590. 1907.



Съ этой цѣлью Лингопъ\*) предпринялъ изслѣдованіе вопроса, можетъ ли измѣненіе температуры изслѣдуемаго тѣла повліять на начальную скорость фотоэлектроновъ. Для этого онъ измѣряетъ скорость ихъ вылетанія при различныхъ температурахъ, вплоть до температуры жидкаго воздуха, и своими опытами доказываетъ, что эта скорость отнюдь не зависитъ отъ температуры и тѣмъ даетъ новую опору здѣсь развиваемому взгляду на происхожденіе начальной скорости фотоэлектроновъ.

Это представленіе и тотъ констатированный Ленаромъ фактъ, что различные источники или, точнѣе, свѣтъ съ различною длиною волны освобождаетъ электроны, обладающіе различными начальными скоростями, указываютъ на то, что актиноэлектрическое явленіе должно быть основано на явленіи резонанса. Это и удалось доказать на опытѣ Ладенбургу и Маркау\*\*), которые изучали явленіе въ спектрально разложенномъ свѣтѣ и изслѣдовали вліяніе длины волны дѣйствующаго свѣта на скорость вылетанія электроновъ. Они нашли, что эта скорость есть функція длины волны, и при томъ, чѣмъ короче свѣтовая волна, или иначе, чѣмъ больше колебаній въ секунду совершаетъ свѣтъ, тѣмъ большею скоростью обладаютъ освобожденные этимъ свѣтомъ электроны.

Эта пропорціональность была констатирована ими для сравнительно небольшой спектральной области, заключающейся между

$$\lambda = 2700 \text{ \AA} \cdot E \text{ и } \lambda = 2000 \text{ \AA} \cdot E \text{***}).$$

Но эта закономерность простирается и дальше, какъ это показалъ недавно американскій физикъ Гулль\*\*\*\*), который доказалъ существованіе этой пропорціональности для болѣе широкой области спектра вплоть до

$$\lambda = 1230 \text{ \AA} \cdot E.$$

Эти изслѣдованія доказываютъ, что актиноэлектрическій эффектъ, дѣйствительно, основанъ на явленіи резонанса. Свѣтъ опредѣленнаго періода при своемъ поглощеніи приводитъ въ колебаніе тѣ электроны, собственный періодъ которыхъ совпадаетъ съ періодомъ возбуждающаго свѣта. Эти электроны покидаютъ тогда освѣщенный металлъ съ такими скоростями, которыя находятся въ простомъ отношеніи къ числу колебаній свѣта: чѣмъ больше число колебаній, тѣмъ больше и начальная скорость вылетающихъ электроновъ.

Эти выводы говорятъ въ пользу того представленія, что запасами внутриатомной энергіи обладаютъ не только атомы радиоактивныхъ веществъ, но и атомы другихъ тѣлъ, по крайней мѣрѣ, тѣхъ, которыя обнаруживаютъ фотоэлектрическій эффектъ. Всѣ такіа тѣла способны, подобно радиоактивнымъ веществамъ, излучать электроны съ тою только

\*) A. Lienhop. Ann. d. Phys. 21, p. 281. 1906.

\*\*) E. Ladenburg und Markau. Verh. d. D. Phys. Ges. 10, p. 562. 1908

\*\*\*))  $\lambda$  выражено въ энгштремовыхъ единицахъ.

\*\*\*\*)) A. Hull. Phys. ZS. 10, p. 537. 1909.



разницею, что излученные фотоэлектроны обладают гораздо меньшею скоростью, чѣмъ аналогичные имъ  $\beta$ -лучи радія, который при этомъ излучаетъ ихъ непрерывно и самопроизвольно, въ то время какъ актиноэлектрическія вещества испускаютъ электроны только при дѣйствіи свѣта.

На основаніи этого Рамзай и Спенсеръ\*) пришли къ заключенію, что излученіе электроновъ свѣточувствительнымъ тѣломъ, есть явленіе, аналогичное распаду радиоактивныхъ веществъ, при чемъ остающееся послѣ выхода фотоэлектроновъ тѣло уже отличается отъ первоначальнаго тѣла.

### С. Связь съ абсорбціей.

Если фотоэлектрическій эффектъ основанъ на явленіи резонанса, который, въ свою очередь, какъ извѣстно, тѣсно связанъ съ поглощеніемъ энергіи, то отсюда вытекаетъ, что и рассматриваемый эффектъ неизбѣжно долженъ быть связанъ съ поглощеніемъ свѣта. Многіе факты, въ дѣйствительности, на это и указываютъ — и прежде всего то обстоятельство, что вещество только въ томъ случаѣ является активнымъ для извѣстнаго сорта лучей, если послѣдніе поглощаются даннымъ веществомъ, и чѣмъ сильнѣе поглощеніе, тѣмъ чувствительнѣе вещество къ свѣту; вещества же, прозрачныя для нѣкоторыхъ лучей, совершенно не обнаруживаютъ эффекта при освѣщеніи именно этими лучами.

На это обстоятельство было указано впервые еще Столѣтовымъ и Гальваксомъ, но строго доказать на опытѣ существованіе такого параллелизма между фотоэффектомъ и абсорбціей представляло огромныя трудности и только косвеннымъ образомъ Эльстеру и Гейтелю\*\*) удалось для жидкихъ амальгамъ калія и натрія доказать существованіе пропорціональности между обоими явленіями. Для этого они освѣщали активную поверхность металла поляризованнымъ свѣтомъ одинъ разъ, когда свѣтовой векторъ лежалъ въ плоскости паденія луча, другой разъ, когда онъ былъ перпендикуляренъ къ ней, — и измѣряли фотоэлектрическій токъ для различныхъ угловъ паденія свѣтового луча. Съ другой стороны, они вычисляли по оптическимъ постояннымъ этихъ металловъ количества поглощенного свѣта для соответственныхъ угловъ паденія. Оказалось, что фотоэлектрическій эффектъ пропорціоналенъ поглощенному свѣту.

Подобнымъ же методамъ въ самое послѣднее время Р. Полю\*\*\*)) удалось получить аналогичный результатъ уже для обыкновенныхъ металловъ, платины и мѣди, которые чувствительны только къ ультрафіолетовымъ лучамъ. Еще гораздо раньше были произведены анало-

\*) Ramsay u. Spencer. Phil. Mag. 12. 397. 1906; Electrician 58, 377. 1906.

\*\*) L. Elster u. Geitel. Wied. Ann. 61, 445. 1897. Phys. ZS. 10, 457. 1909.

\*\*\*)) Rob. Pohl. Verh. d. D. Phys. Ges. 11, p. 339. 1909.



гичные опыты (Ладенбургъ, Ленаръ), которые, однако, приводили всегда къ отрицательному результату въ виду технической трудности изготовить достаточно совершенныя зеркала изъ металловъ, что являлось тѣмъ не менѣе существенно необходимымъ для успѣшности опыта. И только тогда, когда Поль примѣнилъ способъ катоднаго распыленія, ему удалось изготовить въ высокой степени совершенныя зеркала изъ платины и мѣди, съ которыми онъ и смогъ доказать пропорціональность между фотоэлектрическимъ эффектомъ и абсорбціей свѣта для этихъ металловъ, какъ это видно изъ данной имъ таблицы 1.

Таблица 1.

Уголъ паденія.	Количество поглощеннаго свѣта $A$ .	Фотоэлектрическій эффектъ $I$ .	$\frac{I}{A}$
0°	100,0	100,0	1,00
30	94,0	96,4	1,03
40	89,0	91,4	1,03
50	80,9	85,5	1,05
55	75,4	81,9	1,08
60	69,0	73,3	1,06
70	52,7	56,2	1,06
			1,04

Послѣдній столбецъ этой таблицы показываетъ, что отношеніе фотоэлектрическаго эффекта къ поглощенному свѣту остается, въ предѣлахъ погрѣшностей опыта, постояннымъ для различныхъ угловъ паденія отъ 0° до 70°.

#### D. Вліяніе окружающей среды и электрическаго поля.

Важнымъ факторомъ, вліяющимъ въ сильной степени на фотоэлектрическій процессъ, является состояніе окружающей среды. Въ то время, какъ въ крайне разрѣженномъ пространствѣ фотоэлектрическій процессъ протекаетъ въ чистомъ видѣ, т. е., какъ мы видѣли въ опытахъ Ленара, имѣетъ мѣсто непосредственный переносъ электричества въ формѣ катодныхъ лучей, излучаемыхъ освѣщеннымъ электро-



домъ и свободно достигающихъ противоположнаго электрода, которому и отдають свой отрицательный зарядъ.

