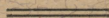


у-55

Проф. Н. А. УМОВЪ

ЭВОЛЮЦІЯ ФИЗИЧЕСКИХЪ НАУКЪ И ЕЯ ИДЕЙНОЕ ЗНАЧЕНІЕ.



Рѣчь, произнесенная на общемъ собраніи I-го Съѣзда преподавателей
физики, химіи и космографіи 29 декабря 1913 г.



ОДЕССА
1913.

<http://mathesis.ru>

МАЙКЕЛЬСОНЪ, А. А., проф. СВѢТОВЫЯ ВОЛНЫ и ИХЪ ПРИМѢНЕНІЯ.

Перевела съ англійскаго В. О. Хвольсонъ подъ редакціей заслуженнаго проф. О. Д. Хвольсона съ 5 дополнительными статьями и многочисленными примѣчаніями редактора. VIII + 189 стр. Съ 109 рис. и 3 цвѣтными табл. 1912 г.

Ц. 1 р. 50 к.

Содержаніе: Волновое движеніе и интерференція. — Сравненіе микроскопа и телескопа съ интерферометромъ. — Примѣненіе методовъ интерференціи для измѣренія разстояній и угловъ. Примѣненіе методовъ интерференціи къ спектроскопіи. — Свѣтотворныя волны, какъ единицы длины. — Изслѣдованіе вліянія магнетизма на свѣтотворныя волны при помощи интерферометра и ступенчатой рѣшетки (эшелона). — Приложеніе интерференціоннаго метода въ астрономіи. — Эфиръ. *Дополнительныя статьи проф. О. Д. Хвольсона:* О дифракціи. — Объ интерференціонныхъ полосахъ. — Нѣсколько словъ о спектральномъ анализѣ. — Современное положеніе вопроса объ эфирѣ. — Другой интерференціонный способъ изслѣдованія строенія спектральныхъ линій.

ИЗЪ ОТЗЫВОВЪ. „Въ началѣ первой лекціи авторъ обращается къ своимъ слушателямъ съ слѣдующими скромными словами: „Я надѣюсь, вы мнѣ простите, если для разъясненія этихъ примѣненій (свѣтотворныхъ волнъ) я приведу примѣры, почти исключительно взятые изъ моихъ собственныхъ работъ. Мнѣ кажется, что легче будетъ возбудить и поддерживать вниманіе, рассказывая о томъ, что извѣстно мнѣ, чѣмъ повторять то, что знаютъ другіе“.

Въ этомъ заключается главный интересъ книги, такъ какъ почти всѣ работы автора можно назвать классическими.

Всѣ эти работы касаются почти исключительно интерферометріи, и тѣмъ не менѣе содержаніе книги нельзя считать узкимъ, такъ какъ Майкельсонъ примѣнилъ интерферометръ къ самымъ разнообразнымъ областямъ физики и въ каждой области далъ максимумъ того, что позволяла современная техника.

Изложеніе книги вполне популярно...“ Д. С. Р. (*Журналъ Русск. Ф-Х. О-ва*, вып. 5, 1912).

МИ, Г., проф. КУРСЪ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА и МАГНИТИЗМА. Экспериментальная физика мірового эѳира для физиковъ, химиковъ и электротехниковъ.

Разрѣшенный авторомъ переводъ съ нѣмецкаго *Θ. Θ. Соколова* подъ редакціей заслуженнаго проф. О. Д. Хвольсона. Въ двухъ частяхъ. XII + 846 стр. 8°. Съ 361 рис. 1914 г.

Ц. 6 р.

Часть I. ЭЛЕКТРОСТАТИКА. Содержаніе: Главы I—XI: Общія свойства электрическаго поля. — Электрическое напряженіе. — Электрическій зарядъ. — Электрическія свойства изоляторовъ. — Электрическое поле внутри роводниковъ. — Прохожденіе электричества черезъ электроны. — Электрическая проводимость въ газахъ. — Тлѣющій разрядъ. — Разрядъ въ формѣ вольтовой дуги и электрическія искры. — Радиоактивность. — Металлическіе проводники. — Заключение.

Часть II. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА. Содержаніе: Главы I—IX: Общія свойства магнитнаго поля. — Электрическое напряженіе и сила тока. — Силы дѣйствія магнитнаго поля. — Появленіе и исчезновеніе магнитнаго поля. Магнитныя свойства веществъ. Технические примѣненія электромагнитныхъ силъ дѣйствій. — Электромагнитныя колебанія. — Принципъ релятивности (относительности). — Указатель.

„Замѣчательная книга проф. Ми даетъ ясную и стройно законченную картину новаго ученія. Изложеніе, вездѣ оригинальное, можно назвать образцовымъ въ дидактическомъ отношеніи; оно безусловно популярное, ибо авторъ нигдѣ не пользуется серьезною математикою. Исходя изъ самаго элементарнаго, онъ шагъ за шагомъ, доходитъ до изложенія новѣйшихъ завоеваній науки. Онъ не останавливается и передъ такимъ труднымъ, съ перваго взгляда, вопросомъ, какъ релятивности, не вошедшій еще ни въ одинъ изъ учебниковъ физики въ Россіи, и посвящаетъ ему обширную главу. Даже весьма мало знакомый съ физикою безъ труда почерпнетъ изъ этой книги ясное представленіе о современномъ состояніи ученія объ электромагнитныхъ явленіяхъ, а спеціалистъ физики, увидявъ передъ собою образецъ строгого изложенія.

самого широкаго распространенія“.

О. Хвольсонъ.

ЭВОЛЮЦІЯ ФИЗИЧЕСКИХЪ НАУКЪ И ЕЯ ИДЕЙНОЕ ЗНАЧЕНІЕ

Рѣчь, произнесенная на общемъ собраніи I-го Съѣзда преподавателей физики, химіи и космографіи 29 декабря 1913 г.



ОДЕССА
1913

<http://mathesis.ru>

Государственная библиотечная
по народному
образованию
№ 411714

Еволюція фізическихъ наукъ и ея идейное значеніе.

Физическія науки за послѣдніе годы установили новыя истины, лишающія старыя характера основности и первичности; онѣ до такой степени измѣнили свой обликъ по отношенію къ своему содержанію и методамъ, что назрѣваетъ вопросъ, не слѣдуетъ ли внести нѣкоторыя оговорки, измѣненія и дополненія въ ихъ преподаваніе. Обзоръ эволюціи этихъ наукъ на настоящемъ Сѣздѣ не только умѣстенъ, но и желателенъ. Новое пониманіе явленій необычно и укладывается въ нашемъ сознаніи только формально, оставаясь намъ какъ бы чуждымъ. Усвоеніе этихъ новыхъ взглядовъ и даже примиреніе съ ними возможно лишь, если мы сойдемъ съ профессиональной точки зрѣнія. Намъ представляется, что мы работаемъ въ совершенно обособленной области мысли, подчиненной только ей свойственнымъ законамъ и интересамъ. Однако, отрѣшаясь отъ строгой замкнутости и разсматривая эволюцію спеціальной науки, какъ текущую въ общемъ руслѣ человѣческой мысли, мы открываемъ въ ней черты, сродняющія насъ съ этими новшествами, и изъ противниковъ становимся ихъ защитниками.

Классическая физика заимствовала свои основы изъ области непосредственныхъ свидѣтельствъ нашихъ чувствъ: это роднило съ ея ученіями наше сознаніе, воспитанное и остающееся въ сферѣ непосредственныхъ ощущеній. Благодаря такимъ условіямъ, ученія классической физики не знали коллизій между подчиненіемъ научной истины и ея воспріятіемъ, коллизій, знакомой другимъ областямъ естествознанія, когда, по смыслу открывшейся

новой истины, родственные нашему сознанию взгляды перемѣщались въ разрядъ предразсудковъ.

Новая физика, раскрывающая намъ, что изъ области чувствъ нельзя почерпнуть ничего первичнаго, что послужило бы основною учений о явленіяхъ міра, можетъ быть усвоена, принята, если связывать ее не съ первоисточникомъ нашего сознанія — чувствами, а съ его болѣе высокой стадіей — идеей.

Для оцѣнки значенія эволюціи нашихъ наукъ слѣдуетъ также очертить мѣсто, занимаемое ими въ духовной сокровищницѣ человѣчества. Я начну съ такого очерка.

Физическія науки въ широкихъ массахъ и въ школахъ оцѣниваются, главнымъ образомъ, со стороны ихъ практическаго значенія; электрификація не только обстановки человѣческаго обихода, но и атомовъ вызываетъ изумленіе, фигурируетъ, какъ курьезъ, не имѣющій никакой идейной подкладки.

Полезность физическихъ наукъ, несмотря на свое признание, все-таки не получила еще должной оцѣнки; она несомнѣнно будетъ повышаться съ ростомъ борьбы человѣчества за обладаніе энергіями природы, такъ какъ для человѣка становится все болѣе и болѣе необходимымъ брать отъ природы то, чего послѣдняя ему добровольно не даетъ. Кризисъ, переживаемый современной физикой, связанъ съ расширеніемъ арены этой борьбы и потому имѣетъ большое значеніе для экономическаго прогресса человѣчества.

Но высокая роль физическихъ наукъ выступаетъ въ полной силѣ, когда къ аргументамъ изъ сферы полезности присоединяются аргументы изъ области духовныхъ переживаній. Этапы физической мысли отмѣчаютъ и предваряютъ поворотные пункты во всей области человѣческаго мышленія. Такимъ преимуществомъ наши науки обязаны своимъ цѣлямъ, строю и обычаямъ.

Когда мы обзрѣваемъ многочисленныя и разнообразныя мастерскія, въ которыхъ работаетъ мысль, цѣльма первенства въ отношеніи ихъ организациі, качества и распространенности вырабатываемаго продукта принадлежитъ физическимъ наукамъ. Ихъ

мастерскія, трудящіяся надъ удовлетвореніемъ общечеловѣческихъ нуждъ, покоятся на началахъ, которыя создаютъ гармоничное и одухотворенное сотрудничество націй, имѣющее громадную важность въ области мысли и жизни, ибо оно обуславливаетъ несомнѣнные успѣхи.

Естественное назначеніе духовной работы — служить цементомъ, связующимъ человѣчество, — нигдѣ не осуществляется съ такой полнотой, какъ въ естествознаніи. Въ дипломатіи, политикѣ, юриспруденціи, философіи, религіи мы не найдемъ единенія и универсальной пріемлемости устанавливаемыхъ ученій. Мы не найдемъ и объективной этики. Естествоиспытатель стоитъ передъ лицомъ строгаго и безпристрастнаго судьи — природы. Въ своихъ экспериментахъ и измѣреніяхъ, среди обильнаго круга явленій, онъ проходитъ великую школу правды въ сужденіи и дѣйствіи. Привести мысль и чувства юношества въ контактъ съ этой областью, исключительной по своей неизсякаемой жизненности, чистотѣ и творчеству, и составляетъ высокую культурную миссію преподавателей физическихъ наукъ.

Къ построенію модели вселенной человѣкъ приступилъ, пользуясь указаніями своей природы, копируя ея духовную архитектуру и исходя изъ матеріала, который онъ находилъ въ своемъ жилищѣ — землѣ. На пріемы и воззрѣнія ложился антропоцентрическій отпечатокъ. Несмотря на паденіе антропоцентрическаго міросозерцанія, совершившагося при значительномъ участіи классической физики, послѣдняя удерживала его характерныя черты. Переломъ, переживаемый въ настоящее время физическимъ знаніемъ, имѣетъ смыслъ окончательнаго освобожденія отъ антропо- и геоцентризма. Оно выступаетъ съ особою ясностью именно въ сферѣ точнаго знанія, и изложеніе съ этой точки зрѣнія контраста между двумя типами познания, изъ коихъ одинъ являлся преобладающимъ и характернымъ въ классической физикѣ, а другой, современный, отвоевываетъ у перваго одну область за другою, сдѣлаетъ послѣдній типъ болѣе доступнымъ усвоенію.

Непрерывность, опредѣленность, отсутствіе скачка и случайности въ жизни и мышленіи имѣютъ высокую цѣнность для человѣка. Размышляя о явленіяхъ, человѣкъ невольно сливалъ свой разумъ съ ихъ разумомъ, и указанная цѣнности опредѣляли и начальныя формы воззрѣній на природу. Синтезъ гениальныхъ умовъ выразилъ эти моменты представленіемъ о непрерывно измѣняющейся безконечно-малой величинѣ, этой основѣ анализа безконечно-малыхъ.

Методы этого анализа дали и орудіе для построенія теорій явленій. Но въ отличіе отъ орудій техники и ремесла они принесли изслѣдователю не только инструментъ, но и принципъ.

Теорія явленія требуетъ его разложенія на элементы какъ въ пространствѣ, такъ и во времени. Чѣмъ они мельче, тѣмъ въ болѣешихъ деталяхъ можетъ быть воспроизведено самое явленіе, подобно тому, какъ мозаика тѣмъ совершеннѣе воспроизводитъ оригиналъ, чѣмъ мельче ея плитки. Въ обычной мозаикѣ каждая плитка непремѣнно имѣетъ свою индивидуальность, отличающую ее отъ сосѣдней хотя и малымъ скачкомъ. Классическая физика предпочитала строить мозаику природы плитками, которыя въ своихъ свойствахъ мѣнялись непрерывно. Встрѣча съ индивидуальностями была ей крайне нежелательна, такъ какъ исключала примѣнимость анализа безконечно-малыхъ. Тамъ, гдѣ присутствіе такихъ индивидовъ являлось неизбѣжнымъ, классическая физика спѣшила соединять ихъ въ малыя группы, которыя давали бы статистическія среднія, измѣняющіяся безъ скачковъ. Явленія природы по преимуществу характеризовались величинами, обладавшими способностью непрерывно измѣняться.

Тѣла, какъ скоро становились мѣстомъ какого-нибудь явленія, представлялись непрерывно наполненными матеріей, или континуумами.

Эти приемы повлекли за собою и другую негласную гипотезу: признаніе возможности установить для всякаго явленія конечное число условій, опредѣляющихъ его форму и теченіе. Для теоретика-классика не существовало побужденій къ допущенію чрезвычайно большого разнообразія въ условіяхъ возникновенія явленій и къ усмотрѣнію въ кажущейся конечности ихъ числа лишь результата несознаваемого статистическаго подсчета!

Эта негласная гипотеза отразилась и на понимании смысла законов природы. Ея допущение означало и возможность представлять течение каждого явления и даже поведение природы уравнениями.

Въ этомъ отношеніи классическая физика сходилась съ теоріей и практикой въ другихъ областяхъ мысли, а также жизни личной и общественной. И здѣсь проблемы изображаются своего рода уравненіями, и, если дѣйствительность даетъ рѣшеніе, отличное отъ того, которое изъ нихъ вытекаетъ, оно представляется намъ зломъ.

Сопоставимъ методы классической и современной физики.

Въ классической физикѣ преобладали непрерывная матерія, непрерывное явленіе, опредѣленность условій его возникновенія. Эмблема такого типа познаванія, въ этомъ смыслѣ и классической физики, изобразится изогнутой линіей, непрерывно, плавно мѣняющей свою кривизну.

Въ современной физикѣ преобладаютъ индивидъ, скачокъ, случай. Ея эмблема — ломанная линія, состоящая изъ отдѣльных прямолинейныхъ отрѣзковъ, безпорядочно смыкающихся другъ съ другомъ, говоря короче — зигзагъ. Непрерывно изгибающаяся линія есть только выраженіе статистическихъ среднихъ.

Для классической физики ходъ явленія опредѣляется по преимуществу конечнымъ числомъ условій, которыя связываются конечнымъ числомъ уравненій, дающихъ вполне опредѣленные рѣшенія.

Для современной физики ходъ явленія опредѣляется числомъ благоприятствующихъ ему шансовъ въ ряду чрезвычайнаго множества случайностей. На мѣсто уравненій становятся законы случая и методы теоріи вѣроятностей.

Какія обстоятельства создали этотъ рѣзкій контрастъ въ методахъ старой и новой физики?

Обратимся къ содержанію классической физики. Въ ея методахъ нашла свое отраженіе природа человека. Содержаніе же ея ученій основывалось на допущеніи, что субстрату нашего оби-

талища — землѣ, иными словами — матеріи, принадлежитъ первенствующее мѣсто въ явленіяхъ міра.

Развѣнчиваніе матеріи и ея представительницы — земли совершилось въ два приѣма.

Первый шагъ былъ сдѣланъ великимъ Коперникомъ, смѣстившимъ землю изъ центра вселенной. Но земля своими законами, законами составляющей ее матеріи, законами классической механики, продолжала властвовать надъ міромъ.

Второй шагъ, окончательно упразднившій геоцентризмъ, сдѣланъ современной физикой. Она отвергла идею Декарта, лозунгъ механическаго міровоззрѣнія — „дайте мнѣ матерію и движеніе, и я построю міръ“. Матерія не есть уже нѣчто первичное въ мірѣ, она построена изъ элементовъ, непосредственно непознаваемыхъ нашими чувствами.

Несмотря, однако, на крушеніе картезіанской физики, неизмѣнно остаются справедливыми слова Канта:

„Ich behaupte aber, dass in jeder besonderen Naturlehre so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen ist“.

Итакъ, матерія и ея механика устранены изъ основъ физическихъ теорій, но математика осталась! Это значитъ, что на мѣсто доступныхъ нашимъ чувствамъ образовъ классической механики становятся символы, имѣющіе смыслъ письменъ, необходимыхъ для выраженія новыхъ идей.

