

Акад. П. И. ВАЛЬДЕНЪ

# О ВЛІЯНІИ ФИЗИКИ НА РАЗВИТІЕ ХІМІИ

Рѣчь, произнесенная 27-го декабря 1913 г. при открытіи I-го  
Създа преподавателей физики, химіи и космографіи.



<http://mathesis.ru>

ОДЕССА  
1914

**ЦЕНТНЕРШВЕРЪ М. Г., препод. ОЧЕРКИ ПО ИСТОРИИ ХИМИИ.** Популярно-научныя лекціи.

XVI + 319 стр. 8°. Съ 83 рисунками. 1912 г.

Ц. 2 р. 20 к.

Содержаніе. I. Химія у древнихъ народовъ. Начало алхиміи.—II. Искусство изготовленія золота. Аптекари и врачи.—III. Флогистонъ и ниспроверженіе его Антономъ Лавуазье.—VI. Сэръ Гемфри Деви и его служитель.—V. Два пріятели (Либихъ и Велеръ).—VI. Врачъ и пивоваръ (Джауль и Майеръ).—VII. Миръ атомовъ.—VIII. Расцвѣтъ органической химіи и ея практическія послѣдствія.—IX. Вантъ-Гоффъ и Оствальдъ—реформаторы современной химіи.—X. Новые элементы. Радиоактивность.—Заключеніе.

**ИЗЪ ОТЗЫВОВЪ.** „Рѣдко приходится читать такія увлекательныя научныя книги. Вся исторія химіи со временъ египтянъ до новѣйшей эпохи изложена авторомъ въ рядѣ интересныхъ живыхъ очерковъ, которые читаются одинъ за другимъ съ легкостью беллетристическихъ произведеній. При всемъ томъ книга по прочтеніи оставляетъ въ памяти даже мало подготовленнаго читателя солидную сумму знаній Само собою разумѣется, что эти эскизные очерки не могутъ замѣнить солидныхъ трудовъ, но зато служатъ прекраснымъ введеніемъ въ систематическое изученіе химіи“. (*Природа и Люди*, 1913 г. № 3).

„Увлекательно написанная книга, матеріаломъ для которой послужили популярныя лекціи автора, читанная имъ въ Ригѣ. Книга такъ хороша, что мы смѣло рекомендуемъ ее читателямъ, даже не знакомымъ съ химіей. Читеніе лекцій Центнершвера пробудитъ у нихъ интересъ къ этой важной отрасли естествознанія. Особенно интересна и поучительна глава о радиоактивности, имѣющая независимую цѣнность, какъ популярное изложеніе новѣйшихъ завоеваній науки. Издана книга прекрасно“. В. Р. (*Электричество и Жизнь*“, № 1, 1913 г.).

**СМИТЬ А., проф. ВВЕДЕНИЕ ВЪ НЕОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ.**

Переводъ съ англійскаго *Я. П. Мосевича* и *Г. Л. Левитова* подъ редакціей проф. *П. Г. Мещкова*. XVI + 839 стр. 8°. Съ 107 рисунками. 1911 г.

Ц. 3 р. 50 к.