Иначе дѣло обстоитъ, если среда, окружающая электроды, представляетъ не очень разрѣженный или находящійся при нормальномъ давленіи газъ,— напримѣръ, воздухъ.

Въ этомъ случаѣ переносъ электричества въ формѣ катодныхъ лучей ограничивается только тонкимъ слоемъ газа, непосредственно прилегающимъ къ освѣщенной поверхности, послѣ чего электроны, абсорбируемые молекулами газа, ионизируютъ послѣдніе,— и въ дальнѣйшемъ процессѣ роль передатчиковъ электричества играютъ уже не свободные электроны, а заряженные молекулы газа, т. е. ионы. Поэтому на дальнѣйшій характеръ фотоэлектрическаго процесса будутъ вліять тѣ же факторы, которые играютъ роль въ явленіяхъ съ ионизированнымъ газомъ.

Прежде всего сказывается вліяніе электрическаго поля, какъ это впервые было установлено еще Столѣтовымъ\*), который показалъ, что съ возрастаніемъ поля растетъ и количество переносимаго электричества, но только до извѣстнаго предѣла, за которымъ фотоэлектрическій токъ остается постояннымъ. Это такъ называемый токъ насыщенія. Въ этомъ случаѣ всѣ ионы воздуха, дѣйствительно, принимаютъ участіе въ токѣ. Если электрическое поле и дальше будетъ возрастать и достигнетъ, наконецъ, такой величины, что будетъ въ состояніи сообщать участвующимъ въ токѣ іонамъ такую большую скорость, что они при столкновеніи съ электрически нейтральными частицами способны будутъ ихъ разбивать и, такимъ образомъ, образовывать новыхъ носителей электричества, которые въ свою очередь развиваютъ большую скорость и разбиваютъ новыя молекулы и т. д. При этомъ, конечно, наступаетъ быстрое возрастаніе фотоэлектрическаго тока.

Графически эта зависимость тока отъ электрическаго поля выражается кривой I (фиг. 2), полученной Швейдлеромъ\*\*) для воздуха при нормальномъ давленіи, при чемъ по оси абсциссъ отложена величина электрическаго поля, а по оси ординатъ — наблюдаемый фотоэлектрическій токъ.

Для слабо разрѣженнаго воздуха получается аналогичная, только болѣе круто поднимающаяся кривая II.

Эти кривыя показываютъ, какъ сильно вліяетъ электрическое поле на фотоэлектрическій



Фиг. 2.

\*) А. Столѣтовъ, Жур. Рус. Ф.-Х. Об. Т. XXI (ф. о.). Стр. 159. 1889.

\*\*) V. Schweidler. Wien. Ber., 108, p. 273, 1899.



процессъ, если онъ протекаетъ въ обыкновенномъ или слабо разрѣженномъ воздухѣ.

Чѣмъ разрѣженіе больше, тѣмъ круче подъемъ кривой, т. е. при меньшей силѣ электрическаго поля наступаетъ это сильное возрастаніе фотоэлектрическаго тока. Но такой характеръ измѣненія кривой по мѣрѣ разрѣженія среды, какъ показали изслѣдованія Варлея (Varley)\*), продолжается только до нѣкотораго опредѣленнаго разрѣженія, дальше котораго кривая уже становится все болѣе пологой, и, наконецъ, при чрезвычайно сильномъ разрѣженіи эта кривая принимаетъ направленіе, параллельное оси абсциссъ. Это указываетъ на то, что теперь электрическое поле не влияетъ уже на фотоэлектрическій эффектъ, ибо въ немъ уже не принимаютъ участія іонизированные молекулы газа, переносъ же электричества совершается одними электронами. А на число вылетающихъ изъ металла фотоэлектроновъ влияетъ не электрическое поле, а исключительно падающій свѣтъ (Ленаръ).

Такимъ образомъ, съ помощью электрическаго поля и извѣстной степени разрѣженія окружающей среды оказывается возможнымъ повысить фотоэлектрическій эффектъ въ нѣсколько сотъ и даже тысячъ разъ; въ такихъ условіяхъ даже слабый свѣтъ можетъ вызвать очень большой эффектъ.

Резюмируя все предыдущее, можно сказать, что наиболѣе важный моментъ, характеризующій актиноэлектрическія явленія, заключается въ выходѣ изъ металла подъ вліяніемъ свѣта отрицательныхъ частицъ (электроновъ). Если окружающая среда очень разрѣжена, то излученіе отрицательнаго электричества происходитъ въ формѣ медленныхъ катодныхъ лучей; если же газъ не разрѣженъ, то въ явленіи переноса электричества принимаютъ участіе іонизированныя молекулы газа.

Свѣтъ, поглощенный металломъ, освобождаетъ съ его поверхности электроны, обладавшіе уже внутри атома энергіей, и потому въ моментъ вылетаанія они имѣютъ уже нѣкоторую опредѣленную скорость, величина которой зависитъ отъ длины волны дѣйствующаго свѣта: наиболѣе короткія волны освобождаютъ электроны, обладающіе наибольшою скоростью.



\*) Cp. J. J. Thomson. Elektricitäts-Durchgang in Gasen. Leipzig. 1906. S. 232.



## ХІІ Съѣздъ Русскихъ Естествоиспытателей и Врачей.

### Секція физики.

(Окончаніе \*).

Резюмируя данныя электронной теоріи, мы могли замѣтить, что первенствующую роль играетъ въ ней отрицательный зарядъ. Дѣйствительно, подъ электронами приходится понимать свободные элементарные заряды, или „атомы“ отрицательнаго электричества. Попадались, правда, среди оптическихъ явленій и нѣкоторые такіе, изъ которыхъ какъ будто надо было бы заключить о внутримолекулярныхъ колебаніяхъ не отрицательнаго, а положительнаго заряда. Но во всякомъ случаѣ со свободными отъ матеріи положительными электронами, подобными отрицательнымъ электронамъ катодныхъ и  $\beta$ -лучей, мы нигдѣ не встрѣчаемся. Положительный зарядъ во всѣхъ нашихъ опытахъ связанъ съ матеріей, онъ встрѣчается лишь въ формѣ іона, а не электрона. Такъ дѣло обстоитъ и въ тѣхъ случаяхъ, которые представляютъ нѣкоторымъ образомъ дополненіе къ катоднымъ и  $\beta$ -лучамъ, — въ анодныхъ лучахъ и въ  $\alpha$ -лучахъ радія. Эти лучи обладаютъ положительнымъ зарядомъ, но не свободнымъ, а связаннымъ съ химическими атомами;  $\alpha$ -лучи радія, какъ извѣстно, оказались не чѣмъ инымъ, какъ потокомъ заряженныхъ положительнымъ электричествомъ атомовъ гелія. Анодные лучи также состоятъ изъ заряженныхъ химическихъ атомовъ тѣхъ элементовъ, которые содержатъ анодъ и разряженный газъ трубки. Эти лучи весьма интересны въ виду той огромной скорости, съ которою движутся въ нихъ матеріальныя частицы. Правда, эта скорость не можетъ соперничать со скоростью быстрыхъ катодныхъ и  $\beta$ -лучей, но тамъ мы вѣдь не имѣемъ дѣла съ матеріей, а со свободными электронами, которымъ всякія чудеса дозволены. По сравненію со всѣми скоростями матеріальныхъ тѣлъ, которые намъ были до сихъ поръ извѣстны, скорость атомовъ въ анодныхъ лучахъ, а еще болѣе — въ  $\alpha$ -лучахъ, колоссальна. Земля движется вокругъ солнца со скоростью 30-ти км. въ секунду, атомъ же водорода или литія въ анодныхъ лучахъ летитъ еще въ 10 разъ быстрее, а атомъ гелія въ  $\alpha$ -лучахъ даже въ 700 разъ быстрее. Въ то время, какъ катодные лучи не даютъ собственнаго спектра, а могутъ лишь возбуждать флюоресценцію въ тѣхъ тѣлахъ, на которыя они падаютъ, — въ воздухѣ трубки, въ стеклѣ и т. д., анодные лучи, какъ состоящіе изъ матеріальныхъ атомовъ, даютъ спектръ того химическаго элемента, атомы котораго въ нихъ несутся. А благодаря ихъ большой скорости въ ихъ спектрѣ можно, какъ показалъ Штаркъ (Stark), наблюдать то же самое оптическое явленіе Допплера, которое въ астрофизикѣ служитъ для опредѣленія скорости двигающихся на насъ или отъ насъ звѣздъ, а именно сдвигеніе спектральныхъ линій, извѣстная аналогія котораго въ области звука есть повышеніе тона свистка идущаго намъ на встрѣчу паровоза и пониженіе тона, когда паровозъ отъ насъ удаляется. По принципу Допплера можно и въ анодныхъ лучахъ опредѣлить скорость движущихся частицъ. Можно, наконецъ, такъ же, какъ для катодныхъ лучей измѣрить отклоненіе въ магнитномъ полѣ — анодные