И въ этомъ отношеніи письменность физическихъ наукъ прошла тѣ же стадіи, какъ и письменность человѣка. Классическая физика изображала свои представленія о мірѣ идеографически, т.-е. фигурно, пользуясь наглядными образами классической механики. Но подобно тому, какъ человѣкъ оставилъ фигурное письмо, оставилъ іероглифы, способные изображать лишь ограниченное число вещей и понятій, и замѣнилъ его другимъ, болѣе гибкимъ, такъ и современная физика на мѣсто образовъ земли поставила символы электромагнитнаго міра; о нихъ можно сказать, повторяя слова Галилея: „это — тѣ знаки, которыми написана книга природы“.

Такимъ образомъ, устраненіе механическаго міровоззрѣнія связано съ устраненіемъ фигурнаго письма образами, доступными

представленію человѣка: послѣдніе получаютъ смыслъ иллюстрацій. Только увлекающійся антропоцентризмъ могъ предполагать, что подобнымъ письмомъ могутъ быть изображаемы явленія вселенной. Письмо символическое, охватывающее несравненно большее богатство идей, является крупнымъ прогрессомъ науки.

Основа классической физики есть ньютоніанская механика, находящая свое выраженіе въ трехъ законахъ движенія. Эти законы покоятся на аксіомѣ первичности и неизмѣняемости массы во всѣхъ для нея возможныхъ превращеніяхъ и измѣненіяхъ состоянія. Только благодаря этому основному допущенію три различныхъ опредѣленія массы сходятся между собою. Масса можетъ быть опредѣляема такъ: она представляетъ коэффициентъ пропорціональности силы ускоренію, есть емкость количества движенія, есть емкость живой силы, или кинетической энергіи. Если масса потеряетъ смыслъ первичнаго свойства матеріи, три приведенныхъ опредѣленія останутся согласными только для случая малыхъ скоростей; для большихъ скоростей для одной и той же матеріальной системы они дадутъ для массы три различныхъ функціи скорости.

Представленіе о первичности и неизмѣняемости массы могло возникнуть только при отрицаніи связи между матеріей и окружающимъ ее пространствомъ: послѣднее представлялось творцамъ механики пустотой, не нуждалось ни въ какой схемѣ, кромѣ геометрической, и было нулемъ въ жизни вселенной. Міръ въ представленіи ньютоніанской механики раскололся на двѣ другъ съ другомъ не связанныя части — матерію и пустоту. Аксіомы классической механики имѣютъ мѣсто только при допущеніи такого дуализма. Путемъ, хотя и далекой аналогіи, можно предсказать, въ какомъ направленіи измѣнится ньютоніанское представленіе о массѣ при уничтоженіи этого дуализма. Достаточно разсмотрѣть движеніе твердаго тѣла въ жидкости, существованіе которой ускользало бы отъ нашихъ чувствъ. Тѣло будетъ въ своемъ движеніи увлекать нѣкоторую жидкую массу, и мы, ее не ощущающіе, заключимъ о приростѣ массы тѣла. Этотъ при-

рость будетъ зависѣть отъ скорости движенія. Инерція массы будетъ различна въ случаѣ, когда внѣшняя сила подѣйствуетъ на нее вдоль или поперекъ по отношенію къ установившемуся движенію. Такимъ образомъ, при существованіи связи между матеріей и пустотой, мы должны, хотя и по другимъ причинамъ, ожидать зависимости массы отъ скорости движенія и различать продольную и поперечную массы. Три вышеуказанныя опредѣленія массы разойдутся, и она не будетъ болѣе служить мѣрою количества вещества.

Такая мѣра должна быть устанавливаема приѣмомъ, подобнымъ тому, который устанавливается при подсчетѣ народонаселенія, — числомъ участвующихъ въ явленіи недѣлимыхъ индивидовъ, на которые современная физика распылила природу.

Рядомъ съ явленіями въ матеріи передъ мыслью Ньютона развертывалось и явленіе въ пустотѣ — свѣтъ и вообще излученіе. Ньютонъ отнесся къ его объясненію строго-логически; въ связи съ признаніемъ, что матерія есть единственная реальность, онъ создалъ теорію истеченія. Если пустота есть только пространство, а не физическое тѣло, то свѣтъ долженъ состоять изъ частицъ, выбрасываемыхъ матеріей. Теорія свѣтового зѣира, позднѣе установившаяся въ классической физикѣ, внесла логическое противорѣчіе въ систему этой науки, являясь придаткомъ, не связаннымъ съ ея основами, что содѣйствовало ея паденію.

Мысли гениевъ несутъ въ себѣ содержаніе, сохраняющееся, несмотря на перемѣну формы ихъ выраженія. Такое остающееся содержаніе вложено и въ теорію истеченія. Попробуемъ его раскрыть.

Тѣло выбрасываетъ частицу — элементъ луча. Эта частица, или этотъ элементъ подверженъ притяженію матеріи; имъ объясняется преломленіе свѣта. Онъ долженъ имѣть массу. Несясь въ пространствѣ, онъ обладаетъ кинетической энергіей, и его масса должна быть ей пропорціональна и обратно пропорціональна квадрату скорости свѣта. Матерія, излучая, должна терять массу; поглощая лучистую энергію, матерія увеличивается въ массѣ. Элементы лучей, обладая массами, также должны тяготѣть другъ къ другу. Когда современная физика уничтожила дуализмъ міра, эти идеи, какъ увидимъ далѣе, оказались въ ея активѣ. Элементъ

луча разсматривается современной физикой, какъ періодическое явленіе въ опредѣленномъ мѣстѣ пространства. Его энергія проявляется въ двухъ формахъ — кинетической и потенціальной, равныхъ другъ другу за время одного періода. Обѣ вмѣстѣ представляютъ удвоенную кинетическую энергію частицы въ теоріи истеченія; поэтому теперь масса элемента луча признается равной его полной энергіи, дѣленной на квадратъ скорости свѣта.

Первымъ нематеріальнымъ придаткомъ къ ньютоніанской физикѣ явился континуумъ — свѣтовой эфиръ, одаренный свойствами твердаго упругаго тѣла. Электрическія явленія тоже не вмѣщались въ ньютоніанскую физику: явился новый придатокъ, чуждый и матеріи и эфиру, — электрической континуумъ, электрическія жидкости, въ неограниченномъ количествѣ извлекаемыя изъ матеріальныхъ тѣлъ. Теплородъ былъ изгнанъ очень рано, и величественное зданіе классической физики оказалось состоящимъ изъ трехъ искусственно сцѣпленныхъ между собою частей. Матерія могла быть мыслима безъ эфира и электричества, эфиръ безъ матеріи и электричества; электричество могло быть мыслимо безъ эфира, а въ матеріи оно было случайнымъ жильцомъ, ничѣмъ не связаннымъ съ домовладѣльцемъ, кромѣ квартирныхъ обязательствъ.

Напрасными остались стремленія скрѣпить зданіе законами механики матеріи: оно стало давать трещины, и, въ концѣ-концовъ, научная мысль принялась постепенно за его капитальную перестройку.

Она началась сліяніемъ эфира и электричества. Въ эфирѣ свѣтовая волна шла отъ элемента къ элементу съ опредѣленной скоростью. Но электрическія и магнитныя силы не передавались постепенно; они дѣйствовали мгновенно и непосредственно черезъ какія угодно разстоянія, не нуждаясь въ средѣ для своего проявленія. Рядомъ съ этимъ существовало другое представленіе. Для Фарадея пространство, раздѣлявшее наэлектризованныя тѣла и магниты и проникавшее въ послѣднія, имѣло структуру: паутина электрическихъ силовыхъ нитей связывала тѣла наэлектризованныя; протягивались и отличныя отъ нихъ замыкающіяся нити магнитныхъ силъ. Разрабатывая эту картину, гениальный Максвеллъ открылъ, что электрической импульсъ вызываетъ

колебанія этой паутины, бѣгущія по ней съ тою же скоростью и слѣдующія тѣмъ же законамъ, что и свѣтовая волна. Гертцъ изловилъ эту волну въ своей лабораторіи и изучилъ ея свойства. Создалась теорія электромагнитнаго поля, упразднившая теорію свѣтового эира: свѣтовая волна оказалась электромагнитной волной.

Механика электрическаго поля не имѣетъ ничего общаго съ механикой матеріи. Ея законы выражаются соотношеніями между символами; только ихъ сочетанія соотвѣтствуютъ знакомымъ намъ представленіямъ механической силы, энергіи, давленія, а позднѣе и массы.

Отношеніе матеріи къ электромагнитному полю не было установлено. Изъ любой ея точки, въ зависимости отъ ея зоряда, могло исходить произвольное число электрическихъ силовыхъ нитей. Но былъ уже намѣченъ путь къ раскрытію этого соотношенія. Въ 1914 году исполняется сорокалѣтіе знаменитой рѣчи Крукса — „Лучистая матерія или четвертое состояніе“. Этой рѣчью мысль перебрасывалась за ту грань, которая стояла на пути къ разрѣшенію величайшихъ научныхъ задачъ. Новыя открытія, нанизываясь одно на другое, обнаружили рѣдкихъ представителей матеріи, выдавшихъ намъ тайну ея рожденія и смерти, включившихъ мертвые, отъ вѣка шаблонно сфабрикованные камни мірозданія въ процессъ жизни, эволюціи.

Электрическія силовыя нити оказались приуроченными въ опредѣленномъ числѣ къ электрическимъ индивидамъ, недѣлимымъ атомамъ электричества или группамъ такихъ атомовъ. Эти индивиды оказались обладающими массой. Она опредѣлялась по измѣненію направленія полета индивида подъ дѣйствіемъ внѣшнихъ электрическихъ и магнитныхъ силъ. Масса носителей отрицательнаго электричества — электроновъ оказалась не зависящей отъ природы матеріи, изъ которой они извлекались, и въ нихъ наука открыла впервые нематеріальный индивидъ природы, обладающій массой, притомъ въ 1840 разъ меньшей атома водорода. Масса перестала быть привилегіей матеріи! Электроны считаются атомами отрицательнаго электричества, но послѣднія изслѣдованія не исключаютъ возможности, что они все еще представляютъ группы атомовъ.

Были открыты и положительные индивиды, еще не расчлененные на атомы. Это — слитные системы, положительные ионы, отражающие на себя природу материи, из которой они извлечены; их массы грузны, пропорциональны массам атомов вещества, из которого они получены. Изменение их путей действием внешних сил, благодаря этому свойству, служит к определению атомных весов неизвестных тел: устанавливается новая метода химического анализа!

Атомическая структура положительных ионов доказана блестящими опытами Миликана. Если существуют положительные атомы электричества, т. е. неделимые положительные индивиды, несущие такие же по абсолютной величине заряды, как электроны, то заряды ионов должны быть кратными от некоторого элементарного заряда и относиться между собою, как целые числа. Это свойство зарядов ионов было обнаружено экспериментально. Миликан получал мельчайшие капельки распылением жидкости. Струю воздуха эти капельки проносились около тонкого отверстия в верхней обкладке плоского горизонтального конденсатора. Некоторые из них попадали в это отверстие и проникали в освещенное пространство между обкладками. Наблюдателю, следившему за ними визером, они представлялись светлыми точками на темном фоне. Электрическое поле между обкладками действовало против силы тяжести и соответствовало падению потенциала в 4000 вольт на один сантиметр. Регулируя заряды, можно было удерживать в воздухе и наблюдать капельку в течение нескольких часов, давая ей возможность падать или подниматься вверх.

При наблюдении падения капельки замечалось, что иногда ее скорость получает мгновенное изменение; она сразу становится больше или меньше. Такой скачек скорости указывает на изменение заряда капельки, которое могло произойти только от присоединения к ней иона воздуха.

Если v означает скорость движения капли в какой-нибудь момент, а v_1, v_2, v_3, \dots — изменения этой скорости, e_1, e_2, e_3, \dots — заряды капли после приобретения новых скоростей, то теория

даетъ соотношеніе:

$$\frac{e_1}{v+v_1} = \frac{e_2}{v+v_2} = \frac{e_3}{v+v_3} = \dots$$

Заряды будутъ относиться, какъ цѣлыя числа, если тѣмъ же свойствомъ будутъ обладать знаменатели предыдущихъ дробей. Въ одномъ случаѣ, напримѣръ, эти знаменатели относились, какъ числа

2,00; 4,01; 3,01; 2,00; 1,00; 1,99; 2,98; 1,100,

или, допуская ту же погрѣшность, какую дѣлають химики въ опредѣленіи индивидовъ матеріи, — какъ цѣлыя числа:

2, 4, 3, 2, 1, 2, 3, 1.

Доказанная такимъ образомъ кратность электрическихъ зарядовъ устанавливаетъ и атомическую структуру электричества. Можно обнаружить и тѣ моменты, когда капелька получаетъ элементарный электрическій зарядъ. Оказалось, что атомъ электричества равенъ заряду атома водорода при электролизѣ.

Уже громадное содержаніе въ матеріи электрическихъ индивидовъ, обладающихъ массой, приводитъ къ вопросу: существуютъ ли спеціальныя атомы матеріи?

Въ тѣлахъ нейтральныхъ оба рода индивидовъ несутъ одинаковыя количества положительнаго и отрицательнаго электричества. Такъ, при распаденіи радія выбрасываются лучи β и α . Первые несутъ отрицательные заряды, вторые состоятъ изъ атомовъ гелія, каждый изъ которыхъ несетъ два недѣлимыхъ положительныхъ заряда.

О громадномъ количествѣ такихъ индивидовъ можно заключить по числу положительныхъ индивидовъ, выбрасываемыхъ граммомъ радія въ одну секунду, и по средней продолжительности жизни радія, равной 2600 годамъ. Положительные индивиды — атомы гелія, выброшенные въ теченіе одной секунды и разложенные по одному на миллиметръ, — займутъ длину въ 120 000 километровъ. Эта бомбардировка будетъ ослабѣвать по мѣрѣ распада радія, но это ослабленіе не сдѣлаетъ болѣе доступнымъ нашему представленію число содержащихся въ немъ электрическихъ индивидовъ, выбрасываемыхъ и продуктами распада:

Инерція, или масса электрическихъ атомовъ, находитъ свое объясненіе въ процессахъ электромагнитнаго поля. Съ электрическимъ индивидомъ, находящимся въ покоѣ, связана нѣкоторая энергія въ формѣ потенциальной: часть ея вложена въ ту силовую паутину, нити которой радіально исходятъ изъ индивидовъ, а часть существуетъ, какъ энергія силъ, поддерживающихъ цѣлостность этого электрическаго паучка (H. Poincaré). Соединимъ обѣ энергіи подъ общимъ заголовкомъ — энергія покоя.

Роулэндъ показалъ, что при движеніи наэлектризованнаго тѣла, имѣющаго, напримѣръ, видъ шарика, въ окружающемъ пространствѣ обнаруживаются магнитныя явленія, обусловленные рожденіемъ новыхъ магнитныхъ силовыхъ линій. Онѣ имѣютъ форму колецъ, лежатъ въ плоскостяхъ, перпендикулярныхъ къ направленію движенія, при чемъ центры ихъ расположены въ этомъ направленіи. Въ нашемъ образномъ представленіи это значило бы, что въ радіальной паутинѣ, увлекаемой движеніемъ электрическаго паучка, развиваются поперечныя нити, какъ бы для увеличенія ея прочности.

На созданіе этой добавочной архитектуры требуется и новый вкладъ энергіи въ электромагнитное поле: требованіе это выразится сопротивленіемъ индивида переменѣ его состоянія и поглощеніемъ соотвѣтственной части энергіи сообщеннаго импульса. Это сопротивление есть источникъ инерціи, электромагнитной массы индивида. Пока скорость движенія индивида невелика, эта масса оказывается равной опредѣленной ранѣе энергіи покоя, дѣленной на квадратъ скорости свѣта!

Въ классической физикѣ масса стоитъ въ числѣ знаковъ алфавита природы. Для новой физики масса не есть болѣе такой знакъ, но дешифрованный іероглифъ. Если представить себѣ электрическій индивидъ въ пустотѣ и имѣющимъ форму шарика радіуса a , несущаго зарядъ e , то его масса получить такое начертаніе: $m_0 = \frac{2}{3} \mu_0 \frac{e^2}{a}$, гдѣ μ_0 есть магнитная проницаемость пустоты. На первый взглядъ здѣсь одинъ символъ, масса, только замѣняется другимъ, электрическимъ зарядомъ. Выгода такой замѣны заключается въ томъ, что символъ, электрическій зарядъ, связываетъ между собой и служитъ характеристикой неисчисли-

мага количества явленій какъ въ матеріи, такъ и въ окружающемъ ее пространствѣ и, благодаря приведенному выраженію, не стоитъ уже только рядомъ съ символомъ — масса, но, поглощая его, становится символомъ универсальнымъ.

Изъ приведеннаго соотношенія мы выводимъ нѣкоторыя слѣдствія, которыя будутъ намъ полезны въ дальнѣйшемъ изложеніи. Опытъ показываетъ, что при равенствѣ зарядовъ положительный индивидъ обладаетъ несравненно большей массой, чѣмъ отрицательный. Такъ какъ масса оказывается обратно пропорціо-
нальной радіусу индивида, то изъ этого слѣдуетъ, что при равенствѣ несоматаго электричества положительный индивидъ имѣетъ объемъ, значительно меньшій, чѣмъ объемъ отрицательнаго индивида. Намъ будетъ еще полезна зависимость массы индивида отъ числа содержащихся въ немъ электрическихъ атомовъ. Если принять, что положительные атомы, сливаясь, сохраняютъ свои объемы, то объемъ индивида будетъ пропорціоналенъ числу атомовъ. Радіусъ индивида пропорціоналенъ кубическому корню изъ объема, т.-е. изъ числа составляющихъ его атомовъ. Масса обратно пропорціональна этой величинѣ, но прямо пропорціональна квадрату числа атомовъ, такъ какъ послѣднему пропорціоналенъ зарядъ индивида. Подводя итогъ, мы находимъ, что масса сферическаго положительнаго индивида, пропорціональна $n^{\frac{5}{3}}$, гдѣ n есть число положительныхъ атомовъ.