Содержаніе. Введеніе.—Кислородъ.—Количественныя измѣренія въ газахъ.—Водородъ.—Вода.—Кинетическая молекулярная гипотеза.—Растворъ.—Хлоръ и Хлористый водородъ.—Молекулярные и атомные вѣса.—Атомистическая гипотеза. Группа галоидовъ.—Химическое равновѣсіе.—Окислы и кислородныя кислоты галоидовъ.—Диссоціація въ растворѣ.—Озонъ и перекись водорода.—Электролизъ.—Химическія свойства іоновъ.—Сѣра и сѣрнистый водородъ.—Окислы и кислородныя кислоты сѣры.—Селенъ и теллуръ. Периодическая система.—Азотъ и соединенія съ водородомъ. Атмосфера.—Группа гелія.—Окислы и кислородныя кислоты азота.—Фосфоръ, углеродъ и окислы углерода.—Нѣкоторыя углеродистыя соединенія.—Пламя.—Кремній и боръ.—Элементы, образующіе основанія.—Щелочные металлы: калий и аммоній.—Натрій и литій.—Ионное равновѣсіе съ точки зрѣнія количественной.—Щелочно-земельные металлы.—Мѣдь, серебро, золото. Бериллій, мягкій цинкъ, кадмій, ртуть.—Открытіе катионовъ въ качественномъ анализѣ.—Электродвижущая химія.—Алюминій и земельные металлы.—Германій, олово, свинецъ.—Мышьякъ, сурьма, висмутъ.—Группа хрома.—Радій.—Марганецъ.—Желѣзо, кобальтъ, никкель.—Платиновые металлы.—*Дополненіе переводчика*: Современное состояніе вопроса о диссоціаціи въ растворѣ. *Указатель. Таблицы.*

**ИЗЪ ОТЗЫВОВЪ.** „Въ англійской и нѣмецкой научной литературѣ появленію книги Смита было встрѣчено чрезвычайно сочувственно. Такие выдающиеся ученые, какъ Лебъ, 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.“

Въ самомъ дѣлѣ, книга Смита даетъ нѣчто новое, касаясь отчасти расположенія матеріала, а главное—трактовки его... Въ опредѣленіи характера химическихъ реакцій, управляющихъ ими законовъ и т. д. онъ обнаруживаетъ тотъ критическій духъ, который начинаетъ проникать въ науку подъ давленіемъ пересмотра физическихъ идей.

Фактический матеріалъ сопровождается теоретическими разъясненіями, чрезвычайно цѣнными. Главы о молекулярныхъ и атомныхъ вѣсахъ, химическомъ равновѣсіи, диссоціаціи, электролизѣ читаются съ наслаждающимся интересомъ, а теорія іоновъ разсмотрѣна съ надлежащей тщательностью... Къ каждой главѣ книги приложены упражненія, которыя даютъ возможность усвоить изложенное.

Само собою разумѣется, что появленіе книги Смита въ русскомъ переводѣ, безукоризненно сдѣланномъ, можно только приветствовать. Трудъ Смита будетъ одинаково полезенъ и учащимся и учителямъ“. И. Б. (*Рѣчь*, 10 января, 1911 г.).

„Этотъ учебникъ стоитъ вполнѣ на уровнѣ современной науки, несмотря на то, что предназначенъ для первоначальнаго ознакомленія съ химіей“. П. (*Природа и Люди* № 49, 1911 г.).

Акад. П. И. ВАЛЬДЕНЪ

# О вліяніи физики на розвитіе химіи

---

Рѣчь, произнесенная 27-го декабря 1913 г. при открытіи I-го  
Съѣзда преподавателей физики, химіи и космографіи.



ОДЕССА  
1914



## О ВЛІЯНІИ ФИЗИКИ НА РАЗВИТІЕ ХИМІИ.

---

Милостивыя Государыни и Милостивые Государя!

Въ исторіи развитія научныхъ идей мы встрѣчаемся съ той особенностью, что человѣкъ при своихъ попыткахъ охватить мыслью природу не направляетъ свое вниманіе на простые объекты, на частные случаи и вопросы, рѣшеніе которыхъ могло бы быть достигнуто легче всего, но что онъ сразу приступаетъ къ рѣшенію вопросовъ самаго общаго характера или вопросовъ, стоящихъ ближе всего къ его духовнымъ потребностямъ. Поэтому древнѣйшіе философы, напримѣръ, на первомъ планѣ не задаютъ себѣ и не рѣшаютъ вопросовъ о составѣ и превращеніяхъ отдѣльныхъ тѣлъ, ихъ окружающихъ, о происхожденіи огня, о свойствахъ воды или воздуха и о составѣ послѣднихъ; они, наоборотъ, энергично занимаются рѣшеніемъ вопросовъ о происхожденіи и строеніи „матеріи по себѣ“, о происхожденіи жизни, о послѣднихъ причинахъ всего бытія, всѣхъ явленій во вселенной, о началѣ и концѣ всего существующаго.