лучи, какъ заряженные положительно, отклоняются въ противоположную сторону по сравненію съ катодными, — и можно получить отношеніе величины заряда къ массѣ. Получается точь въ точь та же самая величина, какъ для іоновъ въ электролизѣ. — Анодные лучи сначала не наблюдались непосредственно исходящими отъ анода, какъ катодные — отъ катода. Для того, чтобы ихъ получить, приходилось пользоваться катодомъ съ отверстиями или „каналами“; анодные лучи, направленные отъ анода къ катоду, проскакивали черезъ отверстия катода и могли быть наблюдаемы въ пространствѣ позади катода \*). Отъ этого способа добыванія они и получили названія за-катодныхъ и „каналовыхъ“ лучей. Но въ послѣднее время Герке (Gehrke) и Рейхенгейму (Reichenheim) удалось получить анодные лучи уже прямо отъ анода. Для этого требуется, чтобы анодъ содержалъ іодистыя соли. А. А. Эйхенвальдъ во время своего доклада на Съѣздѣ демонстрировалъ эти лучи, дающіе свѣтъ той окраски, которая соответствуетъ спектру солей: натрія — желтый, литія — розовый. Онъ же далѣе упомянулъ о наблюденіяхъ Дж. Томсона, что на ряду со спектрами, которыхъ можно ожидать по составу анода и газа трубки, всегда получается спектръ водорода, даже тогда, когда приняты всяческія мѣры для полного удаленія водорода изъ трубки. Знаменитый англійскій ученый со всей необходимой осторожностью выразилъ предположеніе о возможномъ новообразованіи водорода въ данномъ случаѣ. Въ образованіи гелія изъ радія мы вѣдь имѣемъ уже случай превращенія одного химическаго элемента въ другой, при которомъ играютъ роль именно положительные лучи ( $\alpha$ -лучи). Физика здѣсь соприкасается съ химіей будущаго.

Мы здѣсь легко могли бы перейти къ обзору радиоактивности, сдѣланному Ф. И. Индриксеномъ. Но такъ какъ читателямъ „Вѣстника“ была дана возможность познакомиться съ новѣйшими успѣхами въ этой области по оригинальнымъ сообщеніямъ Рамзая и Содди, то мы здѣсь можемъ удовлетвориться однимъ указаніемъ на этотъ докладъ. Физика, однако, связана не только съ химіей будущаго, съ ультрахиміей, такъ ее называлъ А. А. Эйхенвальдъ, но и съ обыкновенной, уже почти что старомодной химіей. Перенесемся мысленно на 50 лѣтъ назадъ: въ 1859 году физикъ Кирхгоффъ и химикъ Бунзенъ сообща начали вырабатывать спектральный анализъ. Рѣчь въ память этого 50-лѣтія была прочитана на первомъ общемъ собраніи Съѣзда Н. Г. Егоровымъ. Но и ее мы можемъ пропустить, такъ какъ на этихъ страницахъ была только недавно помѣщена рѣчь Кайзера на ту же тему, произнесенная на осеннемъ съѣздѣ германскихъ естествоиспытателей. Лишь кратко упомянуть я могу о докладѣ Ю. В. Вульфа, демонстрировавшего жидкіе и текущіе кристаллы Леманна (Lehmann). Главный интересъ доклада состоялъ именно въ демонстраціи относящихся сюда опытовъ, которые указалъ и преимущественно изслѣдовалъ Леманнъ. По мнѣнію Леманна, мы имѣемъ здѣсь дѣло съ настоящимъ кристаллическимъ состояніемъ однородной жидкости, которое является для изслѣдованныхъ сложныхъ органиче-

\*) См. №№ 458 и 482 „Вѣстника“.



скихъ соединеній промежуточнымъ между жидкимъ и твердымъ состояніемъ \*). Въ жидкости выделяются капли, иногда шарообразныя, иногда самыхъ причудливыхъ формъ. Наблюдаются также движенія и дѣленія капель, живо напоминающія поведеніе микроорганизмовъ. Всѣмъ этимъ образованіямъ свойственно двойное преломленіе свѣта, почему Леманнъ ихъ и сопоставляетъ съ кристаллами. Явленія получаются, конечно, лишь при точно опредѣленной температурѣ: стоитъ немного нагрѣть вещество, и жидкіе кристаллы исчезаютъ, растворяясь въ образующейся простой жидкости; стоитъ, наоборотъ, немного охладить, и вся масса цѣликомъ перейдетъ въ настоящее твердое кристаллическое состояніе. Ю. В. Вульфъ не соглашается съ мнѣніемъ Леманна, что мы имѣемъ дѣло дѣйствительно съ однородной жидкостью, обнаруживающей почему-то кристаллическія свойства. Онъ полагаетъ, что все дѣло тутъ именно въ неоднородности состава жидкости, въ ничтожныхъ примѣсяхъ другого вещества.

Нѣсколько подробнѣ остановимся на докладахъ А. И. Горбова и А. В. Сапожникова объ утилизаціи атмосфернаго азота, прочитанныхъ на соединенномъ засѣданіи секцій физики и химіи. Растительный міръ воспринимаетъ необходимый ему для питанія азотъ лишь въ формѣ соединеній его съ кислородомъ, т. е. въ формѣ азотно-кислыхъ солей — селитры. Отсюда то огромное значеніе, которое для современнаго раціональнаго сельскаго хозяйства имѣетъ селитра въ качествѣ удобрения. Съ распространеніемъ раціональной земельной культуры, начиная приблизительно съ 1845 года, наблюдается чрезвычайно быстрый ростъ потребленія селитры, достигшаго въ настоящее время уже 1 800 000 тоннъ въ годъ. До самаго позднѣйшаго времени все это потребленіе покрывалось исключительно чилийской селитрой. Въ пустыняхъ Южной Америки, особенно въ Чили, находятся единственные на всей землѣ обширныя залежи селитры, которая здѣсь образовалась, вѣроятно, при исключительно благоприятныхъ условіяхъ изъ морскихъ водорослей, подвергшихся гніенію, послѣ того какъ исчезла покрывавшая эту мѣстность когда-то вода. Разработка этихъ залежей и отправка добытой селитры во всѣ концы свѣта составляетъ крупную промышленность и производится на большихъ заводахъ въ самомъ широкомъ размѣрѣ. Растущее гигантскими шагами потребленіе заставило съ полнымъ основаніемъ опасаться, что залежи скоро могутъ истощиться. А въ такомъ случаѣ передъ человѣчествомъ всталъ бы призракъ голодной смерти, такъ какъ нельзя было бы держать на прежнемъ уровнѣ міровой урожай хлѣбовъ. Тутъ на помощь пришла наука, и въ настоящее время уже на цѣломъ рядѣ заводовъ добывается селитра искусственнымъ путемъ изъ атмосфернаго азота. Мысль объ утилизаціи для этой цѣли того огромнаго и совершенно даромъ достающагося количества азота, который содержится въ воздухѣ, конечно, явилась уже давно. Для практическаго осуществленія ея пришлось, однако, преодолѣть значительныя препятствія. Азотъ — инертный газъ, онъ при обыкновенной температурѣ не соединяется съ кислородомъ, не окисляется. Мы упомянули, что и растенія не могутъ имъ воспользоваться, и лишь

\* ) См. статью Леманна въ №№ 450—453 „Вѣстника“.