Присутствіе электрическихъ индивидовъ въ матеріи объясняетъ одно неизмѣнно присущее ей свойство, какъ таковое, опущенное классической физикой. Матерія неотдѣлима отъ излученія. Ея берега неизмѣнно омываются океаномъ лучистой энергіи. Въ классической физикѣ матерія — корабль на сушѣ, въ современной — онъ тамъ, гдѣ ему надлежитъ быть. Изъ приведенныхъ мною разсужденій слѣдуетъ, что всякое измѣненіе въ движеніи электрическаго индивида сопровождается толчкомъ въ электромагнитное поле, рождающимъ волну, т.-е. излученіе. Индивиды непрерывно движутся, и энергія неизмѣнно излучается и воспринимается.

При большихъ скоростяхъ масса зависитъ и отъ скорости и отъ направленія дѣйствующей силы по отношенію къ напра-

влению существующаго движенія. Когда катодный лучъ изгибается дѣйствіемъ магнитной или электрической силы, выступаетъ поперечная масса катодной частицы, какъ емкость количества движенія; при дѣйствіи силы вдоль движенія — инерція представляется продольной массой, какъ коэффициентъ пропорціональности силы ускоренію; наконецъ, иную величину представляетъ масса кинетическая, какъ емкость живой силы.

Если означимъ черезъ β отношеніе скорости движенія массы къ скорости свѣта, то получимъ слѣдующія выраженія:

$$\text{для поперечной массы: } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}},$$

$$\text{для продольной массы: } m' = \frac{m_0}{(1 - \beta^2)^{\frac{3}{2}}},$$

$$\text{для кинетической массы: } m'' = \frac{2m_0}{\beta^2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} - 1 \right).$$

Три опредѣленія массы тождественны только при малыхъ скоростяхъ, т.-е. для $\beta = 0$.

Съ увеличеніемъ скорости движенія масса возрастаетъ и становится безконечно большой, когда эта скорость достигаетъ величины скорости свѣта. Эта послѣдняя является, такимъ образомъ, предѣломъ всѣхъ скоростей во вселенной. Въ этомъ пунктѣ особенно ярко выступаетъ различіе новой, реальной механики и классической, представляющей абстрактной дисциплиной.

Что еще остается для послѣдняго шага къ признанію электрическихъ индивидовъ камнями мірозданія и электромагнитнаго поля его цементомъ? Построеніе электронной теоріи матеріи!

Крупные недочеты классической физики обнаруживались въ ея отношеніи къ химіи. Имѣя объектомъ одинъ и тотъ же матеріалъ, химія естественно должна была стать частью физики. Распространеніе на химическія явленія теоремъ термодинамики и кинетическая теорія сблизили эти науки, но одна не стала только частью другой.

Созданіе физической теоріи матеріи оставалось непосильной задачей, благодаря вытекающей изъ закона кратныхъ отношеній необходимости индивидуализировать не только матерію,

но и ея взаимодействія. Химія изучаетъ явленія, измѣняющіяся скачками: молекула одного вещества не переходитъ непрерывно въ молекулу другого; такой переходъ совершается скачкомъ, обусловленнымъ вхожденіемъ или выходеніемъ изъ молекулы, по меньшей мѣрѣ, одного атома.

Новыя воззрѣнія открываютъ путь къ успѣшному построенію теорій матеріи. Изъ нихъ я останавливаю ваше вниманіе на теоріи, данной Никольсономъ *).

Элементъ вещества — атомъ — нейтраленъ: онъ содержитъ равныя количества положительныхъ и отрицательныхъ электрическихъ атомовъ. Положительные атомы, имѣя большую массу и меньшій объемъ, образуютъ въ атомѣ центральное ядро, вокругъ котораго курсируютъ электроны. Масса послѣднихъ ничтожна, и потому вѣсъ атома опредѣляется массой ядра. Система, состоящая изъ одного положительнаго и одного отрицательнаго атома, не можетъ быть устойчивой. Поэтому въ порядкѣ возрастающей сложности атомы матеріи могутъ состоять изъ 2-хъ положительныхъ и 2-хъ отрицательныхъ, 3-хъ положительныхъ и 3-хъ отрицательныхъ, 4-хъ положительныхъ и 4-хъ отрицательныхъ и т. д. электрическихъ атомовъ. Согласно съ тѣмъ, что мною было сказано ранѣе, массы ядеръ въ первыхъ четырехъ группахъ или ихъ атомные вѣса должны относиться, какъ рядъ чиселъ: $2^{\frac{5}{3}}$, $3^{\frac{5}{3}}$, $4^{\frac{5}{3}}$, $5^{\frac{5}{3}}$. Эти числа будутъ:

$$3,1748 : 6,2403 : 10,079 : 14,620.$$

Принимая вторую группу за водородъ, опредѣляютъ атомные вѣса трехъ другихъ веществъ, которымъ даны названія короній, небулій и протофлюоръ. Дѣлая поправки относительно массъ отрицательныхъ электроновъ, получаютъ слѣдующіе атомные вѣса: короній 0,513, водородъ 1,008, небулій (*Nb*) 1,6277, протофлюоръ (*Pf*) 2,3607. Изъ двухъ послѣднихъ элементовъ и водорода строятся всѣ виды матеріи, при чемъ обнаруживается замѣчательное совпаденіе вычисленныхъ атомныхъ вѣсовъ съ дѣйствительными. Для примѣра я приведу нѣкоторые изъ нихъ:

*) „Philosophical Magazine“, 22, 1911.

Строение	Атомный вѣсъ:	
	вычисл.	наблюд.
$He = Nb + Pf$	3,988	3,99
$Li = He + 3H$	7,01	6,94
$Be = 3Pf + 2H$	9,097	9,10
$B = 2He + 3H$	11,00	11,00
$C = 2He + 4H$	12,008	12,00
$N = 2He + 6H$	14,02	14,01
$O = 3He + 4H$	15,996	16,00
$F = 3He + 7H$	19,020	19,0
$Ne = 6Pf + 6H$	20,21	20,21
$Na = 4He + 7H$	23,008	23,01

и т. д. Периодическая система, валентность и электрохимическія свойства находятъ себѣ полное объясненіе.

Эта теорія получила оправданіе, напоминающее по своему характеру подтвержденіе законовъ солнечной системы открытіемъ планеты Нептунъ. Прилагая къ своимъ атомамъ теорію колебаній электроновъ, Никольсонъ предвычислилъ спектральныя линіи двухъ элементовъ — небулія и протофлюора. Линіи, вычисленныя для перваго, совпали съ найденными въ спектрахъ туманностей, чѣмъ и объясняется названіе небулія.

16 линій солнечной короны совпали съ линіями протофлюора. Но одна линія, предсказанная для синей части спектра ($435,5 \mu$), не имѣлась въ числѣ наблюденныхъ и только послѣ тщательныхъ поисковъ открыта, какъ очень слабая, на старыхъ фотограммахъ, а затѣмъ была усмотрѣна Вольфомъ въ спектрѣ туманности Оріона.

Химія включается этими теоріями въ физику, становится ея главою.

Мы открываемъ вмѣстѣ съ тѣмъ, что простѣйшихъ матерій существуетъ нѣсколько, а не одна. Рожденіе простой или сложной формы обуславливается лишь числомъ шансовъ, благоприятствующихъ событію, и существованіемъ условій, оберегающихъ новорожденного, ловушекъ, его захватывающихъ, отече-

скихъ яслей, защищающихъ отъ случайностей, грозящихъ ему гибелью. По такимъ правиламъ образуются сложныя вещества въ атмосферѣ, почвѣ, растительномъ и животномъ мірѣ. Вокругъ насъ неизмѣнно и безостановочно возникаютъ матеріи. Мы увидимъ далѣе, что молекулы газовъ, составляющихъ нашу атмосферу, находятся въ непрерывномъ движеніи и испытываютъ бурныя столкновенія. Между множествомъ разнообразныхъ столкновеній молекулъ кислорода и азота существуютъ такія, которыя способствуютъ образованію молекулы ангидрида азотной кислоты. Эта молекула существуетъ недолго и распадается при послѣдующихъ столкновеніяхъ. Но если ея рожденіе происходитъ въ присутствіи извести, то послѣдняя завладѣваетъ ею и оберегаетъ ее отъ разрушенія.

Для иллюстраціи изложенныхъ ученій приведемъ нѣкоторыя конкретныя данныя.

Обмѣнъ лучистой энергіей связанъ и съ обмѣномъ массами, такъ какъ элементъ луча имѣетъ массу, равную переносимой имъ энергіи, дѣленной на квадратъ скорости свѣта. Нагрѣвая одинъ граммъ воды лучистой теплотой отъ 0°C до 100°C , мы не только повышаемъ ея температуру, но и увеличиваемъ ея массу на неизмѣримо малую величину — одну двухсотмилліонную долю миллиграмма.

Въ самомъ дѣлѣ, 100 граммъ-калорій представляютъ энергію, равную $4,18 \times 10^9$ эрговъ; дѣля ея на квадратъ скорости свѣта, т. е. на 9×10^{20} сантиметровъ, мы получаемъ массу, равную $4,6 \cdot 10^{-12}$ грамма.

Химическія реакціи сопровождаются излученіемъ, а потому и потерей массы. При образованіи 18 граммъ воды изъ ея газообразныхъ элементовъ, выдѣляется и отдается 69 000 малыхъ калорій, а вмѣстѣ съ тѣмъ масса уменьшается на одну трехсоттысячную долю миллиграмма.

Благодаря такому характеру излученія, количество движенія не сохраняется въ матеріальной системѣ, и законъ сохраненія количества движенія въ изолированной матеріальной группѣ не можетъ быть принимаемъ въ смыслъ классической механики. Количество движенія или излучается матеріей, или принимается ею черезъ электромагнитное — въ частности, свѣтовое — давленіе.

Мы не можемъ изолировать только матерію, мы должны присоединять къ ней и часть электромагнитнаго поля.

Новыя воззрѣнія даютъ пищу не только теоретизирующей мысли. Они приводятъ къ осязательнымъ результатамъ и въ области экономики. Обликомъ своей первичности матерія прикрывала отъ взора человѣка громадныя запасы энергіи. Электромагнитное міровоззрѣніе указываетъ, что энергія, связанная съ какой-нибудь массой, равна произведенію этой массы на квадратъ скорости свѣта. Именно, теорія даетъ для покоящагося электрона сферической формы такое выраженіе его потенціальной энергіи:

$$E_0 = \frac{2c^2}{3K_0a} = \frac{m_0}{\mu_0 K_0} = m_0 V^2,$$

гдѣ K_0 есть діэлектрическая постоянная пустоты, а V есть скорость свѣта въ пустотѣ:

$$V = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 K_0}};$$

такимъ образомъ, начальная масса электрона есть

$$m_0 = \frac{E_0}{V^2}.$$

Одинъ граммъ матеріи содержитъ въ себѣ 9.10^{20} эрговъ энергіи. Это количество соотвѣтствуетъ теплотѣ сгорания трехъ миллионовъ килограммовъ угля (около 200 000 пудовъ). Такая энергія связана съ каждымъ граммомъ вещества, отъ грамма платины и до грамма нашего мозга. Уличенная матерія продолжала упорно замалчивать свое богатство. Только настойчивое исканіе натолкнуло человѣка на рядъ веществъ, архитектура которыхъ не выдерживала указанной нагрузки энергіей. Они распадаются и выдаютъ тайну. Эти невольные штрейкбрехеры рѣдки, но очень краснорѣчивы.

Одинъ граммъ металлическаго радія на переходѣ въ радій D выделяетъ въ часъ 130 малыхъ калорій. За время своей жизни (2600 лѣтъ) граммъ радія, превращаясь въ гелій и радій D , отдастъ излученіемъ $130 \times 2600 \times 365 \times 24 \times 4,18 \times 10^7 = 1,1 \times 10^{17}$ эрговъ или почти три миллиарда малыхъ калорій. Но эта громадная цифра не представляетъ всего количества содержащейся

въ немъ энергіи. Ея значительная доля остается въ массѣ полученныхъ распадомъ продуктовъ; эта масса будетъ меньше грамма только на величину, немного большую $\frac{1}{10}$ миллиграмма. Въ самомъ дѣлѣ, излученіемъ потеряна только масса, равная $\frac{1,1 \times 10^{17}}{9 \times 10^{20}} = 1,2 \times 10^{-4}$ грамма.

Законъ сохраненія массы сходитъ со сцены; такъ какъ масса пропорціональна энергіи, онъ включается въ законъ сохраненія энергіи. Въмѣсто двухъ несвязанныхъ между собою законовъ сохраненія массы и энергіи мы получаемъ одинъ.

Земная механика упраздняется, и выдвигаются устои механики вселенской. Основу новой динамики составляютъ два закона: сохраненіе энергіи и импульса, или количества движенія.

Итакъ, матерія перестала быть законодательницей міра, и колоссальный трудъ ея развѣнчиванія, упраздненіе геоцентризма, начатое Коперникомъ, завершается современной физикой къ выигрышу челоуѣка.

Ощущеніе свѣта есть процессъ, вызываемый электромагнитнымъ полемъ въ органѣ зрѣнія. Ощущеніе матеріи, матеріальности, есть процессъ, вызываемый электромагнитнымъ полемъ въ органахъ осязанія. Эти послѣдніе даютъ намъ и ощущенія тепла и холода, и мелькаетъ мысль: не является ли лучистая энергія посредницей и въ ощущеніяхъ формы, матеріальности?

Геній науки открылъ недоступные представленію по числу и малымъ размѣрамъ элементы міра. Имъ совершена уже громадная работа, но онъ все еще въ пути. Впередѣ — жизнь міра, и научная мысль погружается въ нестройную бурю неисчислимыхъ движеній безконечнаго числа индивидовъ вселенной и ищетъ ея законы, ея укладъ.

Послѣдуемъ за нею; на этомъ новомъ, трудномъ и далеко не законченномъ пути наука пробирается еще среди черепковъ разбитой ею матеріи.

Необходимость механическаго объясненія тепловыхъ явленій привела къ замѣнѣ теплорода энергіей безпорядочныхъ движе-

ній молекулъ. Элементами новаго ученія явились индивидъ и скачокъ; методъ непрерывности уступилъ свое мѣсто другому.

Онъ пришелъ изъ научнаго изслѣдованія забавы, которая, казалось, скорѣе относилась къ области уголовной, чѣмъ къ наукѣ. Игра въ кости побудила нѣкоего *chevalier de Méré* около половины XVII-го вѣка предложить рядъ вопросовъ знаменитому математику Паскалю. Въ результатѣ явилась „геометрія жребія“, родоначальница современной теоріи вѣроятностей: она открыла законы случая.

Измѣряя какую-нибудь величину много разъ, искусный наблюдатель, несмотря на всѣ свои старанія, будетъ получать величины, между собою несходныя. Освободивъ ихъ отъ погрѣшностей инструментовъ и личныхъ, получаемъ числа, искаженные только непредвидимыми и случайными обстоятельствами: они представляютъ случайныя погрѣшности. Малыя встрѣчаются чаще, большія — рѣже, и съ возрастаніемъ числа наблюденій связь между величиною погрѣшности и числомъ ея повтореній будетъ приближаться къ нѣкоторой закономерности. Она установлена теоріей вѣроятностей для ряда большого числа повтореній одного и того же испытанія; ея названіе — законъ случайныхъ погрѣшностей. Онъ получилъ оправданіе на измѣреніяхъ, произведенныхъ искусными наблюдателями, и оказывается универсальнымъ.

На прицѣлочномъ щитѣ пули даже искуснаго стрѣлка ложатся то ближе, то дальше отъ его центра. При значительномъ числѣ выстрѣловъ величина опредѣленнаго отклоненія пули и число ея повтореній будутъ связаны тѣмъ же закономъ. Скульпторъ, задавшійся цѣлью вылѣпить нѣсколько тысячъ торсовъ съ напередъ предписанной окружностью груди или фигуръ опредѣленнаго роста, непремѣнно уклонится отъ выполненія предположеннаго идеала, и величина уклоненій съ числомъ ихъ повтореній свяжется тѣмъ же закономъ. Такимъ скульпторомъ является природа въ воспроизведеніи индивидовъ опредѣленной расы. Закономѣрность ея случайныхъ погрѣшностей оправдана тысячами антропометрическихъ измѣреній.

Эта закономерность, управляющая распредѣленіемъ данной суммы какихъ-либо признаковъ въ чрезвычайномъ множествѣ инди-

видовъ подѣ влияніемъ случая, универсальна, и я назову ее закономъ хаоса.

Если x есть величина, подчиненная закону хаоса, и въ плоскости прямоугольныхъ координатъ xy мы построимъ симметричную по отношенію къ оси ординатъ кривую:

$$y = ae^{-hx^2},$$

гдѣ e есть основаніе натуральныхъ логарифмовъ, то число значеній величины x , лежащихъ между $x = \alpha$ и $x = \beta$, представится площадью, лежащей между кривой, осью абсциссъ и ординатами, возставленными изъ конечныхъ точекъ предѣльныхъ значеній.

Въ одномъ случаѣ были измѣрены въ сантиметрахъ разстоянія пуль отъ вертикали, проходившей черезъ центръ прицѣльнаго щита, и была принята формула:

$$y = 11,31 \cdot e^{-(0,0369)^2 x^2}.$$

Нижеприводимая таблица показываетъ число пуль, ложившихся между опредѣленными предѣлами, по наблюденію и по вычисленію:

Предѣлы въ с.м.:	По формулѣ:	По наблюденію:
0 — 5	21,5	24
5 — 10	20,1	20
10 — 15	17,0	18
15 — 21	16,2	11
21 — 26	9,7	10
26 — 31	6,5	8
31 — 40	6,1	5
40 — 45	1,5	3
45 — 56	1,2	1
свыше	0,2	0

Несмотря на то, что число выстрѣловъ не было чрезвычайно большимъ, уже обнаруживается влияніе закона хаоса.

