

№ 376.

# ВѢСТНИКЪ

ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ,

издаваемый

*В. А. Тернестомъ*

подъ редакціей

*Приватъ-Доцента В. Л. Кагана.*

XXXII-го Семестра № 4-й.

ОДЕССА.

Типографія Бланкоиздательства М. Шпенцера, ул. Новосельскаго, д. № 66.  
1904.



# ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1904 Г.

*Съ 1 октября 1903 года начался 7-й годъ изданія*

**ЕЖЕМѢСЯЧНАГО ИЛЛЮСТРИРОВАННАГО ЖУРНАЛА  
КНИЖНЫХЪ МАГАЗИНОВЪ ТОВАРИЩЕСТВА М. О. ВОЛЬФЪ**

## ИЗВѢСТІЯ

## ПО ЛИТЕРАТУРѢ, НАУКАМЪ И БИБЛІОГРАФІИ

Назначеніе журнала — дать читающей публикѣ возможность свое-  
временно слѣдить за всѣмъ, что есть новаго въ области литературы,  
наукъ и библіографіи у насъ въ Россіи и за границею. Въ этихъ видахъ  
журналъ «КНИЖНЫХЪ МАГАЗИНОВЪ ТОВАРИЩЕСТВА М. О. ВОЛЬФЪ ИЗВѢСТІЯ ПО ЛИТЕРАТУРѢ, НАУКАМЪ И БИБЛІО-  
ГРАФІИ» помѣщаетъ иллюстрированныя статьи и замѣтки по вопросамъ  
изъ указанной области, критическіе отзывы о наиболѣе выдающихся но-  
выхъ сочиненіяхъ, списки новыхъ книгъ и важнѣйшихъ журнальныхъ  
статей, русскихъ и иностранныхъ, свѣдѣнія о готовящихся къ пе-  
чати новыхъ изданіяхъ и проч. Особый отдѣлъ журнала посвященъ  
справкамъ, совѣтамъ и отвѣтамъ на предлагаемые читателями журнала  
вопросы.

Годовая подписная цѣна журнала на  
полувеленовой бумагѣ, съ доставкою и  
пересылкою . . . . .

**1 р.;**

изданіе на веле-  
новой бумагѣ

**2 р.**

Подписка и объявленія принимаются въ книжныхъ магазинахъ Товарищества  
М. О. Вольфъ.

С.-Петербургъ, Гостиный Дворъ, № 18 — Москва, Кузнецкій Мостъ № 12

Адресъ редакціи: С.-Петербургъ, Вас. Островъ, 16 лин., д. 5 — 7.



# Вѣстникъ Опытной Физики

И

## ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

31 Августа

№ 376.

1904 г.

**Содержаніе:** Физиологическая механика. (Окончаніе). Проф. О. Fischer'a. — Отчетъ о конференціяхъ преподавателей математики и физики въ Парижскомъ Педагогическомъ Музеѣ. (Окончаніе). М. Ascoli. — Приборъ для доказательства закона Паскаля въ газахъ. Г. Пфлаума. — Научная хроника: Опытъ беспроволочнаго телеграфирования профессора Slaby. Атмосферы планетъ. — Задачи для учащихся, №№ 520—525 (4 сер.). — Рѣшенія задачъ, №№ 435, 438, 440. — Книги и брошюры, поступившія въ редакцію. Объявленія.

### Физиологическая механика.

Профессора О. Fischer'a.

Переводъ съ нѣмецкаго.

(Окончаніе \*).

Что касается *кинетическихъ* проблемъ физиологической механики, то здѣсь раньше всего нужно найти уравненія движеній человѣческаго тѣла и тѣла животныхъ. Чтобы вывести эти уравненія, удобно исходить изъ дифференціальныхъ уравненій Лагранжа второго рода: выбираются координаты, которыя однозначно опредѣляютъ форму и положеніе живого тѣла. Чтобы опредѣлить однозначно положеніе человѣческаго тѣла въ пространствѣ, нужно знать три обыкновенныя координаты какой-либо точки тѣла, напримѣръ, его центра тяжести, и кромѣ того нужно еще задать угловыя координаты, опредѣляющія положеніе въ пространствѣ тѣхъ  $n$  частей тѣла, на которыя это послѣднее мысленно предполагается разложеннымъ. Если бы всѣ суставы были шаровыми, т. е. обладали тремя степенями свободы, то для опредѣленія положенія каждой части тѣла понадобились бы три

\*) См. № 375 „Вѣстника“.



угловые координаты, напимѣрь, такъ называемые несимметричныя Эйлеровы углы; всего мы бы имѣли  $3n + 3$  независимыхъ координатъ; разумѣется, таково же было бы число степеней свободы, которыми располагала бы вся сочленованная система. Въ дѣйствительности, однако, достаточно задать меньшее число независимыхъ координатъ, потому что большинство суставовъ располагаетъ меньшимъ, чѣмъ три, числомъ степеней свободы. Если же принять во вниманіе исключительно тѣ движенія всего тѣла, которыя происходятъ параллельно неподвижной плоскости, то мы будемъ имѣть всего  $n + 2$  независимыхъ координатъ системы и такое же число степеней свободы: въ этомъ случаѣ двухъ координатъ достаточно для однозначнаго опредѣленія положенія общаго центра тяжести, и по одному углу—для однозначнаго опредѣленія направленія каждой части тѣла. Напимѣрь, ходьба человѣка въ неизмѣнномъ направленіи можетъ быть разсматриваема, какъ движеніе параллельно неподвижной плоскости: при этомъ не принимаются во вниманіе ни боковыя колебанія туловища и конечностей, ни вращеніе ихъ вокругъ своихъ продольныхъ осей.

Въ виду многочисленности независимыхъ координатъ, число уравненій движенія также велико; кромѣ того, всѣ эти уравненія по формѣ своей весьма длинныя, сложныя и запутанныя, что дѣлаетъ весьма затруднительнымъ пользованіе ими для рѣшенія кинетическихъ задачъ. Поэтому жизненной задачей фізіологической механики является возможное упрощеніе формы уравненій съ цѣлью ихъ примѣненія къ вычисленіямъ.

Можно показать, что весьма существенное упрощеніе задачи и большая наглядность ея достигаются введеніемъ опредѣленныхъ системъ массъ и разсмотрѣніемъ опредѣленныхъ точекъ внутри отдѣльныхъ членовъ тѣла. Принципъ, которымъ руководствуются при установкѣ этихъ массъ и точекъ, состоитъ въ слѣдующемъ: примемъ, что въ каждомъ суставѣ находится неизмѣнная центральная точка (для болѣе крупныхъ суставовъ предположеніе это весьма близко къ дѣйствительности); примемъ далѣе, что въ центрѣ каждаго сустава, ограничивающаго собою какую-либо часть тѣла, сосредоточена масса той части тѣла, которая отпала бы, если бы мы разрѣзали данный суставъ. Согласно такому предположенію, массы правой голени и ноги оказались бы сконцентрированными въ правомъ коленномъ суставѣ, а массы туловища, головы, всей лѣвой ноги и обѣихъ рукъ—въ правомъ бедряномъ суставѣ. Такимъ образомъ каждой части тѣла соответствуетъ система массъ; и эти системы заключаютъ въ себѣ въ совокупности всю массу человѣческаго тѣла. Эту систему я буду обозначать терминомъ: „*редуцированная система*“, соответствующая данной части тѣла“. Легко видѣть, что центръ тяжести каждой редуцированной системы находится въ опредѣленной точкѣ той части тѣла, которая лежитъ въ основѣ данной системы; этотъ центръ тяжести я буду называть „*главной точкой*“ данной части



тѣла". Отрѣзки, соединяющіе главную точку части тѣла съ центральными точками ограничивающихъ ее сочлененій, мы будемъ называть *главными отрѣзками* данной части тѣла.

Легко замѣтить, что въ механикѣ  $n$ -членной сочленованной системы, независимо отъ того, идетъ ли рѣчь о человѣческомъ тѣлѣ или о какой-либо сложной машинѣ, главные точки играютъ приблизительно такую же роль, какъ центръ тяжести въ механикѣ простой неизмѣняемой системы.

Замѣтимъ, что главные точки отдѣльныхъ частей тѣла находятся въ тѣсной связи какъ съ безпрестанно мѣняющимъ свое положеніе центромъ тяжести всей системы, такъ и съ центрами тяжести тѣхъ отдѣльныхъ частей тѣла, которыя получаютъ, если соединить по нѣскольку вмѣстѣ которые-нибудь изъ  $n$  членовъ системы. А именно, исходя изъ какой-либо главной точки человѣческаго тѣла, отложимъ геометрическую сумму  $n-1$  главныхъ отрѣзковъ, соответствующихъ прочимъ частямъ тѣла, выбирая при этомъ тѣ главные отрѣзки, которые внутри человѣческаго тѣла находятся ближе къ исходной главной точкѣ; тогда конецъ вектора—суммы представить собою центръ тяжести всей системы.

Другое свойство главныхъ точекъ стоитъ въ связи съ только что изложеннымъ и заключается въ слѣдующемъ: каждая главная точка части тѣла является въ то же время точкой приложенія направленной вертикально внизъ результирующей, съ которой тяжесть всего тѣла дѣйствуетъ на соответственную часть его, съ одной стороны, непосредственно, съ другой стороны,—статически черезъ сочлененія.

Разсмотрѣніемъ главныхъ точекъ достигается еще существенное упрощеніе задачи о нахожденіи живой силы сочленованной системы, совершающей какое-либо движеніе. Упрощеніе это обусловливается слѣдующимъ свойствомъ главныхъ точекъ. Если сообщить системѣ безконечно малое перемѣщеніе, при которомъ общій центръ тяжести системы не мѣняетъ своего положенія, а равно и угловые координаты всѣхъ частей системы, кромѣ одной единственной части, остаются неизмѣнными—а измѣняются лишь угловые координаты этой части,—то такое перемѣщеніе сводится къ вращенію этой части съ одновременнымъ поступательнымъ движеніемъ всѣхъ прочихъ частей. При этомъ, если общій центръ тяжести системы сохраняетъ свое положеніе въ пространствѣ, то ось указанного вращенія должна проходить черезъ главную точку соответствующей части системы. Отсюда видно, что человѣческое тѣло (принимая его за  $n$ -членную систему) слѣдующимъ образомъ можетъ быть перемѣщено изъ любого даннаго положенія въ другое безконечно близкое, сохраняя неизмѣннымъ положеніе общаго центра тяжести: тѣлу сообщаютъ  $n$  послѣдовательныхъ безконечно-малыхъ перемѣщеній, состоящихъ каждое изъ безконечно-малаго вращенія одной части системы вокругъ оси, проведенной черезъ главную точку со-



отвѣтствующей части, и одновременнаго поступательнаго движенія всѣхъ прочихъ частей. Благодаря этому свойству главныхъ точекъ, нетрудно вычислить живую силу человѣческаго тѣла при всякомъ движеніи его вокругъ общаго центра тяжести; съ другой стороны, ту часть живой силы тѣла, которая соотвѣтствуетъ движенію общаго центра тяжести, нетрудно найти, основываясь на вышеуказанной связи между этой точкой съ главными точками.