нѣкоторые виды бактерій какъ-то умудряются переработать его въ окисленное состояніе. Однако, то, что не удастся при низкой температурѣ, становится возможнымъ при высокой температурѣ электрической искры и вольтовой дуги. Вотъ гдѣ химія заимствуетъ у физики. Этотъ фактъ, впрочемъ, весьма давно извѣстенъ. Уже въ 1781 г. Кавендишъ (Cavendish), а въ 1783 г. Пристлей (Priestley) замѣтили, что когда электрическая искра проскакиваетъ въ воздухъ, находящемся подъ стекляннымъ колпакомъ, воздухъ этотъ принимаетъ бурый оттѣнокъ. Въ 1852 г. Фреми (Frémy) и Беккерель (Bequerel), а затѣмъ длинный рядъ другихъ наблюдателей получили то же самое бурное воздѣйствіе воздуха, пользуясь вмѣсто искры вольтовой дугой. Явленіе съ самаго начала было истолковано правильно, какъ послѣдствіе соединенія азота съ кислородомъ воздуха при высокой температурѣ искры и дуги, ибо бурый цвѣтъ характеренъ для двуокиси азота. Проблема, все же, оставалась въ области технически невыгодныхъ кабинетныхъ опытовъ до тѣхъ поръ, пока не была указана необходимость не только нагрѣванія воздуха до высокой температуры, но и быстрого охлажденія образовавшихся окисей азота, которые иначе опять распадаются. Для этого приходится выдувать вольтову дугу разными способами, при чемъ одновременно достигается, съ одной стороны, охлажденіе образовавшихся окисей, выдуваемыхъ изъ горячей дуги въ холодное пространство, а съ другой стороны — увеличеніе самой дуги до весьма внушительныхъ размѣровъ. Съ того момента, какъ начали пользоваться этими усовершенствованіями, добычаніе селитры изъ воздуха стало на почву коммерческаго предпріятія, особенно въ тѣхъ странахъ, которые богаты дешевыми водяными силами. Во главѣ этой промышленности стоитъ Норвегія. Получаемый искусственнымъ путемъ продуктъ можетъ теперь съ выгодой продаваться по той же цѣнѣ, какъ натуральная чилийская селитра. Въ интересныхъ опытахъ на моделяхъ А. И. Горбовъ демонстрировалъ различныя формы вольтовой дуги, употребляемыя на практикѣ. На заводѣ Паулингъ (Pauling), близъ Инсбрука, дуга перескакиваетъ между двумя рогами, какъ въ рогатомъ громоотводѣ. Какъ въ такомъ громоотводѣ, она отгоняется въ сторону (вверхъ) уже благодаря произведенному ею же нагрѣванію промежутка между рогами. Но, кромѣ того, между рогами пускается сильная струя воздуха. Дуга, зажегшаяся на кратчайшемъ промежуткѣ между рогами, скользитъ по нимъ, становится длиннѣе, обрывается, образуется новая дуга на кратчайшемъ промежуткѣ и т. д. Болѣе грандіозныя наблюденія имѣются на норвежскихъ заводахъ Биркеландъ (Birkeland) Эйде (Eyde) въ Нотоденѣ и нѣмецкаго общества „Badische Anilin-Soda Fabrik“ въ Христіансандрѣ. Первые выдуваютъ дугу при помощи магнитнаго поля. Образовавшаяся дуга отклоняется магнитнымъ полемъ подобно подвижному гибкому и растяжимому проводу, по которому проходить токъ. При этомъ дуга превращается въ огромный огненный дискъ въ  $2\frac{1}{2}$  м. высоты. На опытномъ заводѣ названнаго нѣмецкаго общества введенъ еще болѣе выгодный способъ: дуга получается въ длинныхъ трубкахъ, въ которыя воздухъ впускается вихревымъ потокомъ. Дуга вытягивается этимъ потокомъ на всю трубку, нѣсколькихъ метровъ длины, и представляетъ спокойно горящій



столбъ въ центрѣ воздушнаго вихря. — Какъ мы видѣли, отъ такого „горѣнія воздуха“ непосредственно получаются окиси азота: окись и двуокись. Онѣ, какъ изложилъ второй докладчикъ А. В. Сапожниковъ, поступаютъ въ воду или въ щелочь, гдѣ поглощаются и образуютъ азотную кислоту и селитру. Онѣ же показывали техническое оборудованіе норвежскихъ заводовъ въ снимкахъ на экранѣ. По мѣрѣ истощенія чилийской селитры за искусственное изготовленіе ея придется взяться не въ одной Норвегіи. Въ Россіи, какъ сообщилъ докладчикъ, въ виду полного отсутствія спроса на селитру со стороны нашего сельскаго хозяйства, этимъ дѣломъ до сихъ поръ интересуется одно военное вѣдомство, которому приходится слѣдить за нимъ въ дѣлахъ государственной обороны, такъ какъ селитра необходима и для изготовленія взрывчатыхъ веществъ.

Отъ химіи переходимъ къ другой родственной физикѣ области — къ астрофизикѣ. Вопросъ о температурѣ солнца былъ обсужденъ Д. А. Гольдгаммеромъ, заявившимъ рѣшительный протестъ противъ вошедшаго въ многіе учебники категорическаго утвержденія, будто температура солнца равна 6000 градусамъ. Докладчикъ показалъ, что въ дѣйствительности мы определенной температуры указать не въ состояніи. Это было бы возможно лишь въ томъ случаѣ если бы солнце было идеальнымъ „абсолютно-чернымъ тѣломъ“ въ смыслѣ термодинамики, т. е. переводя на обычный языкъ, если бы оно обладало абсолютной способностью поглощенія и соответственно, по закону Кирхгоффа, максимальнымъ лучеиспусканіемъ. Для такого „чернаго“ тѣла можно вычислить температуру по цѣлому ряду формулъ: или, во-первыхъ, изъ общаго количества излучаемой энергіи, которое пропорціонально четвертой степени абсолютной температуры, или, во-вторыхъ изъ количества энергіи, которое приходится на наиболѣе интенсивную волну спектра и которое пропорціонально пятой степени температуры (это — законы Стефана и Больцманна), или въ третьихъ, изъ формулы Вина (Wien), по которой произведеніе длины наиболѣе интенсивной волны на температуру равно одному постоянному числу, или, наконецъ, въ-четвертыхъ, изъ количества энергіи любой волны спектра по закону, найденному Планкомъ (Planck). Всѣ эти опредѣленія для „чернаго“ тѣла даютъ одну и ту же температуру. Но къ тѣлу не „черному“ они собственно непримѣнимы, а поэтому и даютъ разнорѣчивые результаты, какъ, напримѣръ, въ случаѣ ауэровскихъ горѣлки, изслѣдованной Рубенсомъ (Rubens). Такъ обстоитъ и съ солнцемъ. По крайней мѣрѣ, если пользоваться измѣреніями энергіи для отдѣльныхъ волнъ солнечнаго спектра, сдѣланными Ланглеемъ (Langley), то получаются числа отъ 3000 сплошь до 28 000 градусамъ. Поэтому утвержденіе, что температура солнца равняется именно 6000 градусамъ, не имѣетъ научнаго основанія.

Отъ астрофизики — къ физиологіи. П. П. Лазаревъ прочелъ докладъ и демонстрировалъ рядъ опытовъ о слуховыхъ ощущеніяхъ, пользуясь коллекціей акустическихъ приборовъ покойнаго извѣстнаго своими работами въ области акустики физика Кёнига (Koenig), которая была приобретена въ Парижѣ для московской ушной клиники



на специально пожертвованные средства. Два разстроенных другъ относительно друга камертона, какъ извѣстно, даютъ бѣнія, число которыхъ въ секунду равно разности чиселъ колебаній дисгармонирующихъ тоновъ. Но, если эта разность становится такъ велика, что уже не различаются отдѣльные бѣнія, то вмѣсто нихъ можетъ получиться совершенно новый тонъ, высота котораго соответствуетъ числу колебаній, также равному разности чиселъ колебаній камертоновъ. Это такъ называемый комбинаціонный тонъ, на который указалъ Гельмгольцъ, и который возникаетъ въ самомъ ухѣ. Докладчикъ произвелъ эти комбинаціонные тоны; онъ провѣрилъ также на опытахъ теорію Гельмгольца, что тембръ звука зависитъ отъ содержащихся въ немъ обертоновъ, и что отдѣльные обертоны воспринимаются въ ухѣ каждый особыми, только на него настроенными резонирующими волокнами. Если это такъ, то требуется, чтобы сдвигъ фазъ между основнымъ тономъ и обертонами не измѣнялъ тембра звука, въ виду того, что волокна-резонаторы въ ухѣ воспринимаютъ каждый тонъ и обертонъ, какъ самостоятельное колебаніе, независимо отъ того, въ какомъ составѣ тоновъ онъ встрѣчается. Такъ и оказывается на опытѣ: сдвигъ фазъ не мѣняетъ тембра. Если на каждый тонъ реагируютъ особые волокна, на него настроенные, то слѣдуетъ ожидать, что эти же волокна и могутъ потерпѣть поврежденія отъ сильнаго дѣйствія какого-либо одного тона, въ то время какъ всѣ остальные, настроенные на другіе тоны, останутся невредимыми. Указанія на такія мѣстно ограниченныя поврежденія, дѣйствительно, какъ будто имѣются въ новѣйшихъ физиологическихъ экспериментахъ надъ животными.

Резонансъ, съ которымъ мы здѣсь познакомились въ человѣческомъ ухѣ, играетъ роль во всѣхъ областяхъ физики. Въ рядѣ демонстрацій, посвященныхъ явленію резонанса, А. А. Эйхенвальдъ, между прочимъ, показалъ эффектныя дѣйствія Румкорфова индуктора, вторичная катушка котораго съ приключенной къ ней цѣпью настроена на колебанія проходящаго по первичной катушкѣ переменнаго городского тока.