Прежде чѣмъ изслѣдовать самыя обыденныя тѣла и явленія, человѣкъ торопился создать себѣ міровоззрѣніе: сперва онъ составляетъ теоріи о строеніи міра и макрокосма, а лишь позднѣе онъ приступаетъ къ опытному изученію микрокосма; въ центрѣ этого макрокосма находится человѣкъ самъ, отъ же — мѣра всѣхъ вещей!

---

## I. Греческіе натурфилософы.

„Физика“ — произведеніе греческихъ мыслителей; уже само названіе указываетъ на древнюю Грецію: *θεωρία φυσική* или просто *φυσική*, *physica*, *physice*, *philosophia naturalis*, — такъ называлось въ широкомъ смыслѣ слова все ученіе о природѣ. Исходной аксіомой этого ученія о природѣ является предположеніе, что человѣческій интеллектъ способенъ познавать реальный міръ, т. е. что воспріятыя нашими органами чувствъ впечатлѣнія и выведенныя изъ нихъ нашимъ умомъ изображенія или картины этого міра соотвѣтствуютъ дѣйствительности. Далѣе слѣдуетъ аксіома о вѣчности, или неразрушимости всего реального; начиная съ VI-го столѣтія до Р. Хр., она уже провозглашается греческими натурфилософами — физиками Гераклитомъ, Анаксагоромъ, Эмпедокломъ, Демокритомъ. „Изъ ничего не происходитъ ничто... Ничто не начинается или разрушается; все есть соединеніе или перемѣщеніе лишь того, что уже раньше существовало“.

Принципъ вѣчности или неразрушимости всего реального причинно связанъ съ вопросомъ о вѣчной душѣ и вѣчной жизни самого человѣка. Духовныя заботы и загадка смерти уже рано побуждали человѣка размышлять о будущемъ. Мечтательные мыслители Востока, основатели религій придаютъ этому духовному стремленію человѣческой души форму увѣренности, и, какъ догматъ вѣры, появляется представленіе о безсмертіи человѣка. Слѣдующій шагъ обобщенія касается вѣчности или неразрушимости всего существующаго, постоянства всей субстанціи (вещества) вообще. Развѣ жизнерадостные греческіе философы, художники, скульпторы и т. д. могли допустить мысль, что какъ они сами, такъ и идеи и творенія ихъ лишь содѣланы для краткаго времени и обречены на разрушеніе? Развѣ самомнѣніе и самолюбіе каждаго такого верхъ-человѣка прямо не подсказывало этого принципа вѣчности всего существующаго? Не говорилъ ли Анаксагоръ, когда онъ былъ высланъ изъ Аѳинъ за богохульство: „Не я лишился аѳинянина, а аѳиняне лишились меня“? Не пишетъ ли Горацій про Эмпедокла: „Хладно-

кровно онъ бросился въ пылающее отверстіе Этны, чтобы слыть богомъ, бессмертнымъ существомъ“?

Итакъ, все существующее не создается и не разрушается. Тогда спрашивается далѣе, что изъ этой реальности познается нашими органами чувствъ? Какими свойствами характеризуется эта природа? Вѣдь она не измѣрялась и понятие о массѣ не существовало еще; вѣсь не игралъ еще роли при изученіи веществъ и при превращеніяхъ ихъ. Вообще, эти натурфилософы-греки отличались антипатіей къ опытнымъ изслѣдованіямъ, — послѣднія считались дѣломъ рабовъ. Поэтому изученіе природы касалось лишь внѣшнихъ, легко познаваемыхъ свойствъ. Все существующее множество вещей создано изъ немногихъ принциповъ-элементовъ, а именно: изъ воды, воздуха, огня и земли, изображающихъ лишь четыре свойства, или качества тѣлъ, т. е. влажное и сухое, теплое и холодное.