Такимъ образомъ, центры тяжести редуцированныхъ системъ, т. е. главные точки соотвѣтственныхъ частей тѣла, играютъ важную роль при нахожденіи живой силы системы, а слѣдовательно, и для установленія уравненій движенія; аналогичнымъ образомъ существенное упрощеніе формулъ достигается введеніемъ моментовъ инерціи и радіусовъ инерціи редуцированныхъ системъ. Поэтому выраженія для живой силы системы, а также дифференціальныя уравненія движенія въ своемъ окончательномъ видѣ зависятъ явно лишь отъ совокупной массы всего тѣла, но не зависятъ отъ массъ отдѣльныхъ частей тѣла. Вліяніе этихъ отдѣльныхъ массъ на величину живой силы сказывается лишь въ длинѣ главныхъ отрѣзковъ и радіусовъ инерціи редуцированныхъ системъ.

Но самая существенная выгода, которую доставляетъ разсмотрѣніе редуцированныхъ системъ, состоитъ въ томъ, что, благодаря имъ, уравненія движенія въ своемъ окончательномъ видѣ получаютъ необычайно простую и наглядную интерпретацію. Напримѣръ, въ случаѣ движеній, параллельныхъ неподвижной плоскости, мы получимъ для тѣла, состоящаго изъ  $n$  членовъ, всего  $n+2$  дифференціальныхъ уравненій. Изъ нихъ два уравненія представляютъ собою выраженіе извѣстной теоремы о движеніи общаго центра тяжести. Прочія  $n$  уравненій выражаютъ собою слѣдующее: при движеніи параллельно нѣкоторой неподвижной плоскости какая-нибудь  $h$ -ая редуцированная система вращается вокругъ оси, проходящей перпендикулярно къ сказанной плоскости черезъ центръ тяжести этой системы, т. е. черезъ главную точку соотвѣтственной части тѣла такъ, какъ если бы, кромѣ силъ, непосредственно приложенныхъ къ этой части, всѣ силы, дѣйствующія на прочія части тѣла, были перенесены параллельно своему направленію въ ближайшую центральную точку сустава  $h$ -ой части тѣла: сюда надо еще присчитать, взятые въ обратномъ направленіи, тѣ силы, которыя, будучи самостоятельно приложены къ частямъ тѣла, сообщили бы имъ такіе же абсолютныя движенія, какія въ дѣйствительности имѣютъ мѣсто относительно вышеприведенной центральной точки  $h$ -го сустава. Эта простая интерпретація чрезвычайно запутанныхъ дифференціальныхъ уравненій, выражающихъ движенія отдѣльныхъ редуцированныхъ системъ, проливаетъ свѣтъ на взаимное вліяніе, которое оказываютъ другъ на друга различныя части тѣла въ своемъ движеніи; съ другой стороны, пользуясь этой же интерпретаціей



мы въ состояніи безъ особаго труда изобразить въ очень простой формѣ дифференціальныя уравненія, выражающія, въ какомъ отношеніи находятся главные точки къ общему центру тяжести и къ центрамъ тяжести отдѣльныхъ системъ.

Къ сожалѣнію, время вынуждаетъ меня ограничиться этими краткими указаніями; къ тому же, я хотѣлъ бы въ заключеніе сообщить Вамъ кое-что и о тѣхъ проблемахъ физиологической механики, которыя могутъ быть рѣшены, да отчасти уже и рѣшены, при помощи уравненій движенія.

Кинетическія проблемы физиологической механики дѣлятся по существу на двѣ группы.

Въ задачахъ первой группы вопросъ заключается въ томъ, чтобы найти, какія движенія частей тѣла вызовутъ сокращенія тѣхъ или другихъ мышцъ при данныхъ обстоятельствахъ, т. е. когда они одновременно подвергаются дѣйствію внѣшнихъ и внутреннихъ силъ. Во многихъ случаяхъ точнаго рѣшенія этой задачи нельзя найти, въ виду того, что мы не умѣемъ интегрировать соотвѣтствующія дифференціальныя уравненія. Замѣтимъ, что, поскольку въ этихъ задачахъ напряженіе мышцъ предполагается извѣстнымъ, интересъ, ими представляемый, носить болѣе теоретическій характеръ, чѣмъ практическій: до сихъ поръ еще не удалось ни измѣрить непосредственно на живомъ тѣлѣ напряженіе мышцъ, ни сообщить мускулу какимъ-либо способомъ, напиримѣръ, путемъ электрическаго раздраженія, напряженіе опредѣленной величины. Тѣмъ не менѣе, встрѣчаются и въ первой группѣ задачи, которыя можно рѣшить въ общемъ видѣ, такъ какъ въ нихъ не входитъ величина мышечнаго напряженія, и рѣшеніе ихъ не зависитъ отъ интегрируемости дифференціальныхъ уравненій. Сюда, напиримѣръ, относятся вопросы о томъ, каково дѣйствіе сокращающейся мышцы, изолированной отъ вліянія другихъ силъ и выведенной изъ состоянія покоя. Наибольшій интересъ здѣсь представляютъ не столько произведенныя мышцей движенія суставовъ, сколько соотношенія между возникающими въ различныхъ суставахъ начальными вращеніями; послѣднія, какъ показываютъ дифференціальныя уравненія, не зависятъ отъ величины мышечнаго напряженія. Если рассматриваему движенію системы предшествовало состояніе покоя, то малыя первоначальныя вращенія пропорціональны угловымъ ускореніямъ суставовъ; въ этихъ случаяхъ пренебрегаютъ угловыми скоростями, которыя въ такомъ движеніи вначалѣ равны нулю, а дифференціальными уравненіями пользуются для вычисленія соотношеній между угловыми ускореніями. Отношенія эти зависятъ отъ радиусовъ инерціи редуцированныхъ системъ и такъ называемыхъ главныхъ отрѣзковъ рассматриваемыхъ частей тѣла; эти же отношенія представляютъ собою *кинетическую мѣру* дѣйствія даннаго мускула.

Указаннымъ методомъ я опредѣлилъ кинетическую мѣру дѣлаго ряда мышцъ верхней и нижней конечностей. Особого вни-



манія заслуживаетъ слѣдующее обстоятельство: мышца дѣйствуетъ не только на тѣ суставы, съ которыми она находится въ непосредственной связи,—при ея сокращеніи возникаютъ вращенія даже такихъ суставовъ, которые, повидимому, находятся внѣ сферы дѣйствія рассматриваемой мышцы. Фактъ этотъ долгое время игнорировался анатомами и физиологами.

Перейдемъ теперь ко второй группѣ кинетическихъ задачъ, рассматриваемыхъ въ физиологической механикѣ: здѣсь предполагается заданное движеніе человѣческаго тѣла за весь изслѣдуемый промежутокъ времени, и спрашивается, какія мышцы или мышечныя группы, въ связи съ внѣшними силами, вызвали рассматриваемыя движенія и каковы напряженія этихъ мышцъ. Задачи эти, къ которымъ относятся также и вопросы чисто статическаго характера—вопросы о человѣческомъ тѣлѣ въ состояніи покоя,—имѣютъ важное значеніе для физиологіи. Въ нѣкоторомъ смыслѣ рѣшеніе этихъ задачъ представляетъ собою конечную цѣль всѣхъ изслѣдованій въ области мышечной динамики. Въ принципѣ всѣ эти задачи могутъ быть рѣшены помощью дифференціальныхъ уравненій: сколь угодно точное измѣреніе движеній живого тѣла, на примѣръ, во время локомоціи или при совершеніи какой-либо механической работы, есть лишь вопросъ техники; а коль скоро эти измѣренія выполнены, то можно для каждой фазы движенія опредѣлить всѣ величины, входящія въ дифференціальныя уравненія, а именно, скорости и ускоренія отдѣльныхъ частей тѣла и моменты вращенія внѣшнихъ силъ, къ которымъ относится, на примѣръ, сила тяжести.

Мгновенные фотографическіе снимки оказываютъ здѣсь неоцѣнимую услугу.

Для кинематическаго анализа какого-либо движенія человѣческаго тѣла достаточно эмпирически установить съ возможной точностью абсолютное движеніе отдѣльныхъ точекъ, цѣлесообразно выбранныхъ изъ различныхъ отдѣловъ тѣла. Наиболѣе точное рѣшеніе задачи достигается тѣмъ, что выбранныя точки заставляютъ свѣтитъ помощью электричества. Дѣлается это такъ: къ соотвѣтственнымъ мѣстамъ тѣла подносятъ либо разрядникъ, либо маленькія Гейслеровы трубки съ капиллярнымъ просвѣтомъ и пропускаютъ черезъ нихъ токъ отъ индуктора, замыканія котораго совершаются черезъ одинаковые промежутки времени, регулируемые помощью камертона. Тогда, съ помощью обыкновеннаго фотографическаго аппарата, легко получить мгновенные снимки движенія, рассматриваемаго со сколькихъ-угодно сторонъ. Дѣлается это въ темной комнатѣ, и при этомъ даже не приходится заботиться о мгновенномъ закрываніи аппарата, такъ какъ свѣтящійся объектъ самъ собою регулируетъ время экспозиціи: такимъ образомъ достигается полная одновременность снимковъ, изображающихъ съ различныхъ сторонъ движеніе въ одинъ и тотъ же моментъ,—одновременность, абсолютно необходимая для кинематическаго анализа движеній. Затѣмъ остается



лишь точно измѣрить серіи снимковъ на каждой пластинкѣ и отнести весь процессъ движенія къ какой-либо системѣ координатъ въ пространствѣ; установивъ эти координаты, приступаютъ къ кинематическому анализу.

Изложеннымъ эмпирическимъ путемъ можно получить подробныя кинематическія данныя объ изучаемомъ процессѣ движенія; тогда, при помощи дифференціальныя уравненій движенія, можно вычислить для каждой части тѣла результирующій моментъ вращенія всѣхъ мускуловъ, дѣйствующихъ на данную часть тѣла. Наконецъ, путемъ дальнѣйшаго изслѣдованія, относящагося къ мышечной статикѣ, можно вычислить, какая часть результирующаго момента вращенія приходится на долю каждаго мускула въ отдѣльности.

Всѣ работы, которыя были до сихъ поръ предприняты въ этомъ направленіи, касаются почти исключительно локомоціи людей и животныхъ.