Рядъ интереснѣйшихъ демонстраціонныхъ опытовъ былъ посвященъ ученію о волнахъ. Очень изящные опыты показавъ Е. В. Богословскій, демонстрировавшій поверхностные (капиллярныя) волны въ жидкости, возбуждаемыя колеблющимся подѣ дѣйствіемъ электромагнитна шарикомъ или пластинкой. Въ первомъ случаѣ получаются кругообразныя, во второмъ — плоскія волны. На нихъ можно демонстрировать всѣ законы волнообразныхъ движеній; отраженіе, преломленіе, дифракцію, интерференцію при проходѣ черезъ рѣшетку и т. д.

Опыты съ незатухающими электромагнитными волнами были показаны П. Н. Лебедевымъ и Н. К. Щодро. Электрическія колебанія, получаемыя при разрядѣ искры въ вибраторѣ Герца или въ цѣпи съ емкостью и самоиндукціей имѣютъ довольно сильное затуханіе, т. е. ихъ амплитуда очень быстро убываетъ. Незатухающія колебанія получаются въ такой же цѣпи съ емкостью и самоиндукціей, если ее включить параллельно вольтовой дугѣ. Сначала такимъ способомъ были получены только очень медленныя коле-



банія, которая выбирующая дуга способна передать воздуху и которая наше ухо воспринимаетъ какъ звукъ, — это поющая дуга Дудделя (Duddell). П. Н. Лебедевъ ее демонстрировалъ и показалъ происходящія въ ней вибраціи при помощи вращающагося зеркала. Въ беспроволочную телеграфію назатухающія волны были введены Паульсеномъ (Poulsen), которому удалось получить ихъ болѣе частыми — примѣрно, миллионъ колебаній въ секунду. При этомъ длина волны еще равна сотнямъ метровъ. Недавно Н. К. Щодро въ лабораторіи Московскаго физическаго института получилъ такіа незатухающія волны частоты Герцевскаго вибратора, для которыхъ длина волны уже измѣряется въ сантиметрахъ.

Съ такими волнами, длиною лишь въ 6 сантиметровъ, онъ повторилъ на Съѣздѣ классическіе опыты Герца, доказывающіе ихъ отраженіе, поляризацию и преломляемость въ призмахъ. Герцъ, какъ извѣстно, также показалъ, что исходящія отъ вибратора поляризованныя электромагнитныя волны не проходятъ черезъ металлическую рѣшетку, прутья которой параллельны вибратору. Этотъ опытъ былъ показанъ на Съѣздѣ А. А. Эйхенвальдомъ съ еще болѣе короткими электромагнитными волнами, чѣмъ упомянутыя волны Н. К. Щодро, а именно — со свѣтовыми волнами. Онъ повторилъ опытъ Брауна (Braun), состоящій въ слѣдующемъ: если расположить на стеклѣ тонкую прямую металлическую проволоку и пропустить черезъ нее мощный конденсаторный разрядъ, то проволока распыляется, при чемъ частицы ея отлетаютъ по стеклу нормально въ обѣ стороны и образуютъ на стеклѣ чрезвычайно тонкую, невидимую рѣшетку. Она настолько тонка, что, будучи поставлена въ ходъ поляризованнаго свѣтового луча, оказываетъ на него то же самое дѣйствіе, какъ грубая металлическая рѣшетка на Герцевскія волны. Вращая нашу тонкую рѣшетку, мы получаемъ такое положеніе, когда весь (поляризованный) свѣтъ проходитъ, затѣмъ нормально къ этому положенію (послѣ поворота въ  $90^\circ$ ) другое положеніе, когда свѣтъ совсѣмъ не проходитъ, а въ промежуткѣ — частичную задержку и частичное прохождение свѣта, при чемъ мѣняется плоскость поляризаціи. Все это точь-въ-точь какъ съ крупными рѣшетками для большихъ электромагнитныхъ волнъ.

Наряду съ засѣданіями секціи члены Съѣзда могли осматривать лабораторіи всѣхъ московскихъ высшихъ учебныхъ заведеній, городскихъ учрежденій, какъ станціи трамвая, телефона и электрическаго освѣщенія и т. д. Въ физическомъ институтѣ университета была устроена интересная выставка физическихъ приборовъ русскихъ и иностранныхъ фирмъ, которую здѣсь воспроизвести, конечно, невозможно.

Заканчивая свой отчетъ о XII Съѣздѣ, я хотѣлъ бы еще обратить вниманіе на одно обстоятельство, которое, мнѣ кажется, надо имѣть въ виду при устройствѣ слѣдующаго Съѣзда. Мое замѣчаніе тѣмъ менѣе можетъ быть для кого-либо обиднымъ, что основная его мысль была принята въ формѣ пожеланія на соединенномъ засѣданіи



секцій физики и химіи. Подобные Съѣзды преслѣдуютъ двоякую цѣль. Во-первыхъ, они служатъ общенію разрозненныхъ ученыхъ силъ, и, во-вторыхъ, они являются разсадникомъ естественно-научныхъ знаний въ болѣе широкихъ кругахъ. Соответственно этой двоякой задачѣ и доклады на секціи легко дѣлятся на два разряда: на спеціальныя доклады, интересные и доступные лишь ученымъ-спеціалистамъ, и на рефераты, обзоры и демонстративные опыты, вполне понятные какъ ученымъ другихъ спеціальностей, желающимъ познакомиться съ успѣхами смежныхъ наукъ, такъ и болѣе широкой образованной публикѣ, среди которой особенно многочисленны преподаватели различныхъ среднихъ школъ, посѣщающіе Съѣзды съ цѣлью сохранить связь съ прогрессомъ науки. Въ интересахъ большаго порядка вообще, но въ особенности въ интересахъ болѣе широкой публики было бы очень желательно, если бы удалось и вышнимъ образомъ, отдѣлить другъ отъ друга спеціальныя и болѣе общедоступныя доклады назначая для послѣднихъ особыя, — примѣрно, вечернія, — засѣданія. Этимъ устранилась бы несомнѣнно существовавшая на Московскомъ Съѣздѣ трудность разунать, какіе доклады будутъ болѣе общіе, какіе — спеціальныя. Такое вышнее раздѣленіе способствовало бы и большей цѣльности впечатлѣнія и привело бы, вѣроятно, само собой къ тому, чтобы совокупность рефератовъ-обзоровъ — которыхъ, какъ видно изъ настоящаго отчета, и на Московскомъ Съѣздѣ было отнюдь не мало — приблизилась къ идеалу всесторонняго освѣщенія новѣйшаго научнаго прогресса. Если въ этомъ замѣчаніи содержится нѣкоторая критика Московскаго Съѣзда, то надо напомнить и о томъ, что этотъ Съѣздъ отдѣленъ отъ предыдущихъ многолѣтнимъ перерывомъ, и что онъ былъ такъ многолюденъ, какъ ни одинъ изъ его предшественниковъ. Естественно поэтому, что именно на немъ должны были обнаружиться нѣкоторыя новыя потребности. Какъ сама наука, такъ и посвященные ей съѣзды, развиваясь, могутъ и должны совершенствоваться.

А. Голлосъ.

## РЕЦЕНЗІИ.

**В. В. Стратоновъ.** *Солнце.* Популярная астрономическая монографія. Изданіе автора. 1910. Выпуски 1—5.

Имя В. В. Стратонова хорошо извѣстно спеціалистамъ-астрономамъ — и не только русскимъ. Дебютировавъ прекрасной работой о вращеніи солнца по движеніямъ солнечныхъ факеловъ, исполненной въ Пулковской обсерваторіи, авторъ разсматриваемой книги вскорѣ получилъ возможность продолжать работу болѣе широко въ качествѣ астрофизика обсерваторіи въ Ташкентѣ, гдѣ имъ и былъ выпущенъ рядъ трудовъ, въ томъ числѣ и наиболѣе важный изъ всѣхъ трудовъ автора — о строеніи вселенной, съ великолѣпными картами распределенія звѣздъ.

Уже много времени прошло, однако, какъ авторъ оставилъ чисто-научную дѣятельность. Русская дѣятельность обставляетъ ее такими условіями, такъ мало цѣнить спеціальныя научныя знанія и подготовку, что



нужно много самопожертвования, почти аскетизма, чтобы въ провинціальной глуши отдать себя чистой наукѣ. Но старая закваска беретъ свое, и авторъ не покинулъ той области, гдѣ онъ началъ свою дѣятельность: передъ нами лежатъ пять выпусковъ великолѣпно — совсѣмъ не на русской образецъ — выполненнаго изданія: „Солнце“.