Чтобы нагляднѣе показать непреложность и универсальность этого закона, я привожу здѣсь сравнительную таблицу, показывающую число торсовъ съ опредѣленной окружностью груди, которые были бы выѣплены скульпторомъ, вычисленное по закону хаоса, и число ихъ, рожденное природою. Художнику заказано выѣпить 5738 человѣческихъ торсовъ, имѣющихъ каждый 39,83 дюйма въ окружности, съ вѣроятной погрѣшностью въ 1,381 дюйма. Работа художника, управляемая закономъ хаоса, сравнена съ измѣреніемъ окружности груди 5738 шотландскихъ солдатъ.

Дюймы:	Скульпторъ:	Природа:
33	6	3
34	21	18
35	77	81
36	195	185
37	433	420
38	749	749
39	1021	1073
40	1097	1079
41	950	934
42	637	658
43	342	370
44	144	92
45	47	50
46	16	21
47	2	4
48	1	1

Глядя на эту таблицу, вырванную изъ множества еще болѣе поразительныхъ, мы должны только преклониться передъ закономъ хаоса!

Газовыя молекулы совершаютъ безпорядочныя движенія, подчиненныя случайностямъ ихъ взаимныхъ столкновений. Энергія, заключающаяся въ массѣ газа данной температуры, распре-

дѣляется между отдѣльными молекулами, какъ показали Максвеллъ и Больццманъ, по закону хаоса.

Это значитъ, что содержащееся въ данной массѣ газа количество энергіи распределяется между членами молекулярной общины такъ, что опредѣленными долями общаго достоянія владѣть всегда опредѣленное число индивидовъ. Но къ этому закону присоединяется еще идеально демократическая черта: опредѣленная доля богатства не приурочена къ опредѣленному индивиду, но переходитъ отъ одного къ другому. Такимъ образомъ, данная молекула одно время является совершенно неимущей, покоится; затѣмъ становится нищей, далѣе владѣть среднимъ достаткомъ, наконецъ, богатствомъ, даже чрезмѣрнымъ, переходя притомъ безъ всякой послѣдовательности отъ одного изъ этихъ состояній въ другое. Ни одна молекула не имѣетъ преимущества передъ другой: ея участь жестока въ смыслѣ полнаго господства случайности, но зато для всѣхъ одинакова. Эта демократичность молекулярнаго быта называется равномернымъ распределеніемъ энергіи. Построенная на этой основѣ кинетическая теорія объяснила извѣстные и предсказала новые законы газовъ, оправдавшіеся на опытѣ. Раскрылась изумительная картина молекулярнаго міра, поражающая малыми и большими числами.

Если мы обозначимъ черезъ M массу граммолекулы газа, черезъ T абсолютную температуру и черезъ R газовую постоянную ($83,2 \times 10^6$ С. G. S. или, въ тепловыхъ единицахъ, 1,985 граммкалорій), то кинетическая энергія поступательнаго движенія газовыхъ молекулъ представится соотношеніемъ:
$$\frac{MU^2}{2} = \frac{3}{2} RT.$$

Это соотношеніе раскрыло жестокую бурю, свирѣпствующую въ окружающемъ насъ воздухѣ: молекулы носятся со скоростями въ полкилометра въ секунду. Число соудареній молекулы съ другими въ секунду опредѣляется миллиардами. При каждомъ соудареніи происходитъ измѣненіе въ направленіи движенія молекулы. Въ промежуткѣ двухъ соудареній движеніе ея прямолинейно, и въ среднемъ длина свободнаго пробѣга или пути, при обычныхъ условіяхъ атмосферы, составляетъ около $1/10000$ доли миллиметра; въ трубкахъ Крукса она равна нѣсколькимъ сантиметрамъ. Такимъ образомъ, путь молекулы есть зигзагъ,

ломанная линия, сама себя многократно пересекающая; молекула топчется почти на одномъ мѣстѣ. Своими успѣхами въ опредѣленіи размѣровъ молекулярнаго міра кинетическая теорія обязана открытію Максвелломъ закона тренія газовъ.

Высокую важность имѣетъ такъ называемое число Авогадро, представляющее равное для всѣхъ газовъ число молекулъ въ граммолекулѣ. Для всѣхъ газовъ оно оказалось равнымъ числу 685 съ 21 нулемъ. Зная его, мы можемъ опредѣлить массу молекулъ различныхъ газовъ и подсчитать народонаселеніе молекулярнаго міра.

Расположимъ всѣ молекулы одного грамма одноатомнаго газа — аргона — въ рядъ такъ, чтобы онѣ касались другъ друга. Мы получимъ нить, для которой наиболѣе подходящимъ клубкомъ будетъ земной шаръ: она обовьетъ его 125 000 разъ. Ткань, изъ нея сотканная и имѣющая толщину молекулы, займетъ 1500 квадратныхъ метровъ, приблизительно 375 квадратныхъ сажени. Изъ нихъ мы можемъ выкроить 400 дамскихъ шалей почти по квадратной сажени въ каждой. Сложенныя, онѣ помѣстятся въ шкафчикѣ емкостью въ половину кубическаго сантиметра или емкостью кубика, стороны котораго равны ноготку ребенка. Этотъ шкафчикъ-ноготокъ оставляетъ далеко за собою фантазіи восточныхъ сказокъ.

Представьте себѣ вагонъ конно-желѣзной дороги, который, по разсѣянности кучера, проѣзжаетъ мимо станціи съ ожидающими пассажирами. Пассажиры, сидѣвшіе въ вагонѣ, выскакиваютъ на станцію и уносятъ съ собою часть живой силы вагона; съ другой стороны, со станціи пассажиры прыгаютъ въ вагонъ и, увеличивая его массу, т. е. нагружая его, уменьшаютъ его скорость. Результатъ будетъ такой же, какъ если бы воздухъ, окружающій вагонъ, сдѣлался вязкимъ и треніе объ этотъ воздухъ замедлило движеніе вагона. То же самое мы наблюдаемъ, изучая истеченіе газа изъ узкой трубки. Въ среднихъ частяхъ трубки молекулы газа текутъ скорѣе — это вагонъ съ пассажирами; въ боковыхъ частяхъ, у стѣнокъ трубки, газъ течетъ медленнѣе — это пассажиры на станціи. Молекулы газа перепрыгиваютъ изъ однѣхъ частей въ другія; движеніе среднихъ частей замедляется и этимъ замедленіемъ опредѣляется треніе газа. По величинѣ этого тре-

нія мы можемъ опредѣлить среднюю длину скачковъ нашихъ молекулъ, или, говоря научнымъ языкомъ, среднюю длину молекулярнаго пути, т. е. путь, пробѣгаемый молекулой между двумя ея столкновѣніями. Если обозначимъ черезъ Ω среднюю скорость молекулы, на $1/13$ меньшую U , черезъ L средній пробѣгъ, черезъ δ плотность газа, то коэффициентъ ξ внутренняго трѣнія газа представится выраженіемъ $\xi = 0,31 \cdot \delta \cdot \Omega \cdot L$. Зная длину L и скорость молекулы, мы найдемъ, сколько разъ одна молекула столкнется съ другими въ секунду. Такимъ путемъ мы приходимъ къ заключенію, что молекула кислорода получаетъ въ секунду 4250 милліоновъ толчковъ. Кинетическая теорія даетъ намъ свѣдѣнія и о другихъ величинахъ, — свѣдѣнія, которыя мы должны разсматривать, только какъ приближенія къ дѣйствительности, дающія понятіе о порядкѣ этихъ величинъ. Сюда относятся абсолютные размѣры молекулъ.

Кинетическая теорія по справедливости вызвала всеобщее и заслуженное удивленіе. Естественно было желаніе увидать своими глазами этотъ вѣчно движущійся микрокосмъ и не только наглядно убѣдиться въ справедливости его законовъ, но, быть можетъ, увидать еще что-нибудь новое.

Когда мы смотримъ въ морскую даль, говоритъ Perrin, мы не видимъ волнъ, вздымающихся на водной поверхности, но заключаемъ о ихъ существованіи и силѣ лишь по качаніямъ далекихъ кораблей. Такими кораблями являются микроскопическія крупинки, взвѣшенные въ жидкостяхъ и движущіяся подъ вліяніемъ ударовъ окружающихъ ихъ молекулъ. То, что мы не можемъ открыть непосредственно осязаніемъ или глазомъ, открываютъ эти щупальцы въ полѣ зрѣнія микроскопа. Ихъ движенія были замѣчены въ 27-мъ году прошлаго столѣтія ботаникомъ Брауномъ и въ концѣ прошлаго и началѣ нынѣшняго столѣтія объяснены ударами молекулъ жидкости, въ которой онѣ взвѣшены.

Вантъ-Гоффъ показалъ, что законы газовъ распространяются на разжиженные растворы какого угодно вещества. Его заключенія оправдались на растворахъ веществъ, грузность молекулъ которыхъ колебалась отъ нѣсколькихъ до сотни и болѣе атомовъ. Не было основаній для установленія предѣла такой грузности, и четыре года тому назадъ Perrin, исходя изъ этой

мысли, подвергъ экспериментальному изученію брауновскія движенія. Растворяя краску гуммигутъ въ водѣ, онъ получалъ эмульсію съ взвѣшенными въ ней микроскопическими крупинками-зернышками. Центрифугированіемъ онъ отбиралъ зерна равной величины, наблюдалъ ихъ размѣры и движенія, считалъ, взвѣшивалъ. Передъ глазами Perrin'a и его помощниковъ прошли тысячи зеренъ; ихъ трудъ колоссаленъ и точность опредѣленій изумительна.

Небольшая вертикально поставленная колонка эмульсіи представляетъ своеобразную атмосферу, въ которой подъ дѣйствіемъ тяжести по извѣстному закону располагаются не молекулы воздуха, а зернышки — книзу гуще, къверху рѣже. Въ вертикальной колонкѣ газа, подверженной дѣйствію силы тяжести и имѣющей на всемъ своемъ протяженіи одинаковую температуру, число молекулъ, содержащихся въ опредѣленномъ объемѣ, уменьшается съ высотой въ геометрической прогрессіи. Это уменьшеніе для кислорода при 0° соответствовало бы половинѣ числа молекулъ на каждые 5 км. высоты. Для водорода, котораго граммоллекула въ 16 разъ легче, то же уменьшеніе получалось бы только черезъ каждые 80 км. Въ эмульсіи уменьшеніе числа зеренъ встрѣчается въ томъ же размѣрѣ при измѣненіи высоты на $\frac{1}{20}$ мм. Такимъ образомъ, разсуждая о зернышкахъ, какъ о молекулахъ, мы должны принимать граммоллекулу раствореннаго вещества въ 100 милліоновъ разъ болѣе тяжелою, чѣмъ граммоллекула кислорода.

Чтобы уловить законъ геометрической прогрессіи въ пространствахъ, доступныхъ только микроскопу, нужно было потратить много труда, подыскивая эмульсію съ зернышками такого вѣса, при которыхъ этотъ законъ выступалъ бы съ достаточною ясностью. Для зернышекъ, имѣвшихъ діаметръ 0,3 микрона, наблюденный законъ уменьшенія ихъ числа съ высотой подходилъ и къ геометрической и къ арифметической прогрессіи. Только для зеренъ съ діаметромъ въ 0,212 микрона законъ геометрической прогрессіи выступилъ съ полною ясностью. Перечисленіе 13000 зеренъ въ четырехъ слояхъ, отстоявшихъ другъ отъ друга на 30 микроновъ, дало количества зеренъ, относившіяся между собою, какъ числа: 100, 47, 22·6, 12, близкія къ геометрической прогрессіи: 100, 48, 23, 11·1. Многочисленные наблюденія вполнѣ

подтвердили этотъ законъ. Въ математическое выраженіе этого закона входитъ число Авогадро. Оно было опредѣлено и оказалось совпадающимъ съ числомъ, вычисленнымъ на основаніи кинетической теоріи газовъ.

Такимъ образомъ, въ одной граммолекулѣ содержится одинаковое число молекулъ, будетъ ли это граммолекула кислорода, вѣсящая 32 гр., или граммолекула гуммигута, вѣсящая около 100 000 тоннъ.

Perrin наблюдалъ зигзаги, описываемыя зернышками въ своихъ движеніяхъ. Если мы отложимъ отъ нѣкоторой точки длины, равныя и параллельныя прямолинейнымъ частямъ зигзаговъ, то концы этихъ отрѣзковъ дадутъ картину щита, прострѣленного пулями искуснаго стрѣлка, доказывая господство закона хаоса въ молекулярномъ мірѣ.

Всѣ законы газовъ подтвердились наблюденіемъ эмульсій, и такимъ образомъ работой Perrin'a и его учениковъ доказана реальность картины молекулярнаго міра, созданной на основаніи кинетической теоріи.

Но наблюденія Perrin'a дали больше; они открыли намъ совершающееся и въ малыхъ уголкахъ хаоса. Эти уголки уже не хаосъ, и къ происходящимъ въ нихъ событіямъ не примѣняется его законъ. Осуществляются событія, имѣющія за себя наибольшее число мѣстныхъ благопріятствующихъ шансовъ. Въ картинѣ хаоса такія мѣстные событія компенсируются имъ противоположными и въ статистическомъ подсчетѣ не обнаруживаются. По отношенію къ хаосу ихъ появленіе имѣетъ ничтожную вѣроятность, но въ его уголкахъ они возможны и осуществляются. Сюда относятся измѣненія энергіи движеній, что соответствуетъ измѣненію температуръ, не замѣчаемому при ея опредѣленіи для большой массы молекулъ; измѣненія плотности и свѣтопреломленія, тоже не имѣющія мѣста въ большой массѣ газа; поднятіе зернышка изъ какого-нибудь слоя эмульсіи вверхъ противъ дѣйствія силы тяжести, т.-е. самопроизвольное превращеніе неупорядоченныхъ движеній въ стройныя, въ работу, какъ бы стоящее въ противорѣчій со вторымъ закономъ термодинамики. Температура газа, заключеннаго въ оболочку, не пропускающую тепла, и занимающаго конечный объемъ, остается неизмѣнной. Заключение

о такой неизмѣнности основано на томъ, что наши инструменты даютъ показанія, соотвѣтствующія средней энергіи миллиардовъ молекулъ. Такой газъ не можетъ дать машины, которая превращала бы энергію своихъ беспорядочныхъ движеній въ работу или въ стройное движеніе. Такая неосуществимая машина носитъ названіе машины вѣчнаго движенія второго рода; она невозможна, потому что машина можетъ давать работу лишь въ томъ случаѣ, если составляющія ее тѣла имѣютъ различныя температуры. Но если мы разобьемъ нашъ газъ на чрезвычайно большое число весьма малыхъ объемовъ, то въ каждомъ изъ нихъ мы найдемъ лишь нѣсколько молекулъ, обладающихъ вообще различными энергіями и соотвѣтствующихъ тѣламъ различной температуры. Такой объемъ представляетъ собою машину, которая или превращаетъ свою неупорядоченную энергію въ стройную, т. е. совершаетъ работу, или же раздробляетъ существующія въ ней слабо выраженные стройности, увеличивая беспорядокъ движеній, т. е. превращая, какъ мы говоримъ, работу въ тепло. Совокупность всѣхъ этихъ машинъ въ нашемъ газѣ не дастъ *perpetuum mobile* 2-го рода, не произведетъ никакой работы, такъ какъ то, что дѣлаютъ однѣ элементарныя машинки, разрушается другими. Говорить о невозможности такой машины, которая, имѣя во всѣхъ своихъ частяхъ одинаковую температуру, производила бы работу, не имѣетъ смысла по отношенію къ малымъ объемамъ тѣлъ, такъ какъ въ нихъ необходимое условіе — равенство температуръ — вообще не существуетъ. Работы Perrin'a подтвердили пониманіе законовъ случая и ихъ полное господство въ молекулярномъ мірѣ. Второй законъ термодинамики имѣетъ мѣсто и здѣсь въ толкованіи, данномъ ему Больцманомъ, какъ указывающій на естественное осуществленіе въ природѣ тѣхъ явленій, которыя имѣютъ за себя наибольшее число благопріятствующихъ шансовъ.

Молекулярный міръ открываетъ намъ слѣдующее правило. По строю своей природы человѣкъ оцѣниваетъ вѣроятность явленія по отношенію къ нѣкоторому громадному цѣлому — макрокосму. Если такая вѣроятность значительна, явленіе рождается макрокосмомъ. Если она мала или ничтожна, мы найдемъ его въ микрокосмѣ.