Что касается локомоціи людей, то первыя относящіяся сюда обширныя и точныя работы принадлежатъ братьямъ Веберъ: изслѣдователи эти, помощью тѣхъ методовъ, которые были въ ихъ распоряженіи, первые пытались возможно точнѣе установить законы, которымъ подчинены процессы ходьбы, бѣганія и прыганія. Такъ какъ услугами моментальной фотографіи тогда еще нельзя было пользоваться, то имъ пришлось дополнять результаты своихъ измѣреній нѣсколькими гипотезами. Помощью этихъ измѣреній, гипотезъ и уравненій движенія Лагранжа, они построили свою теорію ходьбы, быстрого бѣганія и прыганія; теорія эта давала опредѣленное представленіе и о внѣшнихъ силахъ, вліяющихъ на движеніе общаго центра тяжести, и о взаимодѣйствіи между туловищемъ и конечностями. На дѣятельность отдѣльныхъ мышечныхъ группъ ихъ изслѣдованія не могли простирались: слишкомъ гипотетичны были тѣ кинематическія данныя, изъ которыхъ они исходили (новѣйшее изслѣдованіе признало ихъ несостоятельными), да и тѣ упрощенія, къ которымъ они прибѣгали при установленіи уравненій движенія, заходили слишкомъ далеко. Тѣмъ не менѣе, Веберова механика человѣческой ходьбы представляетъ собою первый опытъ разъяснить точными методами механики одинъ случай движенія человѣческаго тѣла.

Съ теченіемъ времени подробныя изслѣдованія выяснили механическія свойства всѣхъ крупныхъ отдѣловъ тѣла, поскольку эти свойства характеризуются положеніемъ центра тяжести и моментами инерціи; затѣмъ, благодаря новымъ методамъ и вспомогательнымъ средствамъ, въ особенности, благодаря моментальной фотографіи, была подробно изучена кинематика ходьбы и установлены дифференціальныя уравненія движенія человѣческаго тѣла; лишь тогда изслѣдованіе дало надежныя результаты о внѣшнихъ силахъ, въ частности, о реакціи почвы, и оказалось возможнымъ познакомиться отчасти и съ мышечными силами,



дѣйствующими между отдѣльными частями тѣла. вмѣстѣ съ тѣмъ, уже проложенъ путь къ точному рѣшенію многочисленныхъ задачъ статики, которыя относятся частью къ стоячему положенію тѣла, частью же къ другимъ положеніямъ покоя какъ всего тѣла, такъ и отдѣльныхъ его частей.

Однако, изслѣдованій этихъ ни въ коемъ случаѣ нельзя считать исчерпывающими: они представляютъ собою лишь фундаментъ той отрасли естествознанія, которую мы назвали физиологической механикой въ узкомъ смыслѣ слова; для естествоиспытателя здѣсь открывается еще обширное непочатое поле изслѣдованія.

Работа въ этой области тѣмъ благодарнѣе, что пока здѣсь еще очень мало работниковъ.

## Отчетъ о конференціяхъ преподавателей математики и физики въ Парижскомъ Педагогическомъ Музеѣ.

M. Ascoli.

*Переводъ съ французскаго.*

### III. Науки физическія.

*(Окончаніе \*).*

Роль экспериментальныхъ наукъ въ дѣлѣ развитія ума можетъ быть, по крайней мѣрѣ, столь же велика, какъ и роль наукъ математическихъ. Именно, экспериментальныя науки даютъ ученикамъ возможность уяснить себѣ смыслъ явленій, происходящихъ въ окружающей его природѣ, явленій, въ которыхъ обыкновенно трудно разобратся. „Экспериментальныя науки“, говоритъ Liard: „даютъ юношѣ знаніе двухъ важныхъ вещей и соотвѣтственно этому развиваютъ въ умѣ привычки, дѣлающія его дѣйствительно крупной силой. Во-первыхъ, онѣ даютъ знаніе положительной истины, т. е. установленнаго опытомъ факта, и, именно благодаря этому, онѣ вырабатываютъ въ умѣ привычку считать явленіе самостоятельнымъ фактомъ, вліять на который и измѣнять который можно только при посредствѣ другихъ явленій. Во-вторыхъ, экспериментальныя науки даютъ знаніе законовъ природы, т. е. знаніе отношеній отдѣльныхъ явленій между собой; благодаря этому, онѣ вырабатываютъ привычку считать обыкновенную истину не зависящей ни отъ нашихъ желаній, ни отъ нашей воли“.

L. Poinsagé прибавляетъ: „Хорошо усвоенный экспериментальный методъ не только развиваетъ духъ изслѣдованія и кри-

\*) См. № 375 „Вѣстника“.



тики, научая, какъ должно обращаться къ природѣ и заставляя ее отвѣчать; онъ служитъ, кромѣ того, школой научно направленаго воображенія, такъ какъ онъ долженъ научить владѣть научной индукціей, долженъ научить строить гипотезу. Гипотеза представляетъ собой существенный моментъ въ этой методѣ“.

Дедуктивное изложеніе, которое прежде господствовало въ этихъ индуктивныхъ наукахъ, не могло вырабатывать въ ученикахъ этихъ качествъ ума. Заставляя юношу только усвоить формулированный законъ, хотя бы даже подтвержденный простымъ опытомъ, какъ, напримѣръ, законъ Мариотта,—излагая ему тѣ ограниченія, при которыхъ законъ дѣйствительно справедливъ, было рѣшительно невозможно вызвать въ умѣ учащагося ясное представление объ экспериментальной истинѣ, о степени ея достоверности. Важность физическихъ законовъ, которые представлялись чѣмъ-то даннымъ *a priori*, а не безусловно необходимыми выводами изъ фактовъ, совершенно ускользала отъ учащихся; роль опыта, который сводился къ простой проверкѣ высказанной истины, являлась въ совершенно ложномъ свѣтѣ. Мало того, ученики выносили убѣжденіе, что та или иная болѣе или менѣе сложная постановка опыта необходима для проверки того или другого закона; приборъ, описанный съ массою деталей, занималъ въ памяти учащагося то мѣсто, которое должно было принадлежать самому закону.

Чтобы изученіе физики дѣйствительно имѣло воспитательное значеніе, необходимо заставить учащагося пройти тотъ путь, которымъ шла сама наука въ своемъ развитіи. Само собою разумѣется, что подъ руководствомъ учителя этотъ путь будетъ пройденъ быстро и лишніе препятствія будутъ съ него удалены. Но тогда ученикъ самъ констатируетъ законъ, который связываетъ факты, демонстрированные передъ нимъ въ многочисленныхъ и возможно простыхъ опытахъ; проверяя эти факты контрольными опытами, онъ сдѣлаетъ оцѣнку достоверности научнаго изслѣдованія. Чтò еще очень важно, этотъ методъ вызываетъ гораздо больше интереса къ уроку,—можно сказать, что онъ вмѣсто скуки и инертности даетъ бодрое и любознательное отношеніе къ дѣлу.

Юноша еще лучше усвоитъ значеніе экспериментальной истины, если онъ самъ продѣлаетъ этотъ опытъ, если онъ получитъ къ этому интересъ, если онъ сумѣетъ видѣть въ этомъ не забаву, а нѣчто болѣе серьезное. Правда, для организации такого рода практическихъ занятій необходимы средства; нужно, однако, сказать, что въ значительномъ большинствѣ случаевъ расходы, съ которыми это сопряжено, вовсе не такъ велики. L. Poincaré, особенно настаивавшій на этой сторонѣ дѣла, полагаетъ, что превращеніе механической работы въ тепло можно столь же хорошо выяснитъ зажиганіемъ спички посредствомъ тренія, какъ и хорошимъ аппаратомъ Тиндаля. Хорошую услугу въ этомъ дѣлѣ можетъ оказать „Сборникъ элементарныхъ опытовъ по физикѣ“



Н. Abraham'a, содержащій большое число указаній на опыты, которые можно выполнить съ ничтожными средствами; опыты эти можно обставить съ достаточной полнотой, что совершенно необходимо для того, чтобы они были полезны. Въ самомъ дѣлѣ, очень важно выяснитъ учащимся, что серьезный опытъ долженъ носить количественный характеръ. „Если Вы умѣете измѣрить то, о чемъ Вы говорите, выразить его числомъ“, говоритъ лордъ Кельвинъ: „то Вы кое-что знаете о Вашемъ предметѣ. Но если Вы его измѣрить не можете, не умѣете выразить его въ числахъ, то Ваши свѣдѣнія о предметѣ ничтожны, неудовлетворительны“.

Долженъ-ли, однако, индуктивный методъ, подобный тому, которымъ шла сама наука, исключительно господствовать въ дѣлѣ преподаванія? Л. Poinsaré полагаетъ, что это не такъ. „Если мы привели учащихся индуктивнымъ путемъ, хотя бы и слишкомъ быстрымъ для строго законнаго вывода, къ пониманію одного изъ главныхъ координирующихъ законовъ, какъ, напри- мѣръ, закона сохраненія энергіи, господствующаго въ настоящее время въ опытныхъ наукахъ,—можно спокойно положить этотъ законъ въ основу дальнѣйшихъ умозаключеній и систематически развивать подчиненные ему факты въ дальнѣйшихъ главахъ“.

Установивъ такимъ образомъ методы, которыми слѣдуетъ пользоваться при прохожденіи физики, обратимся теперь къ самому предмету преподаванія. Какъ выбрать матеріалъ, подлежащій изложенію въ классѣ?

Л. Poinsaré думаетъ, что для этого нужно себя каждый разъ спрашивать, будетъ ли ученикамъ полезно знать такой-то фактъ. Правда, это слѣдуетъ преподаваніе утилитарнымъ, но почему бы и не такъ? „Нѣтъ болѣе прискорбнаго заблужденія, какъ презрительное отношеніе къ знаніямъ, имѣющимъ утилитарное значеніе“.

Ж. Tappery писалъ недавно: „Безкорыстіе прекрасное дѣло; но развѣ безкорыстіе не сказывается въ томъ, что мы стараемся быть полезными для другихъ? стыдиться того, что полезно—какая безмыслица!! Это значить стыдиться того, что отвѣчаетъ нуждамъ человѣка, что даетъ возможность удовлетворять его потребностямъ. Можно сказать, что утилитарность преподаванія до нѣкоторой степени служить мѣркой его гуманитарности“. Сдѣлать преподаваніе практичнымъ, пользоваться каждымъ случаемъ, чтобы въ текущей жизни указывать примѣненіе законовъ или принциповъ, пройденныхъ въ классѣ,—это лучший средства для того, чтобы заинтересовать учениковъ, чтобы выяснитъ имъ цѣль науки.

Л. Poinsaré рекомендуетъ, однако, въ дѣлѣ преподаванія не слишкомъ увлекаться тѣмъ, что составляетъ вопросъ дня. „Нужно остерегаться“, говоритъ онъ: „всѣхъ новинокъ, которыя по существу преходящи и измѣнчивы. Вѣдь и наука имѣетъ свои капризы, и на ней сказывается мода. Въ дѣлѣ элементарнаго преподаванія надо заниматься наукой сложившейся, а не той, которая только



вырабатывается. Ребенокъ долженъ учиться тому, что сохранить интересъ и тогда, когда онъ уже будетъ взрослымъ человѣкомъ. Нельзя отягощать его память призрачными теоріями, отъ которыхъ ничего не останется къ тому времени, когда онъ вступитъ въ дѣйствительную жизнь. Мы располагаемъ достаточнымъ числомъ твердо и окончательно установленныхъ фактовъ и, вслѣдствіе этого, имѣемъ возможность вносить въ программу только именно такіе факты“.