Въ вышедшихъ выпускахъ помѣщены двѣ главы. Послѣ краткаго, красиво задуманнаго вступленія авторъ разсматриваетъ мѣсто, занимаемое солнцемъ во вселенной, при чемъ излагаетъ собственный взглядъ на строеніе звѣздной системы. Здѣсь рецензентъ можетъ только пожалѣть, что авторъ пожертвовалъ собою общему плану книги и не остановился подробнѣе на столь интересующемъ теперь научную мысль вопросѣ о строеніи нашей вселенной. Послѣ этого авторъ переходитъ къ обзору солнечной системы: ея состава, движеній въ ней, явленій и фактовъ, связанныхъ съ этими движеніями, и т. д. Первая глава заканчивается разсмотрѣніемъ элементовъ солнца, его величины, массы и пр.

Во второй главѣ авторъ переходитъ къ изученію самого солнца. Первая часть ея посвящена описанію различныхъ методовъ наблюденія солнца: визуальнаго, фотографическаго и спектральнаго. Рецензенту думается, что здѣсь было бы умѣстно подчеркнуть и значеніе фотометрическихъ измѣреній, дающихъ такіе важные результаты, напримѣръ, въ вопросѣ о поглощеніи въ атмосферѣ солнца. Послѣ этого авторъ разсматриваетъ строеніе поверхности солнца и различныхъ его оболочекъ. Начавъ съ фотосферы съ ея факелами, флоккулами и пятнами, онъ послѣдовательно разсматриваетъ болѣе высокіе слои солнечной оболочки: обращающій слой, хромосферу, протуберанцы и корону. Глава заканчивается описаніемъ явленій, происходящихъ въ солнцѣ: зодіакальнаго свѣта съ противосіяніемъ и, наконецъ, явленій, производимыхъ отраженіями и преломленіями солнечныхъ лучей въ земной атмосферѣ.

Изложена книга легко и очень литературно. Авторъ не скупился на поэтическія цитаты, русскія и иностранныя, при чемъ нѣкоторые изъ послѣднихъ даетъ въ новомъ стихотворномъ переводѣ (напримѣръ, молитва Солнцу). Живое изложеніе несомнѣнно привлечетъ многихъ читателей, хотя, быть можетъ, слишкомъ строгій специалистъ найдетъ, что это иногда можетъ отвлекать вниманіе читателя въ сторону.

Такъ какъ „и на солнцѣ есть пятна“, а ошибокъ не дѣлаетъ только тотъ, кто ничего не дѣлаетъ, то не избѣгнулъ нѣкоторыхъ ошибокъ и авторъ. Такъ, не слѣдовало оставлять въ умѣ читателя впечатлѣнія, что моменты солнцестоянія и афелія или перигелія (стр. 17) совпадаютъ: хотя разница между ними не особенно велика, но все же эти моменты по существу независимы. Врядъ ли возможно также безоговорочное утвержденіе, что „кометы обходятъ вокругъ солнца такъ же, какъ и планеты“ (стр. 13).

Въ заключеніе нельзя не остановиться на чрезвычайно важной, по мнѣнію рецензента, сторонѣ такой книги: ея внѣшности, особенно въ отношеніи иллюстрацій. Немогимъ приходится разсматривать небо въ трубу, еще меньшему числу — въ хорошую, значительныхъ размѣровъ трубу. Современная техника иллюстраціонной репродукціи широко идетъ на помощь этой нуждѣ. И авторъ черпалъ изъ этого богатаго источника обильныя руки. Достаточно сказать, что въ книгѣ почти нѣтъ страницъ безъ рисунковъ, а на многихъ страницахъ есть два-три рисунка. Особенно хороши рисунки на отдѣльныхъ таблицахъ, исполненныхъ въ одну или въ нѣсколько красокъ (рисунки Марса, Сатурна и пр.) Авторъ не останавливался и передъ хлопотами добыванія оригинальныхъ иллюстрацій. Въ книгѣ имѣются, напримѣръ, репродукціи спектрогелиографическихъ снимковъ Гелія, сдѣланныхъ специально для автора.

Конечно, и на этой сторонѣ „Солнца“ есть, если не пятна, то пятнышки, и рецензенту думается, что авторъ могъ бы шире воспользоваться рисунками русскихъ наблюдателей: рисунки солнечныхъ пятенъ Ганскаго, конечно, не уступаютъ рисункамъ Секки, спектръ „вспышки“ авторъ могъ бы найти въ работахъ Донича и т. д.



Но, разумеется, указанные недостатки почти неизбежны при всякой работе или менее крупной работе, и мы только выразим надежду, что в следующем издании своей книги автор обратит внимание и на эти стороны.

Оригинальные работы такого рода на русском языке так редки, затронутая тема так глубоко важна и интересна и автор вложил в свою книгу столько труда, средств и искренней любви, что мы можем только пожелать книг самого широкого успеха.

А. Орбинский.

## ЗАДАЧИ.

Подъ редакціей приватъ-доцента Е. Л. Буницкаго.

Редакция просит не помещать на одномъ и томъ же листѣ бумаги 1) дѣловой переписки съ канторой, 2) рѣшеній задачъ, напечатанныхъ въ „Вѣстникѣ“, и 3) задачъ, предлагаемыхъ для рѣшенія. Въ противномъ случаѣ редакция не можетъ поручиться за то, чтобы она могла своевременно принять мѣры къ удовлетворенію нуждъ корреспондентовъ.

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

№ 246 (5 сер.). Рѣшить систему уравненій

$$\frac{ax^3}{x-a} = \frac{by^3}{y-b} = x^3 + y^3.$$

Е. Григорьевъ (Казань).

№ 247 (5 сер.). Рѣшить уравненіе

$$\sqrt[3]{b+x} + \sqrt[3]{b+x} = \frac{c\sqrt{x}}{a}$$

Г. Отпоковъ (Вильна).

№ 248 (5 сер.). Доказать справедливость тождества

$$\frac{a^2b^2c^2}{(r_a+r_b)(r_b+r_c)(r_c+r_a)} = \frac{4RS^2}{r_ar_b+r_br_c+r_cr_a}$$

гдѣ  $a, b, c$  — стороны,  $S$  — площадь,  $R, r, r_a, r_b, r_c$  — радіусы описаннаго, вписаннаго и выѣписанныхъ круговъ нѣкотораго треугольника.

П. Безчеревныхъ (Козловъ).

№ 249 (5 сер.). Кусокъ папки имѣетъ видъ выпуклаго многоугольника, описаннаго около круга даннаго радіуса  $r$ . Внутри этого многоугольника строятъ другой многоугольникъ, стороны котораго параллельны соответственно сторонамъ перваго многоугольника и удалены отъ нихъ на одно и то же разстояніе. Изъ каждой вершины втораго многоугольника опускаютъ перпендикуляры на тѣ двѣ стороны перваго, которыя соответственно параллельны сторонамъ, сходящимся во взятой вершинѣ, и вырѣзываютъ чetyреугольники,



составленные этими перпендикулярами и сторонами, на которые они опущены. Из оставшейся папки (сгибая по сторонам внутреннего многоугольника) склеивают коробку. При какомъ разстояніи между соответственно параллельными сторонами обоихъ многоугольниковъ объемъ коробки будетъ наибольшій?

Н. С. (Одесса).

№ 250 (5 сер.). Найти сумму  $n$  членовъ ряда

$$\operatorname{cosec} a \operatorname{cosec} 2a + \operatorname{cosec} 2a \operatorname{cosec} 3a + \dots + \operatorname{cosec} (n-1)a \operatorname{cosec} na + \dots$$

(Занимств.).

№ 251 (5 сер.). Определить коэффициенты  $A$  и  $B$  такъ, чтобы многочленъ

$$x^6 + Ax^5 + (2A+1)x^4 + Bx^3 + (2A+1)x^2 + Ax + 1$$

дѣлился на возможно болѣе высокую степень двучлена  $x+1$ ; найти показатель этой степени.

(Занимств.).