Кинетическая теорія газовъ пережила еще одинъ, хотя и кратковременный, триумфъ. Кинетическая теорія даетъ для энергій хаотическихъ поступательныхъ движеній молекулъ газа въ одной граммокулѣ, какъ было выше указано, величину $\frac{3}{2} RT$. Для одноатомнаго газа, молекулы котораго разсматриваются, какъ матеріальныя точки, возможны только поступательныя движенія, а потому тепловая энергія должна совпадать съ энергіей неупорядоченныхъ, хаотическихъ поступательныхъ движеній его молекулъ, т. е. выражаться приведенной выше величиной. Измѣненіе этой величины при измѣненіи температуры на одинъ градусъ, т. е. $\frac{3}{2} R$, равное 2,9775 или, приблизительно, 3 граммкалоріямъ, должно представлять теплоемкость одного грамма атома одноатомнаго газа. Это заключеніе подтверждается экспериментально для аргона и паровъ іода въ промежуткѣ отъ среднихъ температуръ до 2000°C . Чтобы перейти отъ этого даннаго къ тѣламъ съ болѣе сложными молекулами, принимается равномерное распредѣленіе энергій по степенямъ свободы. Свободному атому, отождествляемому съ матеріальной точкой, можно сообщить совершенно произвольныя поступательныя движенія по тремъ взаимно перпендикулярнымъ направленіямъ: соотвѣтственныя заданія вполнѣ опредѣляютъ движеніе атома въ пространствѣ. Мы говоримъ, что свободный атомъ имѣетъ три степени свободы. Подобно тому, какъ прежде мы не давали преимущества одной молекулѣ передъ другою, такъ и теперь мы не окажемъ преимущества одной степени свободы передъ другою, и если на грамма атома съ тремя степенями свободы приходится 3 граммкалоріи, то на одну степень приходится одна малая калорія.

Перейдемъ къ двухатомному газу. Допустимъ, что оба атома, входящіе въ молекулу, твердо между собою связаны. Движеніе такой твердой молекулы въ пространствѣ опредѣляется прежними тремя поступательными и еще двумя вращательными движеніями около направленій, перпендикулярныхъ другъ къ другу и къ оси молекулы, т. е. къ линіи, соединяющей оба атома. Здѣсь мы имѣемъ 5 степеней свободы, и молекулярная теплоемкость будетъ равна 5 граммкалоріямъ, что оправдывается до 200°C . для водорода, кислорода и азота.

Въ тѣлахъ твердыхъ атомъ, какъ матеріальная точка, имѣть 3 прежнія кинетическія степени свободы, но, находясь подъ дѣйствіемъ сосѣднихъ атомовъ, онъ можетъ колебаться около нѣкотораго средняго положенія, и поэтому въ полѣ или пространствѣ внутреннихъ силъ онъ имѣть еще три новыя потенциальныя степени свободы, всего 6 степеней, такъ что атомная теплоемкость для твердыхъ тѣлъ будетъ составлять 6 граммкалорій, т. е. получается законъ Дюлонга и Пти!

Эти выводы поразительны, но детальное изслѣдованіе показало ихъ несогласіе съ опытомъ.

По изложенной теоріи теплоемкость газовъ не должна зависеть отъ температуры; между тѣмъ въ дѣйствительности молекулярная теплоемкость для нѣкоторыхъ газовъ доходитъ до 12 при 2000°C ., а для твердыхъ тѣлъ — напримѣръ, для алмаза — при 50°C . атомная теплоемкость опускается до 0,76, а не равна 6 граммкалоріямъ. Теплоемкости оказываются зависящими отъ температуры; онѣ убываютъ и становятся исчезающе-малыми съ приближеніемъ къ абсолютному нулю. Такое несогласіе отчасти обусловлено отсутствіемъ твердыхъ основаній въ опредѣленіи числа степеней свободы, которое должно возрастать съ повышеніемъ температуры, уменьшая связи между атомами, входящими въ молекулу. Такъ, въ рассмотрѣнной выше двухатомной модели, если оба атома нетвердо соединены между собою, но могутъ перемѣщаться по отношенію другъ къ другу подъ дѣйствіемъ взаимной силы, мы должны прибавить еще двѣ степени свободы, такъ какъ ихъ колебательное движеніе будетъ зависеть отъ ихъ начальнаго разстоянія и начальной относительной скорости. Число всѣхъ степеней свободы будетъ 7, и такое же значеніе будетъ имѣть молекулярная теплота. Но попытки исправить теорію въ этомъ и другихъ направленіяхъ, сохраняя принципъ равномерности распредѣленія энергіи, окончились неудачей.

Новая неудача постигла кинетическую теорію и въ другомъ направленіи. Она не выдержала испытанія, или, какъ сказали бы химики, реакціи на пустоту. Тѣло можно нагревать лучами, оно можетъ поглощать лучистую энергію. И, наоборотъ, теплое тѣло излучаетъ энергію. Понятно, на законъ излученія долженъ отражаться законъ, по которому распредѣляется энергія между мо-

лекулами тѣла. Такъ какъ между излучаемой и излучающей энергіями должна существовать пропорціональность, то первая должна быть пропорціональна найденнымъ нами теплоемкостямъ и абсолютной температурѣ тѣла. Таковъ законъ Релея. Онъ совершенно противорѣчитъ опыту уже потому, что количество излучаемой энергіи не пропорціонально абсолютной температурѣ излучающаго тѣла. Но имѣются и другія противорѣчія. Законъ излученія долженъ давать и законъ распредѣленія излучаемой энергіи по колебаніямъ разныхъ періодовъ, испускаемымъ тѣломъ, или по лучамъ различной цвѣтности. Относящіеся сюда свойства излученій выражаются въ законѣ Релея свойствами коэффициента пропорціональности. Онъ оказывается пропорціональнымъ квадрату числа колебаній, несомыхъ лучемъ. Поэтому, такъ какъ тѣло излучаетъ конечное количество энергіи, то все оно несется лучами съ чрезвычайно большимъ числомъ колебаній — ультрафіолетовыми, недоступными нашимъ чувствамъ. Слѣдовательно, тѣла, только приближаясь къ температурѣ абсолютнаго нуля, могутъ давать ощущаемыя нами излученія. По закону Релея, энергія неудержимо высасывается электромагнитнымъ полемъ изъ матеріальной системы. Онъ не даетъ при данной температурѣ максимума излученія для опредѣленной длины волны, какъ это показываетъ опытъ и требуетъ законъ Вина.

Такимъ образомъ, принципъ равномернаго распредѣленія энергіи оказался недопустимымъ въ системѣ, состоящей изъ молекулъ и электромагнитнаго поля. Дѣйствительно, система молекулъ обладаетъ всегда конечнымъ числомъ степеней свободы, между тѣмъ какъ электромагнитное поле, представляющее континуумъ, можетъ нести колебанія всевозможныхъ періодовъ, и потому число его степеней свободы безпредѣльно. При содѣйствіи обоихъ участниковъ процесса излученія и при дѣлежѣ энергіи пропорціонально степенямъ свободы на долю матеріи ничего не останется; между матеріей и эфиромъ невозможно установить статическое равновѣсіе: послѣдній ограбитъ первую.

Что защищаетъ матерію? Должна существовать какая-то прерывность, которая препятствовала бы безпредѣльному высасыванію энергіи изъ матеріи. Эту прерывность можно искать или въ молекулярномъ строеніи эфирѣ, или въ атомическомъ строеніи энер-

ти, или въ томъ, что обмѣнъ энергіями между матеріей и эи-ромъ происходитъ скачками, — иначе говоря, что въ матеріи, подобно тому, какъ въ нашихъ органахъ чувствъ, существуетъ порогъ возбужденія, т.-е. существуетъ нѣкоторый предѣлъ насыщенія энергіей, по достиженіи котораго возможна отдача ея въ пространство. Изъ этихъ трехъ предположеній первое — молекулярное строеніе электромагнитнаго поля — повело бы къ упраздненію теоріи, являющейся одною изъ основъ современной физики. Второе — допущеніе атомовъ энергіи — встрѣчаетъ большія затрудненія въ явленіяхъ распространенія, отраженія и преломленія свѣта.

Если источникъ свѣта въ данный моментъ выбрасываетъ опредѣленное число атомовъ энергіи, то, принимая неизмѣняемость ихъ объема, мы должны будемъ допустить, что, удаляясь, они все болѣе отодвигаются другъ отъ друга, такъ что на поверхности свѣтовой волны появляются пятна, лишенныя свѣта. Полагая, что атомы энергіи могутъ мѣнять свой объемъ, при чемъ сохраняется непрерывность свѣта, несомнѣнною волной, мы допускаемъ, что они растягиваются и, въ концѣ-концовъ, занимаютъ чрезвычайно большія пространства. Мы знаемъ, что интерферируютъ колебанія съ разностью хода въ одинъ дециметръ. Такія колебанія слѣдуетъ принимать принадлежащими одному и тому же атому энергіи, такъ какъ только въ этомъ можетъ заключаться условіе ихъ согласованности. Слѣдовательно, длина атома энергіи должна быть не менѣе одного дециметра. Дойдя до границы двухъ средъ, часть атома должна войти въ новую среду, часть отразится назадъ, т.-е. атомъ долженъ расколоться!

Вторая гипотеза имѣетъ немногихъ защитниковъ; главное же вниманіе науки обращено на третье допущеніе.

Впервые съ удивительною смѣлостью оно было высказано Планкомъ. Равномѣрное распредѣленіе энергій должно быть замѣнено другимъ. Энергія, по Планку, распредѣлена между излучающими индивидами — электрическими осцилляторами — по закону хаоса, но только съ однимъ существеннымъ ограниченіемъ. Чтобы сдѣлать его понятнымъ, посмотримъ, какъ выразилось бы это ограниченіе въ приложеніи къ закону случайныхъ погрѣшностей наблюдателя. При обычномъ выводѣ послѣдняго принимается,

что погрѣшности могутъ имѣть всевозможныя величины, и что разность двухъ погрѣшностей можетъ быть какой угодно. Допустимъ теперь, что наблюдатель обладаетъ такимъ свойствомъ, а наблюденія совершаются въ такихъ условіяхъ, что допускаемая погрѣшность не можетъ быть меньше нѣкоторой опредѣленной величины, которую назовемъ квантой, и что разность двухъ различной величины погрѣшностей должна быть непременно равна кратному числу квантъ. При этихъ ограниченіяхъ мы получимъ тотъ законъ, по которому, согласно гипотезѣ Планка, распределяются энергіи по излучающимъ индивидамъ. По Планку, средняя энергія, приходящаяся на молекулу и на одну степень свободы, представляется выраженіемъ $\varepsilon : \left(e^{\frac{\varepsilon}{kT}} - 1 \right)$, гдѣ ε есть величина кванты, а $k = R/N$, гдѣ R и N имѣютъ выше указанныя значенія.

Излучающіе индивиды непрерывно абсорбируютъ энергію, приносимую имъ лучами, но излученіе начинается только по достиженіи нѣкотораго порога возбужденія, послѣ накопленія нѣсколькихъ квантъ и квантами.

Такимъ образомъ, въ демократическій бытъ молекулярнаго міра какъ будто вносится принципъ бережливости. Въмѣсто прежней случайной растраты своей энергіи, своего достатка, молекула начинаетъ его расходовать, только доведя его до извѣстнаго предѣла — одной или нѣсколькихъ квантъ. Но мы имѣемъ здѣсь дѣло не только со сбереженіемъ, а съ захватомъ, и притомъ въ зависимости отъ личныхъ свойствъ индивида.

Что представляетъ собою предѣльная порція энергіи — кванта? Чтобы законъ обезпечивалъ максимумъ излученія для нѣкоторой длины волны, соотвѣтственно закону Вина, нужно было допустить, что кванта пропорціональна нѣкоторой универсальной постоянной $h (= 6,55 \times 10^{-27}$ эрговъ въ секунду) и числу ν естественныхъ колебаній молекулы въ секунду, т. е. $\varepsilon = h\nu$. Подъ естественными колебаніями какой-нибудь системы разумѣются тѣ, которыя совершаются ея частями послѣ нарушенія ихъ покоя подъ дѣйствіемъ внутреннихъ силъ. Чѣмъ больше эти силы, иными словами, чѣмъ крѣпче связи отдѣльныхъ частей индивида, тѣмъ быстрѣе его колебанія, тѣмъ больше ихъ число въ секунду, тѣмъ

больше кванта индивида. Чѣмъ слабѣе связи, тѣмъ медленнѣе колебанія и тѣмъ меньше ихъ число въ секунду, тѣмъ меньше и кванта индивида. Составъ спектровъ излученія обнаруживаетъ существованіе въ тѣлахъ индивидовъ, имѣющихъ различныя естественныя колебанія. Изъ падающей на тѣло лучистой энергіи тѣ индивиды, которые обладаютъ крѣпкой связью своихъ частей, сильнымъ внутреннимъ единеніемъ, накапливаютъ или берутъ изъ общаго достоянія большую долю, потому что ихъ кванта больше; индивиды со слабою внутреннею связью получаютъ меньше.

Итакъ, идея Планка преобразила бытъ молекулярнаго міра. На мѣсто равенства участи и переживаній явились сильныя и слабыя, богатые и бѣдные, расточительность богатства и расточительность нищеты! *Tout comme chez nous!* Знакомая картина, показывающая намъ еще разъ, что законы множества едины отъ молекулы до человѣка. Индивиды, вызывающіе въ электромагнитномъ полѣ колебанія съ длинными волнами, поглощаютъ мало и отдаютъ мало, съ короткими — поглощаютъ много и отдаютъ много. О принципѣ равномернаго распредѣленія энергіи и демократичности строя не можетъ быть и рѣчи. Въ теоріи имѣются сомнительные пункты, не устраненные ея послѣдующимъ развитіемъ.

Однако, несмотря на свои недостатки, она даетъ законъ излученія энергіи въ зависимости отъ температуры и числа естественныхъ колебаній излучающаго тѣла. Законъ оправдывается прямымъ наблюденіемъ.

Идеи Планка получили новое подтвержденіе послѣ того, какъ Эйнштейнъ примѣнилъ ихъ къ выводу закона теплоемкости, дополненнаго Нернстомъ и Линдеманомъ и согласнаго съ опытомъ. Теплоемкость, пропорціональная измѣненію средней энергіи системы при измѣненіи температуры на одинъ градусъ, какъ видно изъ приведеннаго выше выраженія, оказалась зависящей отъ температуры и числа естественныхъ колебаній молекулы. Открываются неожиданныя связи, дающія возможность по теплоемкости вычислять періоды естественныхъ колебаній молекулъ и обратно; тепловые свойства молекулы связываются съ оптическими. Привлечены новыя явленія, такъ какъ естественныя колебанія могутъ быть опредѣляемы и изъ темпе-

ратуры плавления и по упругимъ свойствамъ вещества. Общій ходъ атомной теплоемкости таковъ, что она, равная нулю при абсолютномъ нулѣ, растетъ съ температурой и для высокихъ температуръ приближается къ 6 граммкалоріямъ, какъ этого требуетъ законъ Дюлонга и Пти.

Теорія квантъ возбуждаетъ новые вопросы и круто измѣняетъ прежнія представленія. Ранѣе предполагалось, что равенство температуръ двухъ тѣлъ соединено съ равенствомъ среднихъ энергій ихъ молекулярныхъ движеній. Теперь этого сказать нельзя, потому что, по Планку, энергія системы не пропорціональна ея температурѣ. Кинетическое опредѣленіе температуры исчезаетъ. Подымается и вопросъ о способѣ передачи энергіи въ обычныхъ механическихъ явленіяхъ: не совершается ли она тоже квантами? Переходъ потенциальной энергіи въ кинетическую и обратно, — напримѣръ, при паденіи тѣла или его полетѣ, — рассматриваемый обыкновенно, какъ непрерывный, тоже не происходитъ ли скачками? Правда, они чрезвычайно малы: для тѣла, естественныя колебанія котораго соотвѣтствовали бы желтымъ лучамъ спектра, одинъ эргъ содержитъ 333 билліона квантъ. Для темныхъ; инфракрасныхъ, лучей кванта становится все меньше и меньше.

По мнѣнію Зоммерфельда, теорія квантъ указываетъ на существованіе общаго закона, регулирующаго теченіе молекулярныхъ процессовъ. Время, потребное матеріи, чтобы заимствовать или отдать нѣкоторое количество энергіи, тѣмъ короче, чѣмъ эта энергія больше. Обмѣнъ большими количествами энергіи происходитъ въ короткое время, а малыми — въ продолжительное, такъ что произведеніе количества энергіи на время обмѣна есть кратное отъ кванты, которая является не элементарною энергіи, а элементомъ дѣйствія, представляемымъ произведеніемъ энергіи на время. Всѣ молекулярные процессы сопровождаются обмѣномъ энергіями; поэтому, по Зоммерфельду, теченіе молекулярныхъ процессовъ совершается опредѣленными порціями дѣйствія. Его законъ гласитъ: во всякомъ элементарномъ молекулярномъ явленіи дѣйствіе, поглощенное или потерянное молекулой, имѣетъ вполнѣ опредѣленную универсальную величину $h/2\pi$.

Этотъ законъ находитъ свое оправданіе въ тѣхъ процессахъ, въ которыхъ смыслъ термина „молекулярное явленіе“ и продолжительность послѣдняго могутъ быть точно установлены.

Въ юбилейномъ выпускѣ „Вѣстника Опытной Физики“ я указалъ еще на одинъ возможный смыслъ теоріи квантъ *).

Вопросъ объ излученіи, захватывающій громадныя классы явленій, былъ предметомъ обсужденія на специальномъ конгрессѣ, созванномъ извѣстнымъ промышленникомъ и меценатомъ Сольвеемъ въ Брюсселѣ отъ 30 октября по 3 ноября 1911 г. Здѣсь обнаружилось, что теоріи излученія основываются частью на старыхъ, частью на новыхъ ученіяхъ, что онѣ не представляютъ цѣльности въ своихъ методахъ и не могутъ быть разсматриваемы, какъ окончательныя. На этомъ конгрессѣ были подвергнуты сомнѣнію основныя принципы механики и даже возможность выраженія законовъ природы дифференціальными уравненіями (Henri Poincaré). Участникъ конгресса Brillouin сказалъ: отнынѣ кажется достовѣрнымъ, что въ наши физическія и химическія представленія слѣдуетъ внести нѣкоторую прерывность — элементъ, измѣняющійся скачками, о которомъ мы не имѣли понятія еще нѣсколько лѣтъ тому назадъ! Вопросъ разсматривался и на собесѣдованіи ученыхъ весною текущаго года въ Гёттингенѣ.