Мы соприкасаемся здѣсь съ вопросомъ, на которомъ остановивался также Langevin; онъ настаивалъ на томъ, что въ средней школѣ слѣдуетъ воздерживаться отъ изложенія теорій, которыя имѣютъ временный характеръ, хотя бы таковыя по существу дѣла и составляли конечную цѣль нашего знанія.

Нужно замѣтить, что по программамъ 1902 г. различныя главы физики и химіи проходятъ предъ учениками послѣдовательно три раза въ теченіе курса. Само собою разумѣется, что характеръ преподаванія долженъ значительно измѣняться отъ одного концентра къ другому.

Въ теченіе перваго цикла преподаваніе должно быть исключительно экспериментальнымъ, роль интуиціи должна быть очень велика. Преподаватель долженъ быть вполне удовлетворенъ, если ему удалось возбудить любознательность учениковъ, если онъ научитъ ихъ видѣть то, что происходитъ вокругъ нихъ и отдавать себѣ отчетъ только о порядкѣ величины различныхъ явленій.

Въ старшихъ классахъ можно рассчитывать выяснитъ ученикамъ великіе законы природы и ихъ вліяніе на практическую жизнь.

Наконецъ, въ математическомъ классѣ \*) преподаватель имѣетъ въ своемъ распоряженіи учениковъ, усвоившихъ уже эти законы,—усвоившихъ потому, что имъ приходилось уже ихъ примѣнять. Здѣсь можно поставить преподаваніе значительно серьезнѣе, не входя все-таки въ слишкомъ мелкія детали. Г. Langevin полагаетъ, что здѣсь уже можно удѣлить и теоріи достаточно времени. Онъ находитъ, что здѣсь было бы умѣстно выяснитъ учащимся, какимъ образомъ опытные данныя приводятъ къ обобщеніямъ, къ теоретическимъ соображеніямъ. Эти обобщенія могутъ носить только временный характеръ, они могутъ нуждаться въ многочисленныхъ измѣненіяхъ; но они именно даютъ наукѣ истинный характеръ живого знанія, а не мертваго агрегата фактовъ, вылившагося въ законченную догматическую дисциплину.

Г. Langevin разбираетъ, какъ была поставлена въ средней школѣ раціональная механика до послѣдняго времени. По существу, эта наука представляетъ собой не что иное, какъ синтетическую дисциплину, которая въ извѣстныхъ предѣлахъ, устанавливаемыхъ экспериментально, согласуется съ фактами; было бы

\*) Особое отдѣленіе выпускного класса,



цѣлесообразно сохранить за ней именно этотъ характеръ. Все же изложеніе механики, основанное на опытѣ, и разложеніе этого курса на концентры, какъ это указано Borel'емъ, очевидно, вызвало бы гораздо меньше возраженій, чѣмъ обычное догматическое изложеніе.

Съ другой стороны, Langevin полагаетъ, что рациональная механика занимаетъ слишкомъ привилегированное мѣсто среди синтетическихъ наукъ. Онъ думаетъ, что рядомъ съ ней слѣдовало бы удѣлить мѣсто атомистической теоріи, построенной на твердыхъ основаніяхъ, какія представляютъ собой принципъ эквивалентности и принципъ Carnot: „Эти два принципа должны, повидимому, окончательно лечь въ основу нашего представленія о внѣшнемъ мірѣ“.

Замѣчательно, что никто не колеблется вводить атомистическія идеи въ преподаваніе химіи или даже электричества. Въ этихъ дисциплинахъ законы соединенія и электролитическій законъ Фарадея устанавливаютъ представленіе о матеріи и объ электричествѣ не какъ о чемъ-то непрерывномъ, а какъ о субстанціи, составленной изъ отдѣльныхъ частичекъ. Между тѣмъ, никто изъ преподавателей не рѣшается вводить тѣ же идеи въ ученіе о газахъ. Однако, новѣйшія изслѣдованія о проводимости газовъ даютъ твердое основаніе для атомистической гипотезы: Langevin заявляетъ даже, что „ученіе объ атомахъ, благодаря этимъ изслѣдованіямъ, вышло изъ области гипотезъ и стало твердымъ принципомъ“. Изъ всего этого онъ дѣлаетъ выводъ: „Изложивъ факты и законы, слѣдуя, по возможности, экспериментально-индуктивному методу, я полагаю, можно, не колеблясь, объединить ихъ живой, синтетической системой“. Massoulier настаиваетъ на томъ, что, имѣя дѣло съ учениками, получившими уже довольно серьезную подготовку по физикѣ и химіи, можно ихъ живо заинтересовать, если умѣло показать имъ, какъ могутъ быть объединены, повидимому, разрозненные факты одной теоріей. Необходимо, однако, отмѣтить временный и гипотетическій характеръ такихъ теорій.

#### IV. Преподаваніе научныхъ предметовъ въ Германіи.

Выполнимы ли на практикѣ всѣ тѣ совѣты, которые были даны предыдущими лекторами? Marotte даетъ на это безусловно утвердительный отвѣтъ. Лекція Marotte'a представляла, собственно говоря, отчетъ о путешествіи по Германіи, куда онъ былъ командированъ съ цѣлью изученія постановки преподаванія въ средней школѣ въ этой странѣ. То, что онъ видѣлъ, по его мнѣнію, вполне отвѣчаетъ тѣмъ тенденціямъ, которыя возникли въ послѣднее время и во французской школѣ.

Что касается, въ частности, сократическаго метода, или „эвристическаго“, какъ его обыкновенно называютъ въ Германіи, то имъ пользуются почти всѣ преподаватели, въ особенности, въ началѣ преподаванія научныхъ предметовъ. „У насъ“, говоритъ Marotte: „преподаватель постоянно излагаетъ, ученикъ же



остаётся пассивнымъ. Въ Германіи преподаватель представляетъ собою руководителя, а ученики проводятъ весь урокъ въ активной умственной дѣятельности. Весь урокъ проходитъ въ вопросахъ, обыкновенно короткихъ, быстро переходящихъ отъ одного ученика къ другому, чтобы держать ихъ всѣхъ въ напряженномъ вниманіи. Преподаватель ведетъ эти вопросы такимъ образомъ, что приводитъ учениковъ къ раскрытію математической истины или къ выводамъ изъ физическихъ опытовъ, которые производятся предъ ихъ глазами. Всѣ вопросы коротки и крайне просты. Необходимо, чтобы средній ученикъ могъ на нихъ отвѣтить безъ долгаго размышленія“.

Такая постановка урока даетъ возможность выяснить учащимся механизмъ открытія научной истины и вполне соответствуетъ тѣмъ воззрѣніямъ, которыя были высказаны предыдущими ораторами. Marotte еще разъ указываетъ на то, что этотъ методъ преподаванія болѣе другихъ поддерживаетъ напряженное вниманіе учениковъ, и оживляетъ ихъ, дѣлаетъ учащихся активными участниками всего, что происходитъ въ классѣ. Мало того, учитель увѣренъ въ томъ, что онъ не выходитъ за уровень учениковъ, потому сами ученики при этомъ методѣ регулируютъ ходъ преподаванія. Мы увидимъ ниже, какія возраженія были сдѣланы противъ этой методы; замѣтимъ, однако, теперь, что этотъ методъ не долженъ быть исключительнымъ и что въ той же Германіи въ старшихъ классахъ считаютъ полезнымъ пользоваться методомъ изложенія. Въ современной постановкѣ преподаванія въ Германіи особенно характерны утилитарныя тенденціи. Эти тенденціи возникли, главнымъ образомъ, вслѣдствіе дѣятельной пропаганды союза германскихъ инженеровъ, и сказались въ программахъ 1901 года. Эти программы рекомендуютъ, между прочимъ, преподавателямъ математики пользоваться такого рода упражненіями, которыя находятъ себѣ примѣненіе въ обыкновенной жизни или же въ физикѣ и химіи.

## V. Возраженія.

Мы сказали выше, что лекціи, о которыхъ идетъ рѣчь, сопровождались послѣ перерыва бесѣдами и преніями. Мы считаемъ поэтому необходимымъ для полноты настоящаго отчета привести также наиболѣе важныя замѣчанія и возраженія, которыя были сдѣланы во время этихъ преній.

### § 1. Опыты и практическія занятія.

L. Poincaré, какъ мы уже говорили выше, сильно настаивалъ на томъ, что преподаваніе физики необходимо должно сопровождаться практическими занятіями. Авраамъ, который, какъ извѣстно, затратилъ много труда на то, чтобы дать преподавателю доступный матеріалъ для такого рода занятій, очень настойчиво указывалъ на многочисленныя затрудненія, съ которыми при этомъ приходится сталкиваться преподавателю. Главнымъ за-



трудненіємъ, конечно, является недостатокъ въ средствахъ. Другія затрудненія заключаются въ недостаткахъ организаціи. Въ частности, экспериментальное преподаваніе почти неосуществимо при часовомъ урокъ, въ теченіе котораго нужно не только вести курсъ, но спрашивать учениковъ, исправлять задачи и т. д. Къ тому же, въ одномъ и томъ же залѣ, почти безъ перерыва, смѣняютъ другъ друга различные классы, и это дѣлаетъ почти невозможнымъ предварительную установку опытовъ. Циркуляръ Мин. Народнаго Просвѣщенія отъ 19-го іюля 1902 года позволяетъ вести для физики и химіи 2-хъ часовые уроки; этимъ разрѣшеніемъ необходимо воспользоваться.

Въ общемъ, возраженія Abraham'a не носятъ принципиальнаго характера. Онъ находитъ только, что желательная реформа осуществима лишь при 2-хъ условіяхъ: во-первыхъ, правительство должно имѣть въ виду, что реформа преподаванія сопряжена съ реформой въ бюджетѣ; во-вторыхъ, администрація учебнаго заведенія должна дать преподавателю широкую инициативу въ дѣлѣ организаціи его уроковъ.

## § 2. Эвристическая метода.

Сократическая метода, несомнѣнно, представляетъ большія преимущества, съ точки зрѣнія научнаго развитія, которое мы желаемъ дать учащимся. Очень вѣроятно, что примѣненіе ея даетъ прекрасные результаты въ малочисленныхъ классахъ, какіе встрѣчаются въ нѣкоторыхъ провинціальныхъ учебныхъ заведеніяхъ. Но многіе преподаватели высказываютъ сомнѣніе, чтобы въ классахъ, содержащихъ 30, 40, а то и 50 учениковъ, какіе часто встрѣчаются не только въ Парижѣ, но и въ провинціи, эта метода также оказалась полезной. Высказывалось также мнѣніе, что живость характера и недостаточная дисциплинированность французскихъ юношей можетъ сдѣлать примѣненіе этой методы во Франціи значительно болѣе трудной, нежели въ Германіи. Marotte, наиболѣе энергично проводившій эту систему, признаетъ, что эта метода даетъ возможность подвигаться впередъ лишь крайне медленно. Весьма возможно, что это составляетъ скорѣе достоинство, нежели недостатокъ метода. „Пріобрѣтеніемъ“, говоритъ Липпманъ: „можно считать лишь то, что дѣйствительно усвоено; преподавать нужно только то, что никогда не забывается“. Но что же дѣлать преподавателю, который связанъ детальной программой и обязанъ пройти ее отъ начала до конца?