## РѢШЕНИЯ ЗАДАЧЪ.

№ 162 (5 сер.) *Прямая, соединяющая середину основанія треугольника съ центромъ вписаннаго круга, равно отстоитъ отъ вершины треугольника и отъ точки, въ которой кругъ касается основанія треугольника.*

Пусть  $AM$  — медиана,  $AE$  — биссектриса,  $O$  — центр вписаннаго круга треугольника  $ABC$ ,  $N$  — точка касанія вписаннаго круга со стороною  $BC$ . Назовемъ черезъ  $a, b, c, p$  стороны и полупериметръ треугольника. Если  $b = c$ , то изъ факта совпаденія биссектрисы, медианы и высоты, проведенныхъ изъ вершины  $A$ , мы выводимъ (замѣчая, что  $O$  лежитъ на  $AE$ ), что прямая  $MO$  проходитъ въ этомъ случаѣ черезъ точки  $N$  и  $A$  и отстоитъ, такимъ образомъ, отъ каждой изъ этихъ точекъ на разстояніе, равное нулю. Пусть теперь  $b$  и  $c$  неравны, напримѣръ, для большей опредѣленности,  $b > c$ . Согласно съ известнымъ свойствомъ биссектрисы, легко находимъ:

$$BE = \frac{ac}{b+c}, \quad (1)$$

$$EC = \frac{ab}{b+c}. \quad (2)$$

Такъ какъ  $O$  лежитъ въ точкѣ встрѣчи биссектрисъ, то  $CO$  есть биссектриса треугольника  $ACE$ , а потому [см. (2)]:

$$\frac{OE}{AO} = \frac{EC}{AC} = \frac{ab}{(b+c)b} = \frac{a}{b+c}. \quad (3)$$

Далѣе, находимъ, замѣчая, что по условію  $b > c$ ,

$$BM - BN = \frac{a}{2} - (p - b) = \frac{a}{2} - \frac{a+c-b}{2} = \frac{b-c}{2} = NM \quad (4)$$

и [см. (1)]

$$BM - BE = \frac{a}{2} - \frac{ac}{b+c} = \frac{ab+ac-2ac}{2(b+c)} = \frac{a(b-c)}{2(b+c)} = EM, \quad (5)$$



а потому [см. (4), (5)]

$$\frac{MN}{ME} = \frac{(b-c) \cdot 2(b+c)}{2a(b-c)} = \frac{b+c}{a} \quad (6)$$

Пусть прямая  $MO$  встречает сторону  $AN$  в точкѣ  $D$ . Тогда, по теоремѣ Менелая, примененной къ треугольнику  $ANE$  и сѣкущей  $MD$ , имѣемъ:

$$\frac{MN \cdot OE \cdot DA}{ME \cdot AO \cdot ND} = 1 = \frac{MN \cdot OE \cdot DA}{ME \cdot AO \cdot ND},$$

или см. (3), (6)]

$$1 = \frac{b+c}{a} \cdot \frac{a}{b+c} \cdot \frac{DA}{ND} = \frac{DA}{ND},$$

откуда  $DA = ND$ . Опустивъ изъ  $N$  и  $A$  перпендикуляры  $Nx$  и  $Ay$ , имѣемъ изъ прямоугольныхъ треугольниковъ  $DAy$  и  $NDx$ , равныхъ по равенству острыхъ угловъ при вершинѣ  $D$  и гипотенузъ  $DA$  и  $ND$ ,  $Nx = Ay$ ; итакъ, прямая  $MO$  равно отстоитъ отъ точки касанія  $N$  и вершины  $A$ .

Укажемъ еще одно доказательство данной теоремы. Опуская перпендикуляры  $OP$  и  $OQ$  на  $AB$  и  $AC$ , имѣемъ:  $OP = OQ = ON = r$ , гдѣ  $r$  — радиусъ круга вписаннаго. Исключимъ, какъ и раньше, изъ разсмотрѣннаго случая  $b = c$  и предположимъ, что  $b > c$ . Затѣмъ выводимъ, какъ и раньше, равенства (4) и (5), изъ которыхъ мы выводимъ, что точки  $B, N, E, M, C$  расположены на  $BC$  въ указанной послѣдовательности, такъ какъ  $BN < BE < BM < BC$ . Отсюда, замѣчая, что  $O$  лежитъ на  $AE$ , мы выводимъ, что  $O$  лежитъ внутри треугольника  $AMB$ . Принимая во вниманіе равенство  $BM = MC$ , находимъ:

$$\text{пл. } AOMB + \text{пл. } AOM = \text{пл. } ABM = \text{пл. } AMC = \text{пл. } AOMC - \text{пл. } AOM,$$

откуда [см. (4)]

$$2 \text{ пл. } AOM = \text{пл. } AOMC - \text{пл. } AOMB = \text{пл. } AOC + \text{пл. } OMC - \text{пл. } AOB - \text{пл. } OMB =$$

$$= \text{пл. } AOC - \text{пл. } AOB = \frac{AC \cdot OQ}{2} - \frac{AB \cdot OP}{2} = \frac{br}{2} - \frac{cr}{2} = \frac{(b-c)r}{2} =$$

$$= NM \cdot ON = 2 \text{ пл. } NOM, \quad \text{пл. } AOM = \text{пл. } NOM.$$

Итакъ, треугольники  $AOM$  и  $NOM$  равновелики, откуда, замѣчая, что они имѣютъ общее основаніе  $MO$ , выводимъ, что прямая  $MO$  равно отстоитъ отъ точекъ  $N$  и  $A$ .

Б. Двойринъ (Одесса); Н. С. (Одесса).

№ 165 (5 сер.). Рѣшить систему уравненій

$$x + y = 1, \quad xy + z + y = 3, \quad xv + yz = -\frac{1}{4}, \quad zy = -\frac{13}{16}.$$

Изъ перваго изъ данныхъ уравненій находимъ:

$$x = 1 - y. \quad (1)$$



Подставляя это значение  $x$  въ остальные уравненія, имѣемъ:

$$(1-y)y+z+v=3, \quad (2)$$

$$(1-y)v+yz=-\frac{1}{4}, \quad (3)$$

$$zv=-\frac{13}{16}. \quad (4)$$

Изъ равенства (3) находимъ (предполагая, что  $v \neq z$ ):

$$y = \frac{v + \frac{1}{4}}{v - z}.$$

Подставляя это значеніе  $y$  въ уравненіе (2), имѣемъ:

$$\left(1 - \frac{v + \frac{1}{4}}{v - z}\right) \frac{v + \frac{1}{4}}{v - z} + z + v = 3,$$

или

$$\frac{\left(-z - \frac{1}{4}\right)\left(v + \frac{1}{4}\right)}{(v - z)^2} + z + v = 3, \quad \frac{-zv - \frac{1}{16} - \frac{1}{4}(v + z)}{(v - z)^2} + z + v = 3.$$

Принимая во вниманіе равенство (4), послѣднее уравненіе можно записать въ видѣ:

$$\frac{\frac{13}{16} - \frac{1}{16} - \frac{1}{4}(v + z)}{(v - z)^2} + z + v = 3, \quad \frac{3 - (v + z)}{4(v - z)^2} + (v + z) - 3 = 0,$$

или

$$4(v - z)^2[(v + z) - 3] - [(v + z) - 3] = 0, \\ [(v + z) - 3][4(v - z)^2 - 1] = 0. \quad (6)$$

Изъ уравненія (6) мы находимъ, что имѣетъ мѣсто одно изъ равенствъ:

$$v + z = 3, \quad (7)$$

$$v - z = \frac{1}{2}, \quad (8)$$

$$v - z = -\frac{1}{2}. \quad (9)$$

Рѣшая обычнымъ способомъ каждую изъ системъ уравненій (4) и (7), (4) и (8), (4) и (9), находимъ соотвѣтствующія значенія  $v$  и  $z$ ; подставляя эти значенія въ равенство (5), а затѣмъ найденныя значенія  $y$  въ равенство (1), находимъ слѣдующую таблицу рѣшеній предложенной системы:



$$(2) \quad v = -\frac{1}{4}, \quad \frac{13}{4}, \quad \frac{1+2i\sqrt{3}}{4}, \quad \frac{-1+2i\sqrt{3}}{4},$$

$$(3) \quad z = \frac{13}{4}, \quad -\frac{1}{4}, \quad \frac{-1+2i\sqrt{3}}{4}, \quad \frac{1+2i\sqrt{3}}{4},$$

$$(4) \quad y = 0, \quad 1; \quad 1 \pm i\sqrt{3}, \quad \pm i\sqrt{3},$$

$$x = 1, \quad 0; \quad \mp i\sqrt{3}, \quad 1 \pm i\sqrt{3}.$$

при чемъ соответствующія значенія  $x, y, z, v$  помѣщены въ одномъ столбцѣ (въ третьемъ и четвертомъ столбцѣ надо брать при  $\sqrt{3}$  одновременно либо верхніе, либо нижніе знаки;  $i = \sqrt{-1}$ ).

*П. Безчеревныхъ* (Козловъ); *Н. Казариновъ* (Пинега); *Б. Двойринъ* (Одесса).

**№ 166** (5 сер.). Доказать, что число

$$2^{2n} + 15n - 1$$

кратно 9 при всякомъ цѣломъ и неотрицательномъ  $n$ .