Оставимъ развѣдки, которыя должны привести насъ къ болѣе совершенному уразумѣнію соотношенія между матеріей и пустотой. Перейдемъ къ выясненію одного свойства энергіи, еще болѣе сближающаго ее съ матеріей.

Мы знаемъ, что инерція, или масса, тѣла представляется его энергіей. Но тѣла вѣсомы, и спрашивается, вся ли содержащаяся въ нихъ энергія вѣсима? Тожественна ли масса инертная съ массой вѣсимою?

Этотъ вопросъ можетъ быть рѣшенъ экспериментально. Направленіе отвѣсной линіи есть направленіе равнодѣйствующей двухъ силъ: одной — силы тяжести, дѣйствующей на вѣсому

*) См. Н. Умовъ — „Возможный смыслъ теоріи квантъ“ въ № 598 — 600 „Вѣстника“.

массу и ей пропорціональной, и другой — центробѣжной силы, проистекающей отъ вращенія земли и пропорціональной инерціи тѣла. Если бы не вся инерція тѣла была вѣсомой, то направленіе отвѣса было бы различно для тѣлъ различной природы. Такъ, равныя вѣсовыя количества урана и свинца могли бы содержать различныя количества энергіи, если бы энергія, излучаемая ураномъ при превращеніи его въ свинецъ, не была вѣсомой.

Въ высокой степени точными опытами съ крутильными вѣсами Еötvös доказалъ независимость направленія отвѣса отъ природы тѣлъ: въ одномъ и томъ же мѣстѣ вертикаль имѣетъ одно и то же направленіе для всѣхъ тѣлъ *).

Итакъ, инертная масса обладаетъ полностью свойствомъ тяготѣнія, энергія вѣсома. Лучъ свѣта, бѣгущій мимо небеснаго эвѣтила, долженъ отклоняться силой послѣдняго; части перекрещивающихся другъ съ другомъ лучей тяготѣютъ другъ къ другу! Высокую важность для повѣрки этихъ выводовъ должны имѣть наблюденія надъ положеніемъ звѣздъ вблизи солнечнаго диска во время его затменія въ 1914 г.

Мы присутствуемъ при удивительномъ зрѣлищѣ: когда-то пустое пространство теперь оказывается наполненнымъ тяготѣющими другъ къ другу элементами — средой, обладающей и упругими и электромагнитными свойствами. Въ наукѣ уже зарождаются на этой новой почвѣ теоріи, которыя стремятся снять со старѣйшей изъ извѣстныхъ человѣчеству силъ природы — тяготѣнія — ея ненаучный обликъ дальнодѣйствующей и мгновеннодѣйствующей, — обликъ, уже снятый съ электрическихъ и магнитныхъ силъ!

Мы можемъ перейти теперь къ послѣднему пункту нашего обозрѣнія — къ гадательному установленію родословной матеріи, того міра, представителемъ котораго является человекъ. Во вселенной каждое явленіе и каждая вещь снабжены ярлыкомъ, своего

*) Опыты Еötvös могли бы опредѣлить разность массъ въ одну десятимилліонную ихъ долю; въ позднѣйшихъ опытахъ, произведенныхъ четыре года тому назадъ совмѣстно съ Рекагомъ и Fekette, точность доведена до одной стомилліонной.

рода паспортомъ, который до нѣкоторой степени можетъ служить нашей цѣли.

Этотъ ярлыкъ — число шансовъ, благоприятствующихъ разсматриваемому событію, — его вѣроятность. По этому ярлыку мы можемъ судить, гдѣ искать намъ родословную его обладателя — въ макрокосмѣ или микрокосмѣ!

Заглянемъ въ паспортъ матеріи! Если мы сравнимъ протяженія, занятыя матеріей, съ протяженіемъ вселенной, опредѣляемымъ крайними видимыми намъ звѣздами, мы придемъ къ заключенію, что шансы матеріи такъ же малы, какъ и вѣроятность вытянуть одинокій бѣлый шаръ изъ кучи черныхъ, число которыхъ равно числу секундъ въ миллионѣ лѣтъ! Этотъ паспортъ говоритъ намъ, что родословную матеріи нужно искать въ микрокосмѣ, тамъ, гдѣ неприменимъ второй законъ термодинамики! Этотъ паспортъ раскрываетъ намъ и погрѣшность, допускавшуюся классической физикой, дѣлавшей изъ механики микрокосма механику вселенскую!

Масса тѣла разсѣивается излученіемъ: значитъ, матерія со своей структурой можетъ превращаться въ лучистую энергію.

Лучистая энергія, поглощаемая матеріей, увеличиваетъ ея массу; это значитъ, что лучистая энергія способна превращаться въ матерію и принимать ея структуру.

Въ необъятной вселенной, вмѣщающей въ себѣ всѣ случайности, могутъ образовываться электрическіе индивиды, эти зародыши или сѣмена матеріи, быть можетъ, на перекресткѣ лучей. Одни изъ этихъ сѣмянъ путемъ излученія растаютъ; другія, или поглощая энергію, или процессомъ, сходнымъ съ катализомъ, станутъ родоначальниками міровъ!

Итакъ, лучистая энергія разсѣиваетъ и создаетъ матерію; ея великая роль во вселенной — поддерживать круговоротъ матеріи.

Эти потоки жизни открыты современной физикой!

Но какъ тихо, безмолвно работаютъ въ пространствахъ неба ткачи матеріи и жизни. Удивительна судьба этихъ пространствъ въ физическихъ ученіяхъ! Въ началѣ они были пусты. Методы непрерывности и анализа бесконечно-малыхъ расположились въ матеріи и проникали въ ея нѣдра. Они перешли затѣмъ и въ пустоту и свили въ ней, въ формѣ уравненій электромагнитнаго

поля, прочное гнѣздо. Теперь они изгнаны изъ нѣдръ матеріи и въ ея областяхъ являются въ результатахъ статистическаго подсчета! Въ полной мѣрѣ они находятъ пріютъ только въ пустыхъ для насъ пространствахъ, которымъ ранѣе мы не отводили мѣста въ своихъ законахъ. Физика пришла въ Каноссу!

Старый контрастъ — матеріи и пустоты — замѣщается новымъ дуализмомъ — бури въ ничтожныхъ пространствахъ и покоя, стройности въ пространствахъ, недоступныхъ представленію по своей громадности! Мысль невольно останавливается на вопросе: возможно ли равновѣсіе между этими двумя частями вселенной, не долженъ ли покой и стройность громаднаго цѣлаго поглотить хаосъ ничтожества?

Несмотря на всю императивность опытовъ, указывающихъ на неподвижность ээира, сквозь который текутъ небесныя тѣла, этотъ вѣчный внутренній покой громаднѣйшей части, съ ничтожной ошибкой — всей вселенной, звучитъ анахронизмомъ!

Не долженъ ли пасть новый дуализмъ? Матерія, потерявшая привилегію на массу, не потеряетъ ли привилегію и на бурю? Не въ этомъ ли смыслѣ долженъ быть данъ отвѣтъ на вопросы, поставленные на конгрессѣ Сольвея?

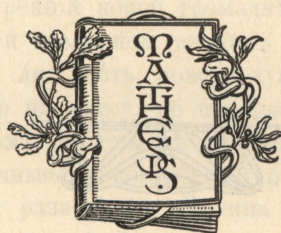
Передъ вами развернута картина высоко напряженной работы познающаго разума! Для ея полноты слѣдовало бы включить въ нее и этотъ разумъ. Онъ простеръ свою руку и на свою психологію, на свои сужденія, поскольку они вытекаютъ изъ чувствованій, участвующихъ въ жизни явленій. Онъ раскрылъ относительность картины міра; его работа не окончена; быть можетъ, она еще недостаточно утверждена, о чемъ я говорилъ въ другомъ мѣстѣ*). Мы возвратились къ исходному и конечному пункту знанія и моего доклада — человѣку.

Вопросъ о нарушеніяхъ второго закона термодинамики или о происхожденіи маловероятныхъ событій такъ же старъ, какъ и сознаніе человечества. Въ космогоніяхъ нашихъ предковъ онъ

*) „Характерныя черты и задача современной естественно-научной мысли“. Речь, произнесенная на II Менделѣвскомъ съѣздѣ; Ж. Р. Ф.-Х. О., физ. отд., т. XLIII, вып. IV, 1912 г. Также „Задачи нашего времени“, III, книгоиздательство „Естественный испытатель“.

стоитъ подъ заголовкомъ творческаго акта. Раскрывая его смыслъ, современная физика обращаетъ насъ въ ничтожную пылинку, странствующую въ необъятной вселенной. Но она не одинока: съ ней ея надежный кормчій — геній, наперекоръ миру чувствъ и самолюбію вида опредѣлившій ея мѣсто въ мірѣ. Судая древность и молодая наука сходятся въ словѣ, которое говорятъ этому генію: сынъ неба, свѣтозарной лучистой энергіи! Онъ былъ и будетъ апостоломъ свѣта!





<http://mathesis.ru>



Книгоиздательство научных и популярно-научных сочинений из области физико-математических наук.

Одесса, Стурзовский пер., д. № 3а.

ЧИСТАЯ и ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

АДЛЕРЪ, А. Теорія геометрическихъ построений. Переводъ съ нѣмецкаго, подъ ред. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*. XXIV+325 стр. 8°. Съ 177 рис. 1910. Ц. 2 р. 25 к.

Предлагаемая вниманию читателей книга А. Адлера представляетъ крупнѣйшій интересъ во многихъ отношеніяхъ... *Педагогическій Сборникъ*.

АППЕЛЬ, П. проф. и ДОТЕВИЛЛЬ, С. проф. Курсъ теоретической механики. Введеніе въ изученіе физики и прикладной механики. Пер. съ фр. *И. Левинтова* подъ ред. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*.

Вып. I (механика точки и геометрія массъ). XV+385 стр. 8°. Съ 136 черт. 1912. Ц. 2 р. 50 к.

Вып. II (механика системы). XV+359 стр. 8°. Съ 87 черт. 1912. Ц. 2 р. 50 к.

Книга по содержащемуся въ ней матеріалу соответствуетъ университетскому курсу теоретической механики и представляетъ собой сокращенную переработку обширнаго трехтомнаго трактата *П. Аппеля* по теоретической механикѣ.

АРХИМЕДЪ, ГЮЙГЕНСЪ, ЛЕЖАНДРЪ, ЛАМБЕРТЪ. О квадратурѣ круга. Съ приложеніемъ исторіи вопроса, составл. проф. *Ф. РУДИО*. (*Библ. клас.*). Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *С. Бернштейна*. VIII+155 стр. 8°. Съ 21 черт. 1911. Ц. 1 р. 20 к.

... является едва ли не единственной, столь полно разсматривающей задачу о квадратурѣ круга. *Природа и Люди*.

БОЛЬЦАНО, Б. Парадоксы безконечнаго. (*Библ. клас.*). Перев. съ нѣм. подъ ред. проф. *И. В. Слешинскаго*. VIII+120 стр. 8°. Съ 12 черт. 1911. Ц. 80 к.
... представляетъ собой одну изъ первыхъ попытокъ строго математическаго обоснованія понятія *б* безконечности и его разнообразныхъ. *Педагогическій Сборникъ*.

БОРЕЛЬ, Э. проф. Элементарная математика. Въ обработкѣ проф. *В. Штёккеля*. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ дополненіями прив.-доц. *В. Ф. Кагана*.

Ч. I. Ариѳметика и Алгебра. LXIV+434 стр. 8°. 1911. Ц. 3 р.

Ч. II. Геометрія. VIII+332 стр. 8°. Съ 403 черт. 1912. Ц. 2 р.

Переводъ сочиненія Бореля является весьма цѣннымъ вкладомъ въ нашу элементарную математическую литературу. *Педагогическій Сборникъ*.

WEBER H., проф. и WELLSTEIN J., проф. Энциклопедія элементарной математики. Руководство для преподающихъ и изучающихъ элементарную математику. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ прим. прив.-доц. *В. Кагана*.

Томъ I. Элементарная алгебра и анализъ,* обраб. проф. *Веберомъ*. XXIV+666 стр. больш. 8°. Съ 38 черт. 2-е изд. 1911 г. Ц. 4 р.

Вы все время видите передъ собой мастера своего дѣла, который съ любовью показываетъ великія творенія человѣческой мысли, извѣстныя ему до тончайшихъ подробностей. *Педагогическій Сборникъ*.

Томъ II. Элементарная геометрія, составленная *Веберомъ, Вельштейномъ и Якобстелемъ*.

Книга I. Основанія геометріи.* Состав. *И. Вельштейнъ*. XII+360, стр. больш. 8°. Съ 142 черт. и 5 рис. Изд. 2-е. 1913. Ц. 3 р.

Особый интересъ представляетъ въ книгѣ г. Вельштейна своеобразное изложеніе не-евклидовой геометріи, а также изложеніе проективной геометріи. *Жур. Мин. В. Пр.*

* Изданіи, отмѣченныя звѣздочкой, признаны Учен. Ком. Мин. Нар. Просв. подлежащими внесенію въ списокъ книгъ, заслуживающихъ вниманія при пополненіи ученическихъ библіотекъ средн. учебн. заведеній.

Книга II и III. Тригонометрія, аналитическая геометрія и стереометрія.
Составили *Г. Веберъ и В. Якобсталь*. VIII+321 стр. больш. 8°. Съ 109 черт.
1910. Ц. 2 р. 50 к.

ГЕЙБЕРГЪ, I. проф. Новое сочиненіе Архимеда*. Посланіе Архимеда къ Эратосену о нѣкоторыхъ вопросахъ механики. (*Библ. класс.*). Перев. съ нѣм. подъ ред. и съ предисл. прив.-доц. *П. Ю. Тимченко*. XV+27 стр. 8°. Съ 15 рис. 1909. Ц. 40 к.

Математикамъ... будетъ весьма интересно познакомиться съ новой драгоценной научной находкой... *Образованіе*.

ДЕДЕКИНДЪ, Р. проф. Непрерывность и ирраціональные числа.* (*Библ. класс.*). Пер. съ нѣм. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*, съ присоед. его статьи: „Доказательство существованія трансцендентныхъ чиселъ“. 2-е изд. 40 стр. 8°. 1909. Ц. 40 к.

Небольшой по объему, но, такъ сказать, законодательный по содержанію трудъ... *Русская Школа*.

ДЗЮБЕКЪ, О. проф. Курсъ аналитической геометріи. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ примѣч. проф. СПб. высш. женск. курсовъ *Веры Шиффъ*. Часть I. Аналитическая геометрія на плоскости. VIII+390 стр. 8°. Съ 87 черт. 1912. Ц. 2 р. 50 к.

Часть II. Аналитическая геометрія въ пространствѣ. VIII+356 стр. 8°. 36 черт. 1912. Ц. 2 р. 50 к.

Много задачъ, много удивленій, бездна матеріала и — научность изложенія. *Технич. и Коммерч. Образованіе*.

КАГАНЪ, В. прив.-доц. Задача обоснованія геометріи въ современной постановкѣ. Рѣчъ, произнесенная при защитѣ диссертациі на степень магистра чистой математики. 35 стр. 8°. Съ 11 черт. 1908. Ц. 35 к.

КАГАНЪ, В. прив.-доц. О преобразованіи многогранниковъ. Докладъ, прочитанный въ Общемъ Собраніи Перваго Всероссийскаго Съѣзда преподавателей математики. 27 стр. 8°. Съ 10 фиг. 1913. Ц. 35 к.

КАГАНЪ, В. прив.-доц. Что такое алгебра? * 72 стр. 16°. 1910. Ц. 40 к.

Книжка написана яснымъ простымъ языкомъ и, несомнѣнно, вызоветъ къ себѣ интересъ. *Русская Мысль*.

КЛЕЙНЪ, Ф. проф. Вопросы элементарной и высшей математики. Лекціи, читанныя для учителей. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ дополн. прив.-доц. *В. Ф. Кагана*. VIII+480 стр. 8°. 1912. Ц. 3 р.

Книга, подобная труду Клейна, должны быть настольными: онѣ появляются рѣдко. *Технич. и Коммерч. Образованіе*.

КОВАЛЕВСКИЙ, Г. проф. Введеніе въ исчисленіе бесконечно-малыхъ.* Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ прим. прив. доц. *С. О. Шатуновскаго*. VIII+140 стр. 8°. Съ 18 черт. 1909. Ц. 1 р.

Книга проф. Ковалевскаго, несомнѣнно, прекрасное введеніе въ высшій анализъ. *Русская Школа*.

КОВАЛЕВСКИЙ, Г. проф. Основы дифференціального и интегральнаго исчисленій. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*. VIII+496 стр. 8°. 1911. Ц. 3 р. 50 к.

Курсъ профессора бонскаго университета, несомнѣнно, является однимъ изъ лучшихъ по ясности и чрезвычайной строгости обоснованія одного изъ могущественныхъ методовъ современнаго анализа. *Современный Миръ*.

КУТЮРА, Л. Алгебра логики. Пер. съ фр. съ прибавленіями проф. *И. Слезинскаго*. IV+107+XIII стр. 8°. 1909. Ц. 90 к.

КЭДЖОРИ, Ф. проф. Исторія элементарной математики (съ указаніями на методы преподаванія)*. Пер. съ англ. подъ ред. и съ прим. прив.-доц. *И. Ю. Тимченко*. VIII+368 стр. 8°. Съ рис. 1910. Ц. 2 р. 50 к.

Книга читается съ большимъ интересомъ и весьма полезна... Мы настоятельно рекомендуемъ „Исторію элем. мат.“ Кеджори. *Вѣстникъ Воспитанія*.