## § 3. Программы.

Противъ детальныхъ программъ, которыя содержатъ подробное перечисленіе всѣхъ вопросовъ, входящихъ въ составъ курса, Липпманъ возстаетъ очень энергично. Онъ спрашиваетъ: „Что болѣе желательно, — чтобы ученикъ заслужилъ удовлетворительную отмѣтку за весь курсъ или очень хорошую отмѣтку за нѣкоторыя части курса?“ Относясь отрицательно ко вся-



кой посредственности, онъ, не колеблясь, отдаетъ предпочтеніе послѣднему. Но, чтобы освободить классы отъ посредственныхъ учениковъ, было бы необходимо при переходныхъ экзаменахъ удалять отстающихъ учениковъ, затрудняющихъ ходъ преподаванія. Мы не будемъ останавливаться на этомъ вопросѣ, такъ какъ это заставило бы насъ выйти за предѣлы тѣхъ вопросовъ, обсужденіе которыхъ, собственно, составляло задачу этихъ конференцій. Мы хотимъ только указать другой упрекъ, который былъ сдѣланъ дѣйствующимъ программамъ, такъ какъ онъ вызвалъ оживленныя пренія и указалъ важное значеніе, которое имѣла бы извѣстная свобода, предоставленная преподавателю въ выборѣ матеріала.

Г. Lemoine указываетъ, что дѣйствующія программы строго опредѣленнымъ и хорошо продуманнымъ матеріаломъ все-таки слишкомъ детальны. Та подробность, съ которой установлены отдѣльные вопросы, связываетъ преподавателя и ставитъ его въ тѣсныя рамки. Возможно, что преподаватель столь же логично расположилъ бы матеріалъ въ другую систему, но программы лишаютъ его какой бы то ни было инициативы въ этомъ дѣлѣ. Если всѣ преподаватели проникнутся сознаниемъ необходимости строго и точно слѣдовать этимъ программамъ, то дѣло можетъ свестись къ тому, что въ одинъ и тотъ же день, если хотите, въ одинъ и тотъ же часъ всѣ французскіе учителя будутъ излагать одинъ и тотъ же вопросъ на одинъ и тотъ же ладъ.

Несомнѣнно, лица, реорганизовавшіе преподаваніе научныхъ предметовъ, не имѣли въ виду такого результата. Однако, какъ же выйти изъ этого затрудненія? Средства для этого были вполне ясно сформулированы Н. Роинсарэ, Л. Роинсарэ и Ж. Танперу. „Мы требуемъ отъ преподавателей интеллигентности“, сказалъ Танперу: „слѣдовательно, мы должны предоставить имъ свободу“. „Вы безусловно имѣете право“, заявилъ Л. Роинсарэ: „организовать преподаваніе такъ, какъ вы находите цѣлесообразнымъ, оставаясь только въ общихъ рамкахъ программы“. Во время своей лекціи онъ сказалъ, между прочимъ, слѣдующее: „Было бы въ высшей степени желательно, чтобы наши программы по физикѣ и химіи не составляли твердаго, неподвижнаго матеріала, не представляли бы собой непроходимого барьера вдоль всего пути. Въ математикѣ матеріалъ располагается почти въ однообразную, логическую систему; въ физикѣ этого не существуетъ. Въ этой наукѣ мы встрѣчаемъ множество сложныхъ понятій, почти не зависящихъ одно отъ другого; вслѣдствіе этого, логическая цѣпь, которою эти понятія связаны, не можетъ не представлять много произвольнаго. Эта дисциплина предоставляетъ поэтому широкое поле личной инициативѣ преподавателя. Сообразуясь съ нуждами учениковъ, съ ихъ вкусами, съ ихъ способностями, съ ихъ индивидуальными особенностями, учителя могутъ съ большой пользой для дѣла мѣнять порядокъ, систему и даже самый характеръ преподаванія“.



Личная инициатива преподавателя может съ особой пользою для дѣла проявляться въ приспособленіи преподаванія къ мѣстнымъ условіямъ. Совершенно ясно, что въ сѣверныхъ департаментахъ, вблизи рудниковыхъ областей, преподаватель не будетъ давать тѣхъ же примѣровъ преобразованія энергіи, какъ на югѣ, у подошвы Альпъ, гдѣ постоянно занимаются взрываніемъ скалъ. На практикѣ во время преподаванія, стараясь постоянно связать свой курсъ съ тѣмъ, что ученикъ видитъ вокругъ себя ежедневно, преподаватель долженъ постоянно прибѣгать къ тому, что его окружаетъ, долженъ останавливаться на вопросахъ мѣстной индустріи, мѣстной заводской дѣятельности; этимъ онъ выяснитъ ученикамъ, что существуетъ прикладная механика, что физика не состоитъ изъ однихъ только приборовъ и многочисленныхъ формулъ, что химія не ограничивается классными ретортами и пробирками.

## VI. Заключение.

Какія же заключенія можно было вывести изъ всего этого ряда лекцій и бесѣдъ?

Если мы желаемъ сдѣлать преподаваніе научныхъ предметовъ дѣйствительнымъ орудіемъ общаго развитія, то въ основу его долженъ быть положенъ экспериментъ. Необходимо научить учениковъ сначала наблюдать и затѣмъ дѣлать выводы изъ наблюденій; нужно, чтобы они вынесли изъ школы основную идею, выраженную въ слѣдующихъ словахъ Н. Poinsagé: „Опытъ представляетъ собой единственный источникъ истины; онъ одинъ можетъ научить насъ чему-нибудь новому, онъ одинъ можетъ дать намъ надежный результатъ“.

Нужно стараться избѣгать догматическаго изложенія, нужно давать учащимся науку въ томъ видѣ, въ какомъ она представляется въ дѣйствительности, съ тѣмъ матеріаломъ, которымъ она твердо владѣетъ, съ ея неустаннымъ стремленіемъ постоянно искать новое.

Ново ли все это? Конечно, нѣтъ; г.г. Н. и L. Poinsagé подчеркивали это въ своихъ лекціяхъ неоднократно. Какъ всегда, кажущаяся революція, которая происходитъ въ настоящее время въ дѣлѣ преподаванія, представляетъ собой лишь осуществленіе эволюціи, медленно совершавшейся въ теченіе многихъ лѣтъ.

## Приборъ для доказательства закона Паскаля въ газахъ.

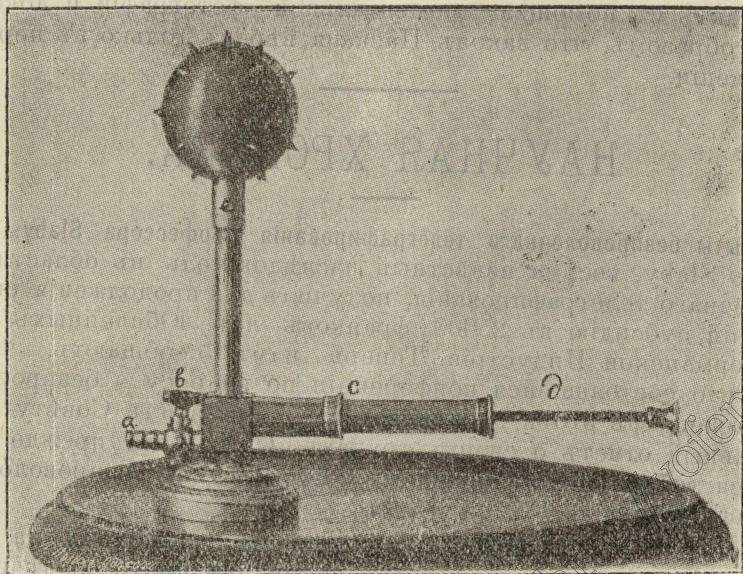
Г. Пфлаума.

Для доказательства закона Паскаля въ газахъ пользуются обыкновенно стекляннымъ шаромъ, къ которому припаяны нѣсколько U-образныхъ стеклянныхъ трубокъ со ртутью. Этотъ приборъ страдаетъ нѣсколькими недостатками. Служить онъ для



того, чтобы показать равномерную передачу давления во все стороны; но, так как манометрические трубки довольно объемисты, то число их очень небольшое, и из числа „всѣхъ“ направлений принимаются во внимание довольно немного — обыкновенно пять. Приборъ весьма ломкій, такъ какъ тонкое горлышко его должно держать довольно большой вѣсъ наполненныхъ ртутью манометровъ. Для демонстрацій передъ многолюдною аудиторіею онъ мало пригоденъ, такъ какъ передвиженія небольшихъ ртутныхъ менисковъ издали едва ли видно, а къ малымъ давлениямъ онъ, вслѣдствіе большой плотности ртути, нечувствителенъ. Наконецъ, и вблизи трудно обозрѣть однимъ взглядомъ сразу все манометры; приходится ограничиваться тѣмъ наблюдениемъ, что ртуть, послѣ того, какъ воздухъ въ шарѣ нѣсколько сгустили, во всѣхъ манометрахъ поднимается на одинаковую высоту. Такимъ образомъ, приборъ вовсе не доказываетъ закона Паскаля, для чего онъ собственно назначенъ: вмѣсто того чтобы показать равномерную передачу давления, онъ позволяетъ лишь убѣдиться въ томъ, что въ отдѣленной отъ наружнаго воздуха массѣ газа, находящейся въ состояніи равновѣсія, упругость вездѣ одинаковая!

Многіе изъ упомянутыхъ недостатковъ устранены въ слѣдующемъ приборѣ. Состоитъ онъ изъ латуннаго шара со многими (въ описываемой модели число ихъ 31, но оно можетъ быть легко увеличено) конусообразными горѣлками. Черезъ трубку *a*



протекаетъ свѣтильный газъ, кранъ *b* служитъ для того, чтобы регулировать высоту пламени, при чемъ оказывается удобнымъ уменьшить эти высоты до тѣхъ поръ, пока огоньки не принимаютъ видъ очень небольшихъ полушаровъ синяго цвѣта, распо-



ложенныхъ приблизительно по одной и той же шаровой поверхности. На сторонѣ, противоположной газопроводной трубкѣ, но нѣсколько выше ея находится горизонтальный цилиндръ с небольшого сгустительнаго насоса. Если медленно вдвигать поршень  $d$  въ цилиндръ насоса, то всѣ огоньки, окрашиваясь въ желтый цвѣтъ, увеличиваются одновременно на одинаковыя высоты; это видно изъ того, что ихъ совокупность образуетъ, какъ и прежде, какъ будто одну свѣтящуюся шаровую поверхность. Сейчасъ послѣ прекращенія давленія пламя возвращается къ прежней величинѣ и формѣ: оно такимъ образомъ не играетъ роли манометра, а служитъ индикаторомъ, показывающимъ равномерную передачу давленія во всѣ стороны. Что приборъ несравненно чувствительнѣе того, который обыкновенно употребляется для повѣрки закона Паскаля, слѣдуетъ уже изъ того, что измѣреніе давленія производитъ здѣсь свѣтильный газъ, а тамъ ртуть, которая плотнѣе приблизительно въ 23000 разъ.