Эти знаменитые четыре элемента древнихъ греческихъ мыслителей-физиковъ взяты изъ практической жизни; хотѣлось бы назвать ихъ метеорологическими факторами древне-греческой культуры. Вѣдь влажное и сухое, теплое и холодное — не опредѣляютъ ли эти качества погоду, климатъ, почву и т. д.? Не составляютъ ли эти же факты важныхъ примѣтъ какъ для жителя городовъ, такъ и для хлѣбопашца и мореплавателя? Не позаимствованы ли они изъ опыта и нуждъ обыденной жизни, не согласованы ли они со средою, въ которой жило и трудилось человѣчество въ эту эпоху? Дѣйствительно, огонь, вода, воздухъ и земля — четыре элемента жизни и культуры, и на нихъ сосредоточивались жизненные интересы вообще и идеи мыслителей въ частности.

Разсматривая ученіе о четырехъ элементахъ съ этой точки зрѣнія, мы, кажется, не только поймемъ его возникновеніе, но и допустимъ правильность и разумность существованія этого ученія, которое уже сложилось у Эмпедокла (около 500 г. до Р. Хр.). Удивительно лишь то обстоятельство, что эти четыре элемента — какъ рудименты прежней культуры — существовали въ физикѣ и химіи въ продолженіе двухъ тысячелѣтій, оказывая сопротивленіе дальнѣйшему развитію физическихъ наукъ!

Далѣ: Гераклиѣ (VI—V столѣтіе) и Демокритѣ (въ V столѣтіи) уже учатъ, что ничто не совершается случайно, а имѣетъ свою причину. Основная причина всѣхъ вещей— это движеніе. Эмпедоклѣ и Демокритѣ создаютъ еще другой принципъ: соединеніе элементовъ обуславливается всемірнымъ закономъ, а именно— одинаковое притягивается одинаковымъ, двѣ силы господствуютъ надъ веществомъ, это— дружба и ненависть или вражда; первая объединяетъ разныя вещества, вторая разъединяетъ ихъ и позволяетъ элементамъ стремиться къ одинаковому.

Изъ послѣдняго принципа еще болѣе рельефно выступаетъ антропоморфный характеръ всего міровоззрѣнія древнихъ грековъ. Человѣкъ— мѣра всѣхъ вещей! Его самолюбіе подсказываетъ ему законъ вѣчности матеріи и движенія. Его личные нужды, его зависимость отъ климата, отъ воды, огня, земли приводятъ его къ четыремъ элементамъ. Его личная психологія переносится на эти элементы, снабженные, поэтому, чувствами дружбы, ненависти и т. д.

До сихъ поръ мы занимались разъясненіями появленія и существованія такихъ основаній древне-греческой натурфилософіи, которыя носятъ— по нашему мнѣнію— чисто антропоморфный отпечатокъ. Но вдругъ появляются новые элементы человѣческой мысли, разрѣшающіе проникнуть съ совершенно новой точки зрѣнія въ тайны природы.

За Эмпедокломъ слѣдуютъ оба великихъ учителя механическаго, строго причиннаго мірообъясненія, оба основателя атомистическаго міростроенія: Лейкиппъ и Демокритъ изъ Абдеры (родился около 460 г.). Природа— это механическая система какъ въ отдѣльныхъ безчисленныхъ явленіяхъ, такъ и въ общей сложности. „Изъ ничего не происходитъ ничто; ничто, что существуетъ, не можетъ быть разрушено“. „Кромѣ атомовъ и пустого пространства ничто не существуетъ, все остальное— мнѣніе“. „Всѣ измѣненія вызываются только соединеніемъ и разъединеніемъ частицъ...“. „Ничто не происходитъ случайно, но имѣетъ свою причину и естественную необходимость“. Эти атомы суть недѣлимые, прочныя, наименьшія части вещества, они качественно не различны, но отличаются своей фор-