ЛИГЦМАННЪ, В. Теорема Пифагора съ приложеніемъ нѣкоторыхъ свѣдѣній о теоремѣ Ферма. (*Библ. элем. мат. I*). Пер. съ нѣм. подъ общей ред. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*. IV+80 стр. 16°. Съ 44 рис. 1912. Ц. 40 к.

- МАРКОВЪ, А. акад.** Исчисленіе конечныхъ разностей. Въ 2 частяхъ. Изданіе 2-е, исправленное и дополненное. VIII+274 стр. 8°. 1911. Ц. 2 р. 25 к.
- НЕТТО, Е. проф.** Начала теоріи опредѣлителей. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ прим. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*. VIII+156 стр. 8°. 1912. Ц. 1 р. 20 к.
- ПУАНКАРЕ, Г. проф.** Наука и методъ. Пер. съ франц. *И. Брусиловскаго* подъ ред. прив.-доц. *В. Кагана*. VIII+384 стр. 16°. 1910. Ц. 1 р. 50 к.
... книгу Пуанкаре можно рекомендовать особому вниманію преподавателей математики и естествознанія. *Вѣстникъ Воспитанія*.
- РОУ, С.** Геометрическія упражненія съ кускомъ бумаги. Пер. съ англ. XVI+173 стр. 16°. Съ 87 рис. 1910. Ц. 90 к.
Производить впечатлѣніе гармоничнаго дѣлаго и читается съ большимъ интересомъ. *Русская Школа*.
- Русская математическая библиографія.** Списокъ сочиненій по чистой и прикладн. математикѣ, напечатанныхъ въ Россіи. Подъ ред. проф. *Д. М. Синцова*. Вып. I. За 1908 годъ. 76 стр. 8°. Ц. 60 коп.
Вып. II. За 1909 годъ. XVI+92 стр. 8°. Ц. 75 к.
- ФИЛИППОВЪ, А. О.** Четыре ариѳметическія дѣйствія. Числа натуральныхъ. VIII+88 стр. 8°. 1912. Ц. 70 к.
- ФУРРЕ, Е.** Очеркъ исторіи элементарной геометріи. (*Библ. элем. мат. II*). Пер. съ фр. подъ ред. прив.-доц. *С. Шатуновскаго*. 52 стр. 16°. Съ 5 рис. 1912. Ц. 30 к.
- ФУРРЕ, Е.** Геометрическіе головоломки и паралогизмы. (*Библ. элем. мат. III*). Пер. съ фр. подъ ред. прив.-доц. *С. Шатуновскаго*. 52 стр. 16°. Съ 83 рис. 1912. Ц. 30 к.
- ЦИММЕРМАНЪ, В. проф.** Объемъ шара, шарового сегмента и шарового слоя. 34 стр. 16°. Съ 6 черт. 1908. Ц. 25 к.
Распространеніе подобнаго рода „элементарныхъ“ монографій среди учащихся весьма желательно. *Русская Школа*.
- ЧЕЗАРО, Э.** Элементарный учебникъ алгебраическаго анализа и исчисленія бесконечно малыхъ. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *С.-П. Б. универс. К. А. Поссе*. Ч. I. XVIII+632 стр. 8°. Съ 26 черт. 1913. Ц. 5 р.
- ШУБЕРТЪ, Г. проф.** Математическія развлеченія и игры. Пер. съ нѣм. *И. Левинтова*, подъ ред., съ прим. и доб. *В. О. Ф. и Эл. Мат.* XIV+358 стр. 16°. Со мног. табл. 1911. Ц. 1 р. 40 к.
Неутомимая идейная издательская фирма „Матезисъ“... выпустила въ свѣтъ превосходный переводъ превосходной книги... *Русская Школа*.

Ф И З И К А

- АВРАГАМЪ, Г. проф.** Сборникъ элементарныхъ опытовъ по физикѣ. *
Пер. съ франц. подъ ред. проф. *Б. П. Вейнберга*.
Часть I: XVI+272 стр. 8°. Свыше 300 рис. 2-е изд. 1909. Ц. 1 р. 50 к.
Систематически составленный сборъ наиболее удачныхъ, типичныхъ и поучительныхъ опытовъ. *Вѣстникъ и Библиотека Самообразованія*.
Часть II: 434+LXXV стр. 8°. Свыше 400 рис. 2-е изд. 1910 г. Ц. 2 р. 75 к.
Мы надѣемся, что разбираемый трудъ станетъ настольной книгой каждой физической лабораторіи въ Россіи. *Русская Мысль*.
- АУЭРБАХЪ, Ф. проф.** Царица міра и ея тѣнь. * Общедост. изложеніе основ. ученія объ энергіи и энтропіи. Пер. съ нѣм. VIII+50 стр. 8°. 6-е изд. 1913. Ц. 40 к.
Слѣдуетъ признать брошюру Ауэрбаха чрезвычайно интересной. *Ж. М. Н. Пр.*
- БРАУНЪ, Ф. проф.** Мои работы по беспроволочной телеграфіи и по электрооптикѣ. Рѣчь, произн. по случаю полученія Нобелевской преміи, съ дополн. автора. Пер. съ рукоп. *Л. Мандельштана и Н. Папалекси*, со вступительной статьей переводч. XIV+92 стр. 16°. Съ 25 рис. и портр. авт. 1911. Ц. 70 к.
Проф. Браунъ излагаетъ свои работы, заключающіяся въ изобрѣтеніи и усовершенствованіи очень важныхъ для телеграфіи приборовъ... *Естествозн. и Географія*.

- БРУНИ, К. проф. Твердые растворы*.** Пер. съ итал. подъ ред. „Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.“ 37 стр. 16^о. 1909. Ц. 25 к.
Изъ брошюры К. Бруни читатель выноситъ много цѣнныхъ свѣдѣній въ сферѣ затронутыхъ вопросовъ. *Физикъ-Любитель*
- ВЕТТЭМЪ, В. проф. Современное развитіе физики*.** Пер. съ англ. подъ ред. проф. Б. П. Вейнберга и прив.-доц. А. Р. Орбинскаго. Съ Прилож. рѣчи А. Бальфура. Нѣсколько мыслей о новой теоріи вещества. VIII+277 стр. 8^о. Съ 5 порт. и 39 рис. 2-е изд. 1912. Ц. 2 р.
...рисуетъ читателю дѣйствительно захватывающую картину грандіозныхъ завоеваний человѣческаго гения. *Современный Міръ*.
- ВЕЙНБЕРГЪ, Б. П. проф. Снѣгъ, иней, градъ, ледъ и ледники*.** IV+127 стр. 8^о. Съ 137 рис. и 2 фототип. таб. 1909. Ц. 1 р.
„Mathesis“ можетъ гордиться этимъ изданіемъ. *Ж. М. Н. Пр.*
- ВИНЕРЪ, О. проф. О цвѣтной фотографіи и родственныхъ ей естественно-научныхъ вопросахъ*.** Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. Н. П. Кастирина. VI+69 стр. 8^о. Съ 3 цвѣт. табл. 1911. Ц. 60 к.
Все это дѣлаетъ книгу интересной какъ для лицъ, желающихъ только ознакомиться съ явленіями цвѣтной фотографіи, такъ и для лицъ, серьезно заинтересованныхъ этимъ вопросомъ. *Естествознаніе и Географія*.
- ГЕРНЕТЪ, В. А. Объ единствѣ вещества.** 46 стр. 16^о. Ц. 25 к.
- ЗЕЕМАНЪ, П. проф. Происхожденіе цвѣтовъ спектра** Съ прил. статьи В. Ритца „Линейные спектры и строеніе атомовъ“. Пер. съ нѣм. 50 стр. 16^о. Ц. 30 к.
... Книжка, принадлежащая перу одного изъ мѣстныхъ ученыхъ нашей эпохи... *Русская Мысль*.
- КАЙЗЕРЪ Г. проф. Развитіе современной спектроскопіи*.** Пер. съ нѣм. подъ ред. „Вѣстн. Оп. Ф. и Эл. М.“ 45 стр. 16^о. 1910. Ц. 25 к.
Одинъ изъ лучшихъ обзоровъ... Онъ содержитъ, въ сжатомъ видѣ, исторію открытія спектральнаго анализа и дальнѣйшаго ея развитія до нашихъ дней. *Журн. Мин. Н. Пр.*
- КЛОССОВСКИЙ, А. заслуж. проф. Основы метеорологій.*** XVI+527 стр. больш. 8^о. Съ 199 рис., 2 цвѣтн. и 3 черн. табл. 1910. Ц. 4 р.
Честь и слава „Mathesis“ за изданіе этой прекрасной книги, которою можетъ гордиться русская наука. *Ж. М. Н. Пр.*
- КЛОССОВСКИЙ, А. заслуж. проф. Современное состояніе вопроса о предсказаніи погоды.** 52 стр. 8^о. Съ 4 черт. 1913. Ц. 40 к.
- КЛОССОВСКИЙ А. заслуж. проф. Физическая жизнь нашей планеты на основаніи современныхъ воззрѣній.*** 46 стр. 8^о. 2-е изданіе, испр. и дополн. 1908. Ц. 40 к.
Рѣдко можно встрѣтить изложеніе, въ которомъ въ такой степени соединялась бы высокая научная эрудиція съ картинностью и увлекательностью рѣчи. *Педагогическій Сборникъ*.
- КОНЪ, Э. проф. и ПУАНКАРЕ, Г., акад. Пространство и время съ точки зрѣнія физики.** Пер. подъ ред. „Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.“. 81 стр. 16^о. Съ 11 рис. 1912. Ц. 40 к.
Авторы сдѣлали все возможное, чтобы разъяснить не специалисту сущность принципа относительности и новой механики. *Природа*.
- ЛАКУРЪ П. и АППЕЛЬ Я. Историческая физика.*** Пер. съ нѣм. подъ ред. „Вѣстн. Оп. Физики и Эл. Мат.“. Въ 2-хъ томахъ больш. формата 892 стр. Съ 799 рис. и 6 отл. цвѣтн. табл. 1908. Ц. 7 р. 50 к.
Нельзя не приветствовать этого интереснаго изданія... Книга читается легко; содержитъ весьма удачно подобранный матеріалъ и обильно снабжена хорошо выполненными рисунками. Переводъ никакихъ замѣчаній не вызываетъ. *Ж. М. Н. Пр.*
- ЛИНДЕМАНЪ, Ф. проф. Спектръ и форма атомовъ.** Рѣчь ректора Мюнхенскаго университета 23 стр. 16^о. 2-е изд. Ц. 15 к.
- ЛОДЖЪ О., проф. Міровой эфиръ.** Пер. съ англ. подъ ред. прив.-доц. Д. Д. Хмырова. IV+216 стр. 16^о. Съ 12 рис. 1911. Ц. 80 к.
Въ этой чрезвычайно интересной книжкѣ, проводится мысль, что „мировой эфиръ есть неперемѣнное, нежимаемое, недвижимое основное вещество или совершенная жидкость...“ *Природа*.

ЛОРЕНЦЪ, Г. проф. Курсъ физики.* Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. **Н. П.**

Кастерина. Съ добавленіями автора къ русскому изданію.

Т. I. VIII+356 стр. бол. 8°. Съ 236 рис. **2-е изд.** 1912. Ц. 2 р. 75 к.

Т. II. VIII+466 стр. больш. 8°. Съ 257 рис. 1910. Ц. 3 р. 75 к.

Съ появленіемъ этого перевода русская литература обогатилась превосходнымъ курсомъ физики. **Ж. М. Н. Пр.**

МАЙКЕЛЬСОНЪ, А. проф. Свѣтовые волны и ихъ примѣненія.

Перевела съ англ. **В. О. Хвольсонъ** подъ ред. заслуж. проф. **О. Д. Хвольсона** съ дополн. статьями и примѣч. редактора. VIII+192 стр. Съ 108 рис. и 3 цвѣтн. табл. 1912. Ц. 1 р. 50 к.

Влакательна простота и конкретность мысли и живость изложенія. **Журн. Р. Ф.-Х. О-ва.**

МИ, Г. проф. Курсъ электричества и магнетизма. Пер. съ нѣм. подъ ред. засл. проф. **О. Д. Хвольсона.** Въ 2-хъ частяхъ. Около 50 печ. листовъ. Со многими рис. Выходитъ въ свѣтъ выпусками. Цѣна по подпискѣ 5 р.

МОРЕНЪ, Ш. Физическія состоянія веществъ. Пер. съ франц. подъ ред. проф. **Л. В. Писаржевскаго.** VIII+224 стр. 8°. Съ 21 рис. 1912. Ц. 1 р. 40 к.

ПЕРРИ, Дж. проф. Вращающійся волчокъ*. Публ. лекція. Съ добавл. статьи проф. **Б. Доната:** „Волчекъ и его будущее въ техникахъ“. Пер. съ англ. и нѣм. VIII+116 стр. 8°. Съ 73 рис. **3-е изданіе.** 1912. Ц. 60 к.

Книжка, вообщію показывающая, какъ люди истиннаго знанія, не пеховой только науки, умѣютъ распоряжаться научнымъ матеріаломъ при его популяризаціи. **Русская Школа.**

ПЛАНКЪ, М. проф. Отношеніе новѣйшей физики къ механистическому міровоззрѣнію. Пер. съ нѣм. **Левинтова,** подъ ред. **„Вѣст. Оп. Ф. и Эл. М.“** 42 стр. 16°. 1911. Ц. 25 к.

... Планкъ разъясняетъ теорію относительности, указывая, что ея методы удобны и универсальны... **Естествознаніе и Географія**

ПОЙНТИНГЪ, Дж. проф. Давленіе свѣта. Пер. съ англ. подъ ред. **„Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.“** 128+II стр. 16°. Съ 42 рис. 1912. Ц. 50 к.

Наглядность изложенія теоретической стороны вопроса, иллюстрація его чертежами, аналогіями и сравненіями изъ повседневной жизни не оставляютъ желать большаго. **Природа.**

РАМЗАЙ, В. проф. Благородные и радиоактивные газы. Пер. подъ ред. **„Вѣстн. О. Ф. и Э. М.“** 37 стр. 16°. Съ 16 рис. 1909. Ц. 25 к.

РИГИ, А. проф. Современная теорія физическихъ явленій*. (Ионы, электроны, радиоактивность). Пер. съ 3-го итальян. изданія. VIII+146 стр. 8°. Съ 21 рис. 1910. **2-е изд.** Ц. 90 к.

Книгу Риги можно смѣло рекомендовать образованному человѣку, какъ лучшее имѣющееся у насъ изложеніе новѣйшихъ взглядовъ на обширную область физическихъ явленій. **Педагогическій Сборникъ.**

РИГИ, А. проф. Электрическая природа матеріи.* Вступительная лекція. Пер. съ итальян. подъ ред. **„Вѣст. Оп. Ф. и Эл. Мат.“** 28 стр. 8°. **2-е изд.** 1911. Ц. 30 к.

Эта прекрасная рѣчь обладаетъ всѣми преимуществами многочисленныхъ популярныхъ сочиненій знаменитаго профессора Болонскаго университета. **Ж. М. Н. Пр.**

СЛАБИ, А. проф. Безпроводочный телефонъ. Пер. съ нѣм. подъ ред. **„Вѣст. Оп. Физ. и Эл. Мат.“** 28 стр. 8°. Съ 23 рис. 1909. Ц. 30 к.

СЛАБИ, А. проф. Резонансъ и затуханіе электрическихъ волнъ. Пер. съ нѣм. подъ ред. **„Вѣст. Оп. Физ. и Эл. Мат.“** 41 стр. 8°. Съ 36 рис. Ц. 40 к.

Обѣ брошюры принадлежатъ перу большого знатока предмета и выдающагося самостоятельнаго работника въ области практическаго примѣненія электрическихъ волнъ. **Педагогическій Сборникъ.**

СОДДИ, Ф. проф. Радій и его разгадка.* Пер. съ англ. подъ ред. прив.-доц. **Д. Хмырова.** XVI+185 стр. 8°. Съ 31 рис. 1910. Ц. 1 р. 25 к.

... авторъ въ увлекательномъ изложеніи вводитъ читателя въ необыкновенно заманчивую область... **Педагогическій Сборникъ.**

ТОМСОНЪ Дж. Дж. проф. Корпускулярная теорія вещества. Пер. съ англ. **Л. Левинтова,** подъ ред. **„Вѣст. О. Ф. и Э. М.“** VIII+162 стр. 8°. Съ 29 рис. 1910. Ц. 1 р. 20 к.

Вся книга, а въ особенности части, содержащія личныя изслѣдованія втора, читаются съ неслабѣющимъ интересомъ. **Физическое Обзоріе.**

ТОМПСОНЪ, СИЛЬВАНУСЪ, проф. Добываніе свѣта *. Общедоступная лекція для рабочихъ, прочитанная на собраніи Британской Ассоціаціи 1906. Пер. съ англ. VIII+88 стр. 160. Съ 28 рис. 1909. Ц. 50 к.

Въ этой весьма интересно составленной рѣчи собранъ богатый матеріалъ по вопросу добыванія свѣта. Ж. М. Н. Пр.

ФУРНЬЕ ДАЛЬБЪ. Два новыхъ міра. 1 Инфра міръ. 2. Супра-міръ. Пер. съ англ. VIII+119 стр. 80. Съ 1 рис. и 1 табл. 1911. Ц. 80 к.

... содержаніемъ своимъ она способна увлечь мыслящаго человѣка. Прав. Вѣстн.

УСПѢХИ ФИЗИКИ. Сборникъ статей подъ ред. „Вѣстника Опытной Физики и Элементарной Математики“.

Выпускъ I. * VIII+148 стр. 80. Съ 41 рис. и 2 табл. 3-е изд. 1909. Ц. 75 к.