Если поршень  $d$  втолкнуть въ насосъ съ большою скоростью, то, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ пламя удлинится больше, чѣмъ въ другихъ, вѣроятно, потому что не всѣ горѣлки точно одинаковаго размѣра. Но, собственно говоря, и при одинаковости размѣровъ всѣхъ горѣлокъ должны были бы увеличиваться сильнѣе тѣ огоньки, которые ближе къ мѣсту  $e$ , у котораго сжатый воздухъ вступаетъ въ шаръ. Можетъ быть, удалось бы констатировать этотъ фактъ съ помощью моментальной фотографіи и доказать такимъ образомъ, что законъ Паскаля вѣренъ только въ первомъ приближеніи.

## НАУЧНАЯ ХРОНИКА.

Опыты беспроволочнаго телеграфирования профессора Slaby. Профессоръ Slaby, весьма извѣстный изслѣдователь въ области беспроволочнаго телеграфирования, получилъ для продолженія своихъ изысканій субсидію въ 25000 франковъ изъ Юбилейныхъ Фондовъ Германской Индустріи. Теперь намъ сообщаютъ, что въ только что состоявшейся конференціи по вопросу о беспроволочномъ телеграфѣ этотъ изслѣдователь представилъ Совѣту предварительный отчетъ о своихъ трудахъ. Опыты его прежде всего касаются той роли, какую играетъ земля въ дѣлѣ беспроволочнаго телеграфирования.

При помощи цинковой арматуры, расположенной на полу лабораторіи, нѣмецкій профессоръ соорудилъ нѣчто вродѣ искусственной земли, и такимъ образомъ онъ изучалъ распространеніе волнъ черезъ землю. Онъ обнаружилъ присутствіе стоячихъ волнъ, не оставляющихъ сомнѣнія въ важности той роли, которую играетъ проводящая поверхность земли. Теорія замкнутыхъ передатчиковъ до сихъ поръ не давала объясненія дѣйствій на разтояніе, свойственныхъ передатчикамъ такого типа. Slaby



сводить эти дѣйствія къ дѣйствіямъ высшихъ гармоническихъ колебаній (обертоновъ), предлагая, такимъ образомъ, новую теорію, выводы которой весьма удовлетворительно согласуются съ данными опытовъ. Равнымъ образомъ онъ занялся устройствомъ приборовъ, съ помощью которыхъ лица, не занимавшіяся экспериментированіемъ, были бы въ состояніи измѣрять длину волны съ передаточной станціи. Было сдѣлано испытаніе приблизительно двѣнадцати приборовъ такого рода, и всѣ они оказались весьма подходящими. Въ настоящій моментъ изслѣдователь занятъ изученіемъ новыхъ типовъ передатчиковъ; изъ этихъ опытовъ онъ надѣется извлечь лучший способъ для соединенія между собою различныхъ станцій беспроволочнаго телеграфа.

**Атмосферы планетъ.** Перѣдко стараются объяснить отсутствіе въ планетныхъ атмосферахъ легкихъ газовъ при помощи кинетической теоріи газовъ. По этой гипотезѣ, молекулы газа обладают скоростями, направленными въ различныя стороны и имѣющими различную величину, при чемъ средняя величина этихъ скоростей во всей массѣ газа одинакова, если температура остается постоянной. Давленіе газа на стѣнки вмѣщающаго его сосуда объясняется непрерывными ударами его молекулъ. Если давленіе газа и число молекулъ въ данномъ объемѣ его извѣстны, то можно вычислить среднюю скорость молекулъ. Напримѣръ, молекулы водорода при температурѣ  $0^{\circ}$  имѣютъ среднюю скорость приблизительно въ 1.840 метровъ въ секунду. Чѣмъ больше плотность газа, тѣмъ меньше, при прочихъ равныхъ условіяхъ, эта средняя скорость. Конечно, есть и такія молекулы, скорость которыхъ много превышаетъ среднюю скорость: если такія молекулы находятся на границѣ атмосферы, онѣ могутъ выйти за сферу притяженія ихъ планеты и разсѣяться въ пространство. Напримѣръ, тѣло, брошенное съ поверхности земли со скоростью 11,180 метровъ въ секунду, не упадетъ обратно на землю: это критическая скорость. На лунѣ критическая скорость не превышаетъ 2.437 метровъ въ секунду. Неудивительно поэтому, что водородъ покинулъ земную атмосферу, а вокругъ луны нѣтъ вовсе газовъ.

Въ такомъ случаѣ можно спросить, почему же кометы, на поверхности которыхъ критическая скорость крайне мала, не разсѣялись всѣ уже давно въ пространство? Почему также и въ планетахъ, которыя образовались, благодаря послѣдовательнымъ скопленіямъ паровъ и газовъ, подвергнутыхъ высокой температурѣ, составляющее ихъ вещество не разсѣялось раньше, чѣмъ скопилось? Наряду съ другими возраженіями, которыя были сдѣланы противъ кинетической теоріи, только что изложенныя противорѣчія, очевидно, не принимаются во вниманіе тѣми, которые, на основаніи этой теоріи, утверждаютъ, что малыя небесныя тѣла не могутъ имѣть атмосферы.



Въ виду этого, М. du Ligondès счелъ необходимымъ разсмотрѣть, каково дѣйствительное положеніе дѣла; въ очень интересной статьѣ этотъ ученый указываетъ, что стремленіе атмосферъ къ разсѣянію не зависитъ отъ ихъ массъ. Не углубляясь въ детали вычисленій, читатель можетъ усмотрѣть, что слѣдуетъ признать явной ошибкой мысль, будто луна не имѣетъ атмосферы вслѣдствіе оказываемаго ею слабаго притяженія. Скорѣе слѣдуетъ предположить, что, благодаря ноздреватости лунной поверхности (такое строеніе ея обнаруживается изъ разсмотрѣнія ея рельефа), она быстро поглотила сперва воду, а затѣмъ и газы.

Столь же неправильно было бы утверждать, что водородъ, гелій и другіе легкіе газы покинули земной шаръ, и сконцентрировались вокругъ солнца. Если бы эти газы обладали приписываемою имъ способностью къ диффузіи, то никакая звѣзда не была бы въ состояніи ихъ удержать. Кинетическая теорія газовъ основывается на допущеніи справедливости Мариоттова закона. Но опытъ обнаруживаетъ, что когда разреженность газа достигнетъ извѣстной степени, то давленіе станетъ уменьшаться быстрѣе, чѣмъ плотность: это доказываетъ одновременное уменьшеніе молекулярныхъ скоростей. На границѣ нашей атмосферы, гдѣ температура очень низка, эти скорости далеки отъ той, которую указываетъ теорія для нижнихъ слоевъ.

Итакъ, тѣ соображенія и вычисленія, на которыхъ основываются при доказательствѣ отсутствія легкихъ газовъ или даже какой бы то ни было атмосферы вокругъ планетъ и ихъ спутниковъ, ссылаясь при этомъ на кинетическую теорію газовъ, — всѣ эти доводы оказываются неосновательными.

(Revue Gén.).

## ЗАДАЧИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ.

Рѣшенія всѣхъ задачъ, предложенныхъ въ текущемъ семестрѣ, будутъ помѣщены въ слѣдующемъ семестрѣ.

№ 520 (4 сер.). Рѣшить систему уравненій

$$x^3 - y^2z = a,$$

$$y^3 - z^2x = b,$$

$$z^3 - x^2y = c.$$

Е. Григорьевъ (Казань).

№ 521 (4 сер.). Рѣшить уравненіе

$$x^3 + 4c^3x^2 = c^3.$$

В. Писаревъ (Ключевскій присіскъ).



№ 522 (4 сер.). Построить треугольник по периметру  $\sigma$  его ортоцентриса и по отношению высот:

$$h_a : h_b : h_c = \alpha : \beta : \gamma,$$

где  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  — данные отрезки.

И. Коровик (Екатеринбург).

№ 523 (4 сер.). Найти геометрическое место 1<sup>о</sup> точки  $D$  и 2<sup>о</sup> точки  $E$ , в которых биссектриса угла  $A$  треугольника  $ABC$  встречает соответственно 1<sup>о</sup> сторону  $BC$  и 2<sup>о</sup> описанную около треугольника окружность, если точки  $A$  и  $B$  остаются неподвижными, а сторона  $AC$  вращается вокруг точки  $A$ , сохраняя свою длину.

(Займств.).

№ 524 (4 сер.). Пусть  $J$  — центр круга, вписанного в треугольник  $ABC$ . Вычислить, при помощи сторон треугольника, выражение

$$\overline{AJ}^2 \cdot BC + \overline{BJ}^2 \cdot CA + \overline{CJ}^2 \cdot AB.$$

(Займств.).

№ 525 (4 сер.). Цилиндрическая трубка  $AB$ , имѣющая длину  $L$ , закрыта в концѣ  $B$  и погружена открытымъ концомъ  $A$  въ чашку со ртутью. Когда трубка вертикальна, ртуть занимаетъ въ трубкѣ длину  $l < L$ , а оставшая часть занята воздухомъ. Требуется найти длину  $x$  части трубки, которую займетъ ртуть, если, повернувъ трубку вокругъ конца  $A$ , наклонить ее подъ угломъ  $\alpha$  къ вертикали. Барометрическое давленіе во время опыта равно  $H$ . Примѣнить найденные результаты къ случаю:  $\cos \alpha = \frac{1}{2}$ ,  $H = L$

$$l = L \left( 1 - \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}} \right).$$

(Займств.).

## РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

№ 435 (4 сер.). Определить коэффициентъ тепловаго объемнаго расширенія для тѣла, которое плаваетъ въ состояніи безразличнаго равновѣсія въ жидкости плотности  $\delta_1$  при температурѣ  $t_1$ , а въ жидкости плотности  $\delta_2$  при температурѣ  $t_2$  (плотности  $\delta_1$  и  $\delta_2$  даны при  $0^\circ$ ), если известны коэффициенты тепловаго расширенія  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  обѣихъ жидкостей.