мою, своимъ положеніемъ и своей группировкою. Взаимодѣйствіе тѣлъ, слѣдовательно, объясняется чисто механически, — вѣчнымъ непрерывнымъ движеніемъ атомовъ; всѣ явленія природы, всѣ проявленія жизни, всѣ мысли и чувства, — однимъ словомъ, все, происходящее въ мірѣ, въ неодушевленной матеріи, какъ и въ одушевленной, зависитъ лишь отъ движенія и различной конфигураціи безчувственныхъ атомовъ. Здѣсь мы впервые встречаемся съ безжалостнымъ изображеніемъ міра, какъ механическаго цѣлаго.

Итакъ, Лейкиппъ и Демокритъ являются основателями ученія объ атомахъ и вмѣстѣ съ тѣмъ механическаго изученія и объясненія природы и материализма, какъ міровоззрѣнія.

Если мы преклоняемся передъ гениемъ этихъ двухъ мыслителей, то не потому, что они именно создали такое міровоззрѣніе, — въ сущности, оно ничего не объясняетъ, — но потому, что они впервые остановились на механическомъ изображеніи всѣхъ явленій міра, создавъ, такимъ образомъ, новый научный методъ въ естествоиспытаніи вообще, — методъ, оказавшійся чрезвычайно плодотворнымъ въ продолженіе тысячелѣтій и еще производительный въ наши дни.

## II. Платонъ и Аристотель.

Въ противоположность механической системѣ Демокрита и механизациі жизни и міра Платонъ (427—347) пытается создать математическое объясненіе природы\*). Онъ опредѣляетъ характеръ всего существующаго, какъ способность послѣдняго дѣйствовать [а знаменитый Лейбницъ повторяетъ: „дѣйствительно только то, что дѣйствуетъ“; и Оствальдъ, какъ основатель новѣйшей (энергетической) на-

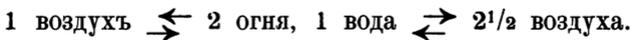
\*) Ученіе Платона о природѣ было переведено еще въ 8-мъ столѣтіи на арабскій языкъ и распространилось на Востоку. Въ болѣе позднее время арабы приписывали ему самые разнообразные физическіе труды и считали его по профессіи великимъ физикомъ. Но, съ другой стороны, уже съ 3-го вѣка (Зосимосъ) онъ слылъ въ кругахъ адептовъ великимъ алхимистомъ.

турфилософія, поясняетъ: „наши органы чувствъ реагируютъ лишь на разницу энергій между ними и окружающей средой“ (1895)].

Неоднократно и настойчиво онъ учитъ, что основанное на исчисленіи, измѣреніи и взвѣшиваніи познание вещей можетъ служить средствомъ для исправленія ошибокъ нашихъ органовъ чувствъ и для созданія точной науки.

Онъ вводитъ въ науку понятіе о первичномъ существѣ, какъ „первичной матеріи“, „*materia prima*“, служащей общимъ основаніемъ всѣхъ четырехъ элементовъ — воды, земли, воздуха и огня. (Напомнимъ, что ученіе объ единичной или первичной матеріи возрождалось въ XIX столѣтіи, — напримѣръ, Prout, Crookes, J. J. Thomson).

Онъ снабжаетъ эти четыре элемента геометрической формою куба, икосаэдра, октаэдра и тетраэдра, какъ бы впервые прибѣгая къ стереохимическому объясненію взаимныхъ превращеній элементовъ и тѣлъ посредствомъ химическихъ уравненій, — напримѣръ:



Придавая корпускуламъ различныя формы, которыя, какъ частицы огня, вслѣдствіе остроты своей рѣжутъ всѣ тѣла или благодаря своей величинѣ и формѣ вызываютъ вкусъ и т. д., онъ основываетъ корпускулярную теорію, возродившуюся черезъ два тысячелѣтія ученіемъ Descartes'a (1596 — 1650) и Lemerу (1645 — 1715).