При  $n = 0$  рассматриваемое выраженіе, обращаясь въ нуль, кратно 9. Если  $n$  — число цѣлое и положительное, то, представляя данное выраженіе въ видѣ:

$$\begin{aligned} 2^{2n} + 15n - 1 &= 4^n + 15n - 1 = (3+1)^n - 3n - 1 + 18n = \\ &= \left[ 3^n + \dots + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} 3^2 \right] + 3n + 1 - 3n - 1 + 18n = \\ &= \left[ 3^n + \dots + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} 3^2 \right] + 18n \end{aligned}$$

и замѣчая, что выраженіе, заключенное въ квадратныя скобки, при  $n = 1$  обращается въ нуль, а при  $n > 1$  содержитъ лишь кратные 9 члены и потому всегда кратно 9, мы видимъ, что данное выраженіе тоже кратно 9 при  $n$  цѣломъ и положительномъ, такъ какъ  $18n$  также кратно 9.

*П. Безчеревныхъ* (Козловъ); *Б. Щигольевъ* (Варшава); *В. Богомолковъ* (Щацкъ); *Н. Казариновъ* (Пинега); *Б. Двойринъ* (Одесса).

(3)

$$\frac{1}{3} = 2 - 5$$

(9)

$$\frac{1}{3} = 2 - 5$$

Редакторъ приватъ-доцентъ **В. Ф. Каганъ.**

Издатель **В. А. Гернетъ.**



**А. П. ОХИТОВИЧЪ. Геометрія круга (Циклометрия).**

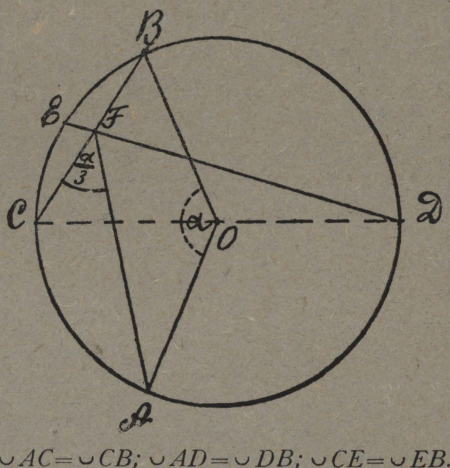
Рѣшеніе проблемы о геометрическомъ раздѣленіи дуги и угла на части пропорціональныя и равныя. Казань, 1908 г. Стр. XI+114+6=131. Цѣна 1 руб.

**А. П. ОХИТОВИЧЪ. Новый (неопредѣленный) методъ рѣшенія алгебраическихъ уравненій. Ч. I-я.**

Общее рѣшеніе уравненій первой степени: неопредѣленныхъ и опредѣленныхъ. Казань, 1900 г. 333 стр. Цѣна 2 р. 50 к.

*Обращаться въ книжные магазины:*

„Новаго Времени“ (СПБ., Москва, Харьковъ, Саратовъ, Одесса), Н. Н. Карбасникова (СПБ., Москва, Варшава, Вильна), А. А. Дубровина (Казань), „Общественная Польза“ (СПБ.), Оглоблина (Кіевъ), Т-ва Сытина (Москва), „Трудъ“ (Москва), „Сотрудникъ Школъ“ (Москва), Бельке (Кіевъ), „Товарищества“ (Самара), „Волжанинъ“ (Самара) и др.



**XXI г.**  
изданія.

**Открыта подписка на журналъ**

**1910 г.**

# „ВѢСТНИКЪ ВОСПИТАНІЯ“

Журналъ ставитъ своею задачею выясненіе вопросовъ образованія и воспитанія на основахъ научной педагогики, въ духѣ общественности, демократизма и свободного развитія личности. Съ этою цѣлью журналъ слѣдитъ за развитіемъ педагогическихъ идей, за современнымъ состояніемъ образованія и воспитанія въ Россіи и за границей и даетъ систематическіе отзывы о вновь выходящихъ книгахъ по педагогикѣ, естествознанію, общественнымъ наукамъ и другихъ, о дѣтскихъ журналахъ, общедоступныхъ и дѣтскихъ книгахъ. Кромѣ того, въ журналѣ помѣщаются научно-популярныя статьи по различнымъ отраслямъ знанія и искусства, литературно-педагогическіе очерки, рассказы, воспоминанія и проч.

Журналъ выходитъ 9 разъ въ годъ (въ теченіе лѣтнихъ мѣсяцевъ журналъ не выходитъ); въ каждой книжкѣ журнала болѣе 20 печатныхъ листовъ.

**Подписная цѣна:** въ годъ безъ доставки—5 руб., съ доставкой и пересылкой—6 р., въ полгода—3 р., съ пересылкой за границу—7 р. 50 к.; для студентовъ и недостаточныхъ людей цѣна въ годъ съ доставкой и безъ доставки—5 р.

Подписка принимается: въ Конторѣ редакціи (Москва, Арбатъ, Старо-Конюшенный пер., домъ № 32) и во всѣхъ крупныхъ книжныхъ магазинахъ обѣихъ столицъ. Гг. иногороднихъ просятъ обращаться прямо въ редакцію.

Редакторъ-издатель д-ръ Н. Ф. Михайловъ.



# Вѣстникъ Опытной Физики и Элементарной Математики.

Выходитъ 24 раза въ годъ отдѣльными выпусками, не  
менѣ 24 стр. каждый,

подъ редакціей приватъ-доцента В. Ф. Кагана.

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

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

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

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

**Важнѣйшія статьи, помѣщенные въ 1908-9 г.**

**40-ый семестръ.**

Проф. *А. Клоссовскій*. Магнитная съемка Россіи.—*Анри Пуанкаре*. Будущее математики.—*Дж. Томсонъ*. Корпускулярная теорія матеріи.—*К. Щербина*. Математика въ русской средней школѣ.—Проф. *А. Слаби*. Резонансъ и угасаніе электрическихъ волнъ.—*Б. Цомакониъ*. Опредѣленіе поверхности и объема шара, какъ предѣловъ поверхностей и объемовъ многогранниковъ.—Проф. *Г. Бруни*. Твердые растворы.—*Дм. Ефремовъ*. Нѣкоторыя свойства цѣлаго алгебраическаго многочлена 4-й степени.—*А. Турчиновъ*. Къ вопросу о несуществованіи нечетныхъ совершенныхъ чиселъ.—*А. Филипповъ*. По поводу „дѣленія безъ дѣленія и вычитанія“—*Л. Гюнтеръ*. Опредѣленіе разстояній солнца и луны отъ земли и ихъ параллаксъ въ прежнія времена и теперь.—Прив.-доп. *В. Лермантовъ*. Постановка приготовленія учителей физики въ Германіи.—*И. Точидоловскій*. Новѣйшіе успѣхи наблюдательной актинометріи.—*І. Лемуанъ*. Простое изложеніе ученія о всемірномъ тяготѣніи и о вычисленіи массъ въ солнечной системѣ.

**41-ый семестръ.**

Проф. *Ф. Клейнъ*. Лекціи по ариеметикѣ для учителей.—Проф. *В. Рамзай*. Благородные и радиоактивные газы.—Прив.-доп. *В. Казанъ*. О безконечно удаленныхъ элементахъ въ геометріи.—Проф. *А. Слаби*. Вязьпроводочный телефонъ.—*А. Филипповъ*. О періодическихъ дробяхъ.—*А. Мюллеръ*. Новое предложеніе о кругѣ.—*Анри Пуанкаре*. Математическое творчество.—*П. Зеemanъ*. Происхожденіе цвѣтовъ спектра.—*В. Гернетъ*. Обь единствѣ вѣщества.—*С. Ньюкомъ*. Теорія движенія луны.—*В. Ритцъ*. Линейные спектры и строеніе атомовъ.—*А. Кирилловъ*. Къ геометріи треугольника.—Проф. *Дж. Перри*. Преподаваніе математики въ связи съ преподаваніемъ естественныхъ наукъ.—*Э. Наннинъ*. О нѣкоторыхъ замѣчательныхъ плоскихъ кривыхъ.—*Э. Борель*. Методъ работы Пуанкаре.—Литература великаго теоремы Фермата.

**Условія подписки:**

Подписная цѣна съ пересылкой: за годъ **6 руб.**, за полгода **3 руб.** Учителя и учительницы низшихъ училищъ и всѣ учащіеся, выписывающіе журналъ **непосредственно изъ конторы редакціи**, платятъ за годъ **4 руб.**, за полугодіе **2 руб.** Допускается разсрочка подписной платы по соглашенію съ конторой редакціи. Книгопродавцамъ 5% уступки.

Журналъ за прошлые годы по 2 р. 50 к., а учащимся и книгопродавцамъ по 2 р. за семестръ. **Отдѣльные номера** текущаго семестра по 30 к., прошлыхъ семестровъ по 25 коп.

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