Назовемъ черезъ  $x$  коэффициентъ объемнаго тепловаго расширенія разсматриваемаго тѣла, черезъ  $d$  — его плотность при  $0^\circ$ . При температурѣ  $t$  плотности тѣла и жидкости равны соответственно  $\frac{d}{1+\alpha t}$  и  $\frac{\delta_1}{1+\alpha_1 t_1}$ ; подобнымъ же образомъ плотности тѣла и второй жидкости при температурѣ  $t$  равны  $\frac{d}{1+\alpha t_2}$  и  $\frac{\delta_2}{1+\alpha_2 t_2}$ . Такъ какъ тѣло въ обѣихъ жидкостяхъ плаваетъ въ состояніи безразличнаго равновѣсія соответственно при температурахъ  $t_1$  и  $t_2$ , то

$$\frac{d}{1+\alpha t_1} = \frac{\delta_1}{1+\alpha_1 t_1} \quad (1), \quad \frac{d}{1+\alpha t_2} = \frac{\delta_2}{1+\alpha_2 t_2} \quad (2).$$



Для почленно равенство (1) на равенство (2), получимъ:

$$\frac{1+xt_2}{1+xt_1} = \frac{\delta_1(1+\alpha_2t_2)}{\delta_2(1+\alpha_1t_1)} \quad (3).$$

Опредѣляя  $x$  изъ равенства (3), находимъ:

$$x = \frac{\delta_2(1+\alpha_1t_1) - \delta_1(1+\alpha_2t_2)}{\delta_1t_1(1+\alpha_2t_2) - \delta_2t_2(1+\alpha_1t_1)}.$$

*Н. Живоѣ (Кременчугъ).*

№ 438 (4 сер.). Изъ центра  $O$  круга, описаннаго около даннаго треугольника  $ABC$ , опущены перпендикуляры  $O\alpha$ ,  $O\beta$ ,  $O\gamma$  соответственно на стороны  $BC$ ,  $AC$ ,  $AB$ ; затѣмъ построены параллелограммы  $\alpha O\gamma M_2$ ,  $\alpha O\beta M_3$ ,  $\beta O\gamma M_1$ . Выразить стороны и площадь треугольника  $M_1M_2M_3$  черезъ элементы треугольника  $ABC$ .

Пусть  $H$ —ортоцентръ треугольника  $ABC$ . Такъ какъ, по условію,  $O\alpha$  перпендикулярно къ  $BC$ ,  $\gamma M_2$  параллельно  $O\alpha$  и  $АН$  перпендикулярно къ  $BC$ , то прямая  $\gamma M_2$  параллельна  $АН$ . Слѣдовательно, прямая  $\gamma M_2$  встрѣчаетъ  $НВ$  въ такой точкѣ  $x$ , что  $\frac{Bx}{xH} = \frac{B\gamma}{A\gamma} = 1$ , т. е.  $\gamma M_2$  встрѣчаетъ отрѣзокъ  $НВ$  въ его срединѣ. Но такимъ же образомъ можно показать, что и прямая  $\alpha M_2$  встрѣчаетъ отрѣзокъ  $НВ$  въ его срединѣ; иначе говоря, прямая  $\alpha M_2$ ,  $\gamma M_2$  и  $НВ$  пересѣкаются въ срединѣ  $НВ$ , т. е. точка  $M_2$  лежитъ въ срединѣ отрѣзка  $НВ$  (сравни зад. № 343 въ № 346 „Вѣстника“). Подобнымъ же образомъ найдемъ, что  $M_1$ —середина  $НА$ ; прямая  $M_1M_2$ , соединяя середины сторонъ  $НА$  и  $НВ$  треугольника  $АНВ$ , равна половинѣ  $AB$ . Итакъ, называя стороны даннаго треугольника, противолежащія соответственно вершинамъ  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , черезъ  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , находимъ:  $M_1M_3 = \frac{a}{2}$ ,  $M_3M_1 = \frac{b}{2}$ ,  $M_1M_2 = \frac{c}{2}$ , а потому площадь треугольника  $M_1M_2M_3$  равна четверти площади треугольника  $ABC$ , т. е.

$$\text{плоч. } M_1M_2M_3 = \frac{1}{4} \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)},$$

гдѣ 
$$p = \frac{a+b+c}{2}.$$

Задачу можно рѣшить, и не вводя въ разсмотрѣніе ортоцентра  $H$ , а именно: прямая  $\beta M_1$  и  $\alpha M_2$  равны и параллельны, такъ какъ, по построенію, каждая изъ нихъ равна и параллельна  $O\gamma$ ; поэтому  $M_1M_2 = \alpha\beta = \frac{c}{2}$ , такъ какъ  $\alpha$  и  $\beta$ —средины  $BC$  и  $AC$ .

*К. Абрамовичъ (Петроковъ); Я. Дубновъ (Вильна).*

№ 440 (4 сер.). Вычислить стороны прямоугольнаго треугольника и построить его по биссектору прямого угла и отрѣзку гипотенузы между биссекторомъ и медианой.

Обозначимъ катеты  $ВА$  и  $СА$  искомага прямоугольнаго треугольника соответственно черезъ  $y$  и  $z$ , гипотенузу его  $BC$ —черезъ  $2x$ . Опишемъ около треугольника  $ABC$  окружность; пусть  $O$ —центръ этой окружности, лежащій, какъ извѣстно, на срединѣ гипотенузы  $BC$ . Проведемъ радиусъ  $OQ$ , перпендикулярный къ  $BC$ , въ направленіи вѣтъ треугольника  $ABC$ , и проведемъ прямую  $AQ$ . Пусть  $K$ —точка встрѣчи прямыхъ  $BC$  и  $AQ$ . Вслѣдствіе равенства дугъ  $BQ$  и  $QC$ ,  $\angle BAQ = \angle QAC$ ; поэтому  $AK$  есть биссекторъ угла  $BAC$ . Центръ  $O$  есть середина діаметра  $BC$ , а потому  $AO$ —медиана искомага треугольника. Итакъ, даны отрѣзки:  $OK = z$  и  $AK = z$ . Если  $\alpha = 0$ , то  $AK = z = AO$ ,  $BC = 2AO = 2z$  и  $AB = AC$ , такъ что задача упрощается и приводится къ построенію равнобедреннаго прямоугольнаго треугольника по половинѣ гипо-



тенузы. Если же  $\alpha \neq 0$ , то мы предположимъ, что точки  $B$  и  $C$  обозначены на чертежѣ такъ, что точка  $K$  лежитъ между точками  $O$  и  $C$ , а потому  $\angle KCS = \angle OKQ < \frac{\pi}{2}$ , такъ что  $\angle OKA > \frac{\pi}{2}$ . Поэтому, проведя высоту  $OD$  треугольника  $AOK$ , найдемъ, что точка  $D$  падаетъ между точками  $Q$  и  $K$ . Отложимъ на отрезкѣ  $KQ$  часть  $DN=DK$  (1) и раздѣлимъ отрезокъ  $NQ$  въ точкѣ  $P$  пополамъ. Назовемъ отрезокъ  $KP$  черезъ  $v$ , а радиусъ  $OQ$  черезъ  $x$ . Такъ какъ  $AD=QD$  и  $DN=DK$ , то  $NQ=AK=\beta$ , и  $NP=QP=\frac{\beta}{2}$ ; следовательно (см. (1)),

$$KD = \frac{NK}{2} = \frac{KP - NP}{2} = \frac{v - \frac{\beta}{2}}{2} = \frac{v}{2} - \frac{\beta}{4} \quad (2).$$

Изъ тупоугольнаго треугольника  $OKA$  имѣемъ:

$$\overline{OA}^2 = \overline{OK}^2 + \overline{AK}^2 + 2AK \cdot KD, \text{ или (см. (2)) : } x^2 = \alpha^2 + \beta^2 + 2\beta \left( \frac{v}{2} - \frac{\beta}{4} \right) \quad (3).$$

Но изъ прямоугельнаго треугольника  $QOK$  имѣемъ:

$$\overline{OQ}^2 + \overline{OK}^2 = \overline{KQ}^2 = (KP + PQ)^2, \text{ или } x^2 + \alpha^2 = \left( v + \frac{\beta}{2} \right)^2 \quad (4).$$

Подставляя въ равенство (4) значеніе  $x^2$  изъ равенства (3), получимъ:

$$\alpha^2 + \beta^2 + 2\beta \left( \frac{v}{2} - \frac{\beta}{4} \right) + \alpha^2 = \left( v + \frac{\beta}{2} \right)^2, \quad 2\alpha^2 + \beta^2 + \beta v - \frac{\beta^2}{2} = v^2 + \frac{\beta^2}{4} + \beta v, \quad \text{откуда}$$

$$v^2 = 2\alpha^2 + \frac{\beta^2}{4} = (\alpha\sqrt{2})^2 + \left( \frac{\beta}{2} \right)^2 \quad (5).$$

Опредѣляя  $v$  изъ равенства (5) и вставляя его значеніе въ равенство (3), имѣемъ:

$$x^2 = \alpha^2 + \frac{\beta^2}{2} + \beta v = \alpha^2 + \frac{\beta^2}{2} + \beta \sqrt{2\alpha^2 + \frac{\beta^2}{4}} = \frac{2\alpha^2 + \beta^2 + \beta\sqrt{8\alpha^2 + \beta^2}}{2},$$

$$2x = \sqrt{\frac{2\alpha^2 + \beta^2 + \beta\sqrt{8\alpha^2 + \beta^2}}{2}} \quad (6).$$

Итакъ, гипотенуза  $BC=2x$  вычислена. Выражая биссекторъ  $AK=\beta$  по известной формулѣ, находимъ:

$$\beta = \frac{yz(y+z+2x)(y+z-2x)}{y+z} = \frac{yz(y^2+2yz+z^2-4x^2)}{y+z},$$

или, такъ какъ  $y^2+z^2=4x^2$ ,

$$\beta = \frac{yz\sqrt{2}}{y+z} \quad (7).$$

Выражая отрезокъ  $BK$  по известной формулѣ, вытекающей изъ свойствъ биссектора, найдемъ:  $BK = \frac{2xy}{y+z}$ ,  $\alpha = OK = BK - BO = \frac{2xy}{y+z} - x$ , или

$$\alpha = \frac{x(y-z)}{y+z} \quad (8).$$

Подставивъ въ равенство (8) вмѣсто  $y+z$  его значеніе изъ равенства (7), получимъ:

$$\alpha = \frac{\beta x (y-z)}{yz\sqrt{2}} \quad (9).$$

Записавъ равенства (7) и (9) въ видѣ  $\frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{\sqrt{2}}{\beta}$  и  $\frac{1}{z} - \frac{1}{y} = \frac{\alpha\sqrt{2}}{\beta x}$  и



рѣшая ихъ относительно  $\frac{1}{y}$  и  $\frac{1}{z}$ , находимъ:  $\frac{1}{z} = \frac{x+\alpha}{\beta x\sqrt{2}}$ ,  $\frac{1}{y} = \frac{x-\alpha}{\beta x\sqrt{2}}$ ,  
откуда

$$y = \frac{\beta x\sqrt{2}}{x-\alpha}, \quad z = \frac{\beta x\sqrt{2}}{x+\alpha} \quad (10).$$

Формулы (6) и (10) рѣшаютъ вопросъ о вычисленіи сторонъ треугольника. Для построения треугольника воспользуемся формулой (5), а именно: построимъ  $v = KP$ , затѣмъ  $KQ = KP + PQ = v + \frac{\beta}{2}$  (11); теперь легко построить прямоугольный треугольникъ  $KOQ$ , а затѣмъ и искомый треугольникъ  $ABC$ . Для этого при некоторой точкѣ  $O$  строимъ прямой уголъ, откладываемъ на одной изъ его сторонъ  $OK = \alpha$  и изъ точки  $K$  радиусомъ  $v + \frac{\beta}{2}$  (см. (11)) делаемъ на другой сторонѣ засѣчку  $Q$ . Описавъ изъ точки  $O$ , какъ изъ центра, радиусомъ  $OQ$  окружность, продолжимъ  $OK$  до встрѣчи въ точкахъ  $B$  и  $C$ , а отрѣзокъ  $QK$  до встрѣчи въ точкѣ  $A$  съ окружностью. Треугольникъ  $ABC$  есть искомый.