Изящно изданный и недорогой сборникъ прочтется каждымъ интересующимся съ большимъ интересомъ. Вѣстникъ Знанія.

Выпускъ II. IV+204 стр. съ 50 рис. 1911. Ц. 1 р. 20 к.

Второй выпускъ сборника обладаетъ тѣми же положительными сторонами, что и первый: т. е. содержательностью, ясностью изложенія и полной научностью статей. Природа.

Х И М И Я.

ГРОТЪ, П. проф. Введеніе въ химическую кристаллографію. Пер. съ нѣм. І. Левинтова подъ ред. проф. М. Д. Сидоренко. VIII+104 стр. 80. Съ 6 черт. 1912. Ц. 80 к.

МАМЛОКЪ, Л. д-ръ. Стереохимія. (Ученіе о пространственномъ расположеніи атомовъ въ молекулахъ). Пер. съ нѣмецк. подъ ред. проф. П. Г. Меликова. VIII+164 стр. 80. Съ 58 рис. 1911. Ц. 1 р. 20 к.

Въ книгѣ описывается стереохимія углерода, азота, сѣры, селена, олова и неорганическихъ соединеній. Естествознаніе и Географія.

ПЁШЛЬ, В. проф. Введеніе въ коллоидную химію. Очеркъ коллоидной химіи для учителей, врачей и студентовъ. Пер. съ нѣмецкаго А. С. Комаровскаго. Съ пред. проф. П. Г. Меликова. VIII+86 стр. 80 1912. Ц. 75 к.

РАМЗАЙ, В. проф. Введеніе въ изученіе физической химіи. Пер. съ англ. подъ ред. проф. П. Г. Меликова. VIII+76 стр. 160. 1910. Ц. 40 к.

Главный интересъ обзора конечно въ томъ, что онъ отдѣланъ крупнымъ самостоятельнымъ изслѣдователемъ въ этой области. Педагогическій Сборникъ.

СМИТЪ, А. проф. Введеніе въ неорганическую химію. Пер. съ англ. подъ ред. проф. П. Г. Меликова. XVI+840 стр. 80. Съ 107 рис. 1911. Ц. 3 р. 50 к.

Такіе первоклассные ученые, какъ Лёвъ, Оствальдъ и др. признали, что „Введеніе въ неорганическую химію“ Смита обогащаетъ учебную литературу и въ ряду многочисленныхъ руководствъ по химіи должно занять особое значительное мѣсто. Руче.

Успѣхи химіи. Сборникъ статей о важнѣйшихъ изслѣдованіяхъ послѣдняго времени въ общедоступномъ изложеніи подъ ред. „Вѣстн. Оп. Физ. и Элем. Мат.“. Вып. I. VIII+240 стр. 80. Съ 83 рис. 1912 г. Ц. 1 р. 50 к.

ЦЕНТНЕРШВЕРЪ, М. Г. Очерки по исторіи химіи. Популярно-научныя лекціи. XVI+318 стр. 80. Съ 83 рис. 1912 г. Ц. 2 р. 20 к.

ШТОКЪ, А. проф. и ШТЕЛЕРЪ, прив.-доц. Практическое руководство по количественному анализу. Пер. съ нѣм. лабор. Новор. Унив. А. І. Коншина подъ ред. проф. П. Г. Меликова. Пер. съ нѣм. VIII+172 стр. 80. Съ 37 рис. 1911. Ц. 1 р. 20 к.

Руководство написано ясно и понятно и можетъ быть очень полезно при самостоятельномъ прохожденіи анализа. Естествознаніе и Географія.

А С Т Р О Н О М І Я

АРРЕНИУСЪ, Св. проф. Образованіе міровъ *. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. К. Д. Покровскаго. VIII+200 стр. 80. Съ 60 рис. 2-е изд. 1912. Ц. 1 р. 75 к.

Книга чрезвычайно интересна и богата содержаніемъ. Педагогическій Сборникъ

БОЛЛЬ, Р. С. проф. Вѣка и приливы. Пер. съ англ. подъ ред. прив.-доц. А. Р. Орбинскаго. IV+104 стр. 80. Съ 4 рис. и 1 табл. Ц. 75 к.

... настоящее изданіе „Mathesis“ слѣдуетъ приветствовать наравнѣ съ прочими, какъ почтенный, заслуживающій распространенія и серьезнаго вниманія, вкладъ въ русскую науку. Русская Школа.

ВИХЕРТЪ, Э. проф. Введение въ геодезію * Пер. съ нѣм. IV+95 стр. 16°. Сь 41 рис. 2-е изд. 1912. Ц. 35 к.

Излагаетъ основы низшей геодезіи, имѣя въ виду пользованіе ею въ школахъ въ качествѣ практическаго пособия... Изложеніе очень сжато, но полно и послѣдовательно. *Вопросы Физики.*

ГРАФФЪ, К. Комета Галлея *. Пер. съ нѣм. X+71 стр. 16°. Сь 13 рис. и 2 отд. табл. Изд. второе испр. и доп. 1910. Ц. 30 к.

Брошюра Граффа хорошо выполняетъ свое назначеніе. *Педагогическій Сборникъ.*

Галлея комета въ 1910 году. *Общедоступное изданіе.* Содержаніе: О вселенной—О кометахъ—О кометѣ Галлея. 32 стр. 8°. Сь 12 иллюстраціями. 1910. Ц. 12 к.

КЛАРКЪ, А. Исторія астрономіи XIX столѣтія. Пер. съ англ. прив.-доц. СПБ. университета В. В. Серафимова. VIII+648 стр. 8°. Сь рис. 1913. Ц. 4 р.

ЛОВЕЛЛЪ, П. проф. Марсъ и жизнь на немъ. Пер. съ англ. подъ ред. и съ предисл. прив.-доц. А. Р. Орбинскаго. XXI+272 стр. 8°. Со многими рис. и 1 цвѣтн. табл. 1912. Ц. 2 р.

Книгу эту можно рекомендовать всякому, кто хочетъ знать состояніе науки о Марсѣ въ настоящее время; читается она легко и вполне доступна для средняго, знакомаго съ астрономіей, читателя. *Извѣстія Р. О-ва Любителей Міровѣдѣнія.*

НЬЮКОМЪ, С. проф. Астрономія для всѣхъ *. Пер. съ англ. подъ ред. и съ предисл. прив.-доц. А. Р. Орбинскаго. XX+288 стр. 8°. Сь порт. автора, 64 рис. и 1 табл. 2-е изд. 1911. Ц. 1 р. 50 к.

Вполнѣ научно, и совершенно доступно, и изящно написанная книга... переведена и мадана очень хорошо. *Вѣстникъ Воспитанія.*

Б И О Л О Г І Я.

ВЕРИГО, Б. проф. Единство жизненныхъ явленій. (*Основы общей биологии I*). VIII+276 стр. 8°. Сь 81 рис. 1912. Ц. 2 р.

... книгу нельзя не признать очень интересной и заслуживающей полнаго вниманія. Она написана просто и потому доступна большому кругу читателей. *Русская Школа.*

ВЕРИГО, Б. проф. Биологія клѣтки, какъ основа ученій о зародышевомъ развитіи и размноженіи. (*Основы общ. биологии II*) IV+336 стр. 8°. Сь 60 рис. 1913. Ц. 2 р. 50 к.

ЛѢБЪ, Ж. проф. Динамика живого вещества. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. В. В. Завьялова. VIII+352 стр. 8°. Сь 64 рис. 1910. Ц. 2 р. 50 к.

Классическая книга Лѣба, отъ чтенія которой трудно оторваться, устанавливаетъ вѣхи достигнутаго въ познаніи динамики живого вещества. *Русское Богатство.*

ЛѢБЪ, Ж. проф. Жизнь. Пер. съ нѣм. 30 стр. 8°. 1912. Ц. 30 к.

Довладѣ этотъ прекрасно резюмируетъ взгляды Лѣба и его школы на сущность жизненныхъ явленій и потому является въ высшей степени интереснымъ. *Русская Школа.*

УШИНСКИЙ, Н. проф. Лекціи по бактеріологіи VIII+135 стр. 8°. Сь 34 черн. и цвѣтн. рис. на отдѣльн. табл. 1908. Ц. 1 р. 50 к.

Успѣхи биологіи. Сборникъ статей о важнѣйшихъ изслѣдованіяхъ послѣдняго времени. Вып. I. Подъ ред. проф. В. В. Завьялова. IV+244 стр. 8°, Сь 24 рис. Ц. 1 р. 50 к.

V A R I A.

ГАМПСОНЪ-ШЕФЕРЪ. Парадоксы природы. * Книга для юношества объясняющая явленія, которыя находятся въ противорѣчій съ повседневымъ опытомъ. Пер. съ нѣм. VIII+193 стр. 8°. Сь 67 рис. Ц. 1 р. 20 к.

Матеріалъ подобранъ интересный. *Жур. Мин. Н. Пр.*

ГАССЕРТЪ, К. проф. Изслѣдованіе полярныхъ странъ. * Исторія путешествій къ сѣверному и южному полюсамъ съ древнѣйшихъ временъ до на-

стоящаго времени. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ дополи. проф. *Г. И. Танфильева*. XII+216 стр. 8°. Съ двумя цвѣтн. картами. 1912. Ц. 1 р. 50 к.
... видно, какъ широко охваченъ въ книгѣ предметъ и какъ много даетъ она для интересующихся полярными изслѣдованіями. *Естествознаніе и Географія*.

ДАННЕМАННЪ, Ф. Исторія естествознанія. Пер. съ нѣм. подъ ред. засл. проф. СПБ. ун-в. *И. И. Борзмана*. IV+486 стр. 8°. Съ 87 рис. и портр. Галилея. 1913. Ц. 3 р.

НИМФЮРЪ, Р. Воздухоплаваніе. * Научныя основы и техническое развитіе. Пер. съ нѣм. VIII+161 стр. 8°. Съ 52 рис. 1910. Ц. 90 к.
Въ книгѣ собранъ весьма обширный описательный матеріалъ. *Ж. М. Н. Пр.*

СНАЙДЕРЪ, К. проф. Картина міра въ свѣтѣ современнаго естествознанія. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *В. В. Завьялова*. VIII+193 стр. 8°. Съ 16 отд. порт. 1909. Ц. 1 р. 50 к.

Книга касается интереснѣйшихъ вопросовъ о природѣ. *Педагогическій Сборникъ*.

ТРЁЛЬС-ЛУНДЪ, проф. Небо и міровоззрѣніе въ круговоротѣ времени. Пер. съ нѣм. IV+233 стр. 8°. 1912. Ц. 1 р. 50 к.

... астрологія и астроніомія, богословскія и этическія системы и спекуляція разсмотрѣны (въ сжатомъ, но увлекательномъ изложеніи) на протяженіи трехъ съ половиною тысячелѣтій. *Русская Мысль*.

ТРОМГОЛЬТЪ, С. Игры со спичками, Задачи и развлеченія. Пер. съ нѣм. 146 стр. 16°. Свыше 250 рис. и черт. 2-е изд. 1912. Ц. 50 к.

ШИМИДЪ, Б. проф. Философская хрестоматія. Пер. съ нѣм. *Ю. А. Говстеева*, под. ред. и съ пред. проф. *Н. Н. Ланге*. VIII+172 стр. 8°. 1907. Ц. 1 р.
... Для человѣка, занятаго самообразованіемъ и немного знакомаго съ философіей и наукой, она (книга) даетъ разнообразный и интересный матеріалъ. *Вопросы философіи и психологіи*.

ЩУКАРЕВЪ, А. проф. Проблемы теоріи познанія въ ихъ приложеніяхъ къ вопросамъ естествознанія и въ разработкѣ его методами. IV+137 стр. 8°. Ц. 1 р.

Имѣется на складѣ:

БИЛЬТЦЪ, Г. и В. Упраженія по неорганической химіи. Пер. съ нѣм. *А. С. Комаровскаго*, съ предисл. проф. *Л. В. Писаржевскаго*. XVI+272 стр. 8°. Съ 24 рис. Ц. 1 р. 60 к.

СЪ ТРЕБОВАНІЯМИ ОБРАЩАТЬСЯ

ВЪ ГЛАВНЫЙ СКЛАДЪ ИЗДАНІЙ „МАТЕЗИСЪ“.

Одесса, Стурдзовскій пер., д. № 3а.

ПОДРОБНЫЙ КАТАЛОГЪ ИЗДАНІЙ ПО ТРЕБОВАНІЮ.

Выписывающіе изъ главнаго склада „МАТЕЗИСЪ“ на сумму 5 р. и болѣе за пересылку не платятъ.

Отдѣленія главнаго склада изданій „МАТЕЗИСЪ“:

Въ Москвѣ—Книжный магазинъ „Образованіе“ (Кузнецкій мостъ, 11);
въ Кіевѣ—Книжный магазинъ *В. А. Просяниченко* (Фундуклеевская).
Складъ изданій „МАТЕЗИСЪ“ въ С.-Петербургѣ—Книжный магазинъ *Г. С. Цукермана* (Александровская площадь, 5).

НОВЫЯ КНИГИ: ДЗЫКЪ, П. Г. Сборникъ стереометрическихъ задачъ на комбинаціи геометрическихъ тѣлъ. Подъ редакціей прив.-доцента Спб. Университета Я. В. Успенскаго. 71 стр. 8°. 1914 г. Ц. 75 к.

ВАЛЬДЕНЪ, П. И., акад. О вліяніи физики на развитіе химіи. Рѣчь, произнесенная 27 дек. 1913 г. при открытіи I-го Съезда преподавателей физики, химіи и космографіи. 56 стр. 8°. 1914 г. Ц. 50 к.

КОЛЬБРАУШЪ, проф. Краткое руководство къ практическимъ занятіямъ по физикѣ. Переводъ съ нѣмецкаго прив.-доц. Д. Д. Хмырова и лабор. Е. А. Кириллова подъ редакціей проф. Н. П. Кастерина. VIII + 288 стр. 8°. Съ 125 рис. въ текстѣ. 1914 г. Ц. 2 р. 25 к.

КОРБИНЪ, Т. В. Успѣхи современной техники. Переводъ съ англ. А. Бакова. XII + 356 стр. 8°. Съ 24 отдѣльн. таблицами и многочисл. рис. въ текстѣ. 1914 г. Ц. 2 р. 50 к.

ЛЕФФЛЕРЪ, Е., проф. Цифры и цифровыя системы культурныхъ народовъ въ древности и въ новое время. (Библиограф. элем. мат.). Пер. съ нѣм. Г. Левинтова подъ ред. прив.-доц. С. О. Шатуновскаго. 102 стр. 16°. 1913 г. Ц. 50 к.

УСПѢХИ АСТРОНОМИИ. Сборникъ статей подъ редакціей прив.-доц. А. Р. Орбикскаго. VIII + 235 стр. 8°. Съ 35 рис. 1914 г. Ц. 1 р. 50 к.

ЧЕЗАРО, Е. проф. Элементарный учебникъ алгебраическаго анализа и исчисленія безконечно малыхъ. Переводъ съ нѣмецкаго съ примѣчаніями и дополненіями профессора К. А. Поссе.

Часть I. XVI + 632 стр. 8°. Съ 28 черт. 1913 г. Ц. 5 р.

Часть II. VIII + 480 стр. 8°. Съ 71 черт. 1914 г. Ц. 4 р.

Вѣстникъ Опытной Физики и Элементарной Математики.

Выходитъ 24 раза въ годъ отдѣльн. вып., въ 24 и 32 стр. каждый, подъ ред. прив.-доц. В. Ф. Кагана

ПРОГРАММА ЖУРНАЛА: Оригинальныя и переводныя статьи изъ области физики и элементарной математики. Статьи, посвященныя вопросамъ преподаванія математики и физики. Опытъ и приборы. Изъ записной книжки преподавателя. Научная хроника. Разныя извѣстія. Математическія мелочи. Библиографія: I. Рецензіи. II. Собственныя сообщенія авторовъ, переводчиковъ и редакторовъ о выпущенныхъ книгахъ. III. Новости иностранной литературы. Темы для сотрудниковъ. Задачи на премию. Задачи для рѣшенія. Рѣшенія предложенныхъ задачъ съ фамиліями рѣшившихъ.

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

Предыдущіе семестры были рекомендованы: Учен. Ком. Мин. Нар. Пр.—для гимн. мужск. и женск., реальн. уч., прогимн., городск. уч., учит. инст. и семинарій; Главн. Упр. Военно-Учебн. Зав.—для военно-уч. заведеній; Учен. Ком. при Св. Синодѣ—для дух. семинарій и училищъ.

Въ 1913 г. журналъ былъ признанъ Учен. Ком. Мин. Нар. Пр. заслуживающимъ вниманія при пополненіи библиотекъ среднихъ учебныхъ заведеній.

Пробный номеръ высылается за одну 7-ми коп. марку.

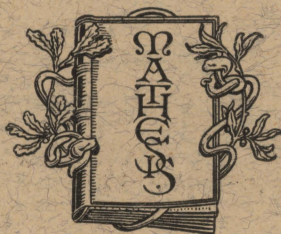
УСЛОВІЯ ПОДПИСКИ: Подписная цѣна съ пересылкой: за годъ 6 руб., за полгода 3 руб. Учителя и учительницы низшихъ училищъ и всѣ учащіеся, подписывающіе журналъ непосредственно изъ конторы редакціи, платятъ за годъ 4 руб., за полугодіе 2 руб. Допускается разсрочка подписной платы по соглашенію съ конторой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

Тарифъ для объявленій: за страницу 30 руб.; при печатаніи не менѣе 3 разъ—10% скидки, 6 разъ—20%, 12 разъ—30%.

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

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

Цѣна 45 коп.



Типографія „ТЕХНИКЪ“.
Одесса, Екатерининская, 58.

<http://mathesis.ru>