Я. Дубиновъ (Вильна).

## Книги и брошюры, поступившія въ редакцію.

Приложеніе къ циркулярамъ по Московскому учебному Округу. Евг. Шпитальскій. Студентъ Московскаго Университета. Образовательное значеніе Арифметическихъ Задачъ въ связи съ аналитическимъ приемомъ и графическимъ способомъ ихъ рѣшенія. 1904. 38 стр.

Wiadomosci Matematyczne. Redactor i Wydawca S. Dickstein. Tom VIII. Zeszyt 1—2—3. 1904. Warszawa. 169 стр.

Сборникъ статей по физикѣ въ память профессора Ѳедора Ѳомича Петрушевскаго. СПб. 1904 годъ.

В. Дубинскій. Магнитная буря 31-го октября, по наблюденіямъ Константиновской Обсерваторіи въ Павловскѣ. Изъ Записокъ Императорской Академіи Наукъ.

Н. Abraham. Преподаватель высшей нормальной школы въ Парижѣ. Сборникъ элементарныхъ опытовъ по физикѣ. Переводъ съ французскаго, подъ редакціей Б. П. Вейнберга, Прив.-Док. Императорскаго Новороссійскаго Университета. Часть I. Цѣна 1 р. 50 к. 272 стр.

Б. Ю. Кольбе. Преподаватель физики въ уч. Св. Анны въ С.П.Б. Описание 30-ти главнѣйшихъ школьныхъ опытовъ при помощи двойного и дифференціального термоскопа. Цѣна 75 к., съ перес. 90 к. 1904. 58 стр.

М. Складовская-Кюри. Радій и радиоактивность. Переводъ А. И. Бачинскаго. Цѣна 1 р., 101 стр.

S. Arrhenius. Профессоръ физики въ высшей школѣ въ Стокгольмѣ. Физика неба. Переводъ подъ редакціей А. Р. Орбинскаго, Прив.-Док. Императорскаго Новороссійскаго Университета. Цѣна 2 р. 250 стр.

Третье присужденіе преміи Н. И. Лобачевского. 1903. 98 стр.

Н. А. Извольскій. Преподаватель 2 Моск. Императора Николая I Кадетскаго Корпуса. Арифметика. Часть II. Курсъ II и III классовъ. Цѣна 60 к. 194 стр.

Ю. Б. Левинъ. Собраніе формулъ элементарной и аналитической математики. Цѣна 1 р. 25 к. Бердичевъ. 1903. 270 стр.

Редакторъ приватъ-доцентъ В. Ф. Каганъ.

Издатель В. А. Гернетъ.

Дозволено цензурою, Одесса 15-го Октября 1904 г.

Типографія Бланкоиздательства М. Шпенцера, ул. Новосельскаго, д. № 66.



Открыта подписка на 1904 годъ (XXV годъ изданія)

НА ЖУРНАЛЬ

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.

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.

**ПРОГРАММА ИЗДАНІЯ:** 1) Отчеты о дѣятельности VI отдѣла Императорскаго Русскаго Техническаго Общества и Всероссийскихъ Электротехническихъ Съездовъ и труды ихъ членовъ. 2) Самостоятельныя и переводныя статьи по теоріи, технике и практикѣ электричества и его примѣненій. 3) Обзоръ новостей по электротехникѣ. 4) Критика и библиографія сочиненій по электротехникѣ. 5) Электротехника въ Россіи и 6) Разныя извѣстія и корреспонденціи.

Журналъ выходитъ два раза въ мѣсяцъ, за исключеніемъ лѣтнихъ мѣсяцевъ, когда выпускаются двойные номера—разъ въ мѣсяцъ. Размѣръ номера—два печатныхъ листа, двойного—три листа. Изданіе сопровождается рисунками и чертежами въ текстѣ.

Подписка принимается въ Редакціи, въ Техническомъ Обществѣ и во всѣхъ книжныхъ магазинахъ.

**ПОДПИСНАЯ ЦѢНА** на годовой экземпляръ съ доставкой и пересылкой внутри Россіи **8 руб.**, за полгода—**5 руб.** За границу **12 руб.** Журналъ за 1890—1899 гг. продается съ пересылкою по **6 руб.** каждый годъ. За прежніе годы съ 1880—1889 гг. за все изданіе **25 руб.**, съ пересылкою **30 руб.**, отдѣльные годовые экземпляры прежнихъ лѣтъ по **3 рубля** за экземпляръ.

Разсрочка допускается лишь по взаимному соглашенію съ редакціею. Студентамъ высшихъ техническихъ учебныхъ заведеній уступка.

Журналъ и его изданія по Электротехникѣ на Всероссийской Художественно-Промышленной Выставкѣ 1896 года въ Нижнемъ-Новгородѣ удостоены высшей награды—диплома перваго разряда.

Журналъ „Электричество“ рекомендованъ Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для фундаментальныхъ библиотекъ мужскихъ гимназій и реальныхъ училищъ.

Въ редакціи продаются слѣдующія изданія журнала «Электричество»:

## Электротехническая Библіотека:

- Т. I. Электромагнитъ. Сильвануса Томпсона, перев. М. А. Шателена. Цѣна 4 р.
- Т. II. Магнитный потокъ. Проф. Боргмана. Второе изданіе. Цѣна 1 р. 80 к.
- Т. III. Динамомашинъ постояннаго и переменнаго тока и трансформаторы. Г. Каппа. Переводъ А. Л. Гершуна и В. К. Лебединскаго. Цѣна 4 руб.
- Т. IV. Многофазные электрическіе токи. Сильв. Томпсона, пер. М. А. Шателена. Цѣна 3 руб. 20 коп.
- Т. V. Электротехнический словарь (Русско-французско-нѣмецко-англійско-русскій). Состав. В. Ф. Миткевичъ и Г. Н. Шведеръ. Цѣна 1 руб. 50 коп.
- Т. VI. Современное ученіе объ электричествѣ въ элементарно-математической обработкѣ. Г. Шумана, перев. Н. Д. Державина. Цѣна 2 руб. 50 коп.

В. К. Лебединскій. Ученіе объ электрической искрѣ. Цѣна 60 коп.

. Тейхмюллеръ. Уравнительные провода. Переводъ съ нѣмецкаго. Цѣна 60 коп. Спб. 1902 г.

Правила испытаній электрическихъ машинъ и трансформаторовъ, выработанныя д.Союзомъ Германскихъ Электротехниковъ. Переводъ съ нѣмецкаго. Рекомендованы Вторымъ Всероссийскимъ Электротехническимъ Съѣздомъ 1902 г. Москвѣ. Цѣна 50 коп.

Наставленія для отдѣленія отъ проводовъ лицъ, пострадавшихъ отъ дѣйствія элек-



трического тока, и Наставленія для подаенія первой помощи въ несчастныхъ случаяхъ, происшедшихъ отъ дѣйствія электрическаго тока (до прихода врача). Рекомендованы Вторымъ Всероссийскимъ Электротехническимъ Съездомъ 1902 г. въ Москвѣ. Цѣна 25 коп.

Какъ построить динамомашину въ одну лошадиную силу. Ватсона, перев. А. Гершуна. Цѣна 1 руб.

Краткія свѣдѣнія по электротехникѣ въ ея современномъ развитіи. 1892 г. Ц. 75 к.

Адресъ редакціи: С.-Петербургъ. Екатерининскій каналъ, д. 134, кв. 4.

Продолжается подписка на 1904 г. (II годъ изданія)

НА ЕЖЕНЕДЕЛЬНЫЙ ИЗЯЩНО-ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛЪ

# ПРИРОДА и ЖИЗНЬ

журналъ художеств.-литературный, обществ.-историч. и популярно-научный.

Романы, повѣсти, рассказы. Общественная жизнь. Искусство. Гуманитарныя науки. Естествознаніе. Путешествія. Отвѣты на юридическіе вопросы. Полезные совѣты. И проч.

12 иллюстрированныхъ книгъ въ годъ и 52 №№ иллюстрированного журнала.

Редакція поставила себѣ задачей дать, при самой минимальной подписной платѣ (1 р. въ годъ—за 12 книгъ и 3 р. въ годъ—за 12 книгъ и 52 №№), исполнѣ литературный, богатый содержаніемъ и изящный журналъ. Съ участіемъ извѣстныхъ писателей и ученыхъ.

Естественно-научный отдѣлъ—подъ редакціей проф. А. М. Никольскаго.

## ❧ Вопросы САМООБРАЗОВАНІЯ. ❧

Правда научная и правда жизненная, любовь къ природѣ, родинѣ, человѣку и всякому живому существу — основы журнала.

ВЪ 1904 ГОДУ ВУДУТЪ НАПЕЧАТАНЫ:

Новыя беллетристическія произведенія М. Н. Альбова, К. С. Баранцевича, А. Н. Будищева, А. А. Измайлова, А. И. Куприна, Д. Н. Мамина-Сибиряка, Д. Л. Мордовцева, свящ. Г. С. Петрова, Н. И. Познякова, И. Н. Потапенко и мн. др. Литерат.-критич. очеркъ С. П. Григорьева: Графъ Л. Н. Толстой.

Новое сочиненіе Камилла Фламариона: „Общедоступная астрономія“.

Исслѣдованія, статьи и очерки: проф. В. М. Арнольди, проф. А. Н. Краснова, проф. В. К. Зальтскаго, проф. Д. А. Коропчевскаго, проф. А. А. Кулябко, проф. А. М. Никольскаго, проф. П. Ф. Лесгафта, проф. И. Г. Оршанскаго, проф. Н. Я. Покровскаго, проф. П. П. Пятницкаго и мн. др.

Названія произведеній указанныхъ писателей и ученыхъ напечатаны въ подробной программѣ, высылаемой по первому требованію. Выдающіяся общественныя, политическія, литературныя, научныя, художественныя и театральныя

## ЗЛОБЫ ДНЯ

1 р. въ годъ за 12 книгъ  
съ пересылкой.

|| 3 р. въ годъ за 12 книгъ  
и 52 №№ съ перес.  
Разсрочка по 1 руб.

Редакція: С.-Петербургъ, Преображенская ул., д. 42.

Редакторъ-издатель Н. П. Дучинскій.