И еще въ настоящее время мы, несознательно, выражаемся въ духѣ Платона и Descartes'a, если говоримъ о ѣдкомъ вкусѣ, о ѣдкой щелочи, о разъѣдающемъ дѣйствіи кислотъ на металлы и т. д.

Ученіе Платона „*horror vacui*“ господствовало до 17-го вѣка, пока Torricelli (1643) и Guericke (1659) не опровергли этой аксіомы.

Онъ создалъ ученіе о параллельности всего происходящаго въ макрокосмѣ и микрокосмѣ: положеніе и ходъ планетъ опредѣляютъ какъ судьбы отдельныхъ лицъ, такъ и всѣ событія земныя; такъ теченіе крови въ организмѣ человѣка имѣетъ свой первообразъ въ обращеніи небесныхъ свѣ-

тиль и является круговымъ процессомъ, такъ всѣ металлы находятъ въ отношеніи къ опредѣленнымъ планетамъ.

Вліяніе этого философа-физика на химію, однако, идетъ еще дальше. Его представленіе о „первичной матеріи“, съ одной стороны, о непрерывномъ взаимномъ превращеніи элементовъ, съ другой стороны, и ихъ постоянномъ теченіи „сверху внизъ и снизу вверхъ“, превращеніе, изображенное кольцомъ (annulus Platonis), создаетъ ученіе о всеобщей связи въ безконечномъ круговомъ процессѣ вселенной, а равно о превращаемости металловъ и трансмутаци, этого незыблемаго принципа алхимиковъ до новѣйшаго времени. (Представленіе о „первичной матеріи“ вошло въ систему Аристотеля).

Платонъ объясняетъ переходъ желѣза и мѣди въ ржавчину и яро-мѣдянку отдѣленіемъ вывѣтривающихся земляныхъ частицъ, т. е. потерю массы. А кому не извѣстно это заблужденіе химиковъ, господствовавшее вплоть до временъ Ломоносова и Лавуазье, что обжиганіе металловъ и образование окисловъ совершается путемъ потери вещества, — правда, невѣсмаго флогистона.

И наконецъ, Платонъ учитъ, что „одинаковое ищетъ одинаковаго“, „одинаковое соединяется съ одинаковымъ и отталкиваетъ неодинаковое“, „одинаковое притягиваетъ одинаковое“. А кому неизвѣстно, что ученіе „similia similibus“ не только составляетъ основаніе гомеопатическаго метода лѣченія, но что этотъ принципъ господствовалъ въ продолженіе тысячелѣтій и въ химіи (см. также ученіе Аристотеля).

Да, великій умъ Платона, какъ философа-физика, живетъ и въ настоящее время въ современной химіи. И не будетъ излишнимъ напомнить, что почти ежедневно мы всѣ повторяемъ его слова и его мысли, если говоримъ о „гармоніи вселенной“, о „круговоротѣ элементовъ“, о „круговоротѣ жизни“, о „мірѣ чувствъ и мірѣ духа“, объ „идеяхъ“ и о „любви, какъ господствующемъ принципѣ міра“ и т. д.

Особое положеніе занимаетъ въ рядахъ этихъ великихъ мыслителей древней Греціи, Аристотель, какъ вслѣдствіе универсальности ума, такъ и по значенію своихъ трудовъ и ученій. Изъ классическихъ его трудовъ, имѣющихъ прочное значе-

ніе въ исторіи физическихъ наукъ, приведемъ его Механику (350 г. до Р. Хр.), Метеорологію, Физику (340 г. до Р. Хр.) и Метафизику. Въ изданномъ впоследствии собраніи трудовъ Аристотеля послѣдняя находилась послѣ Физики (*μετά* — послѣ), — и странно, что изъ этой случайной пространственной группировки въ продолженіе времени образовалась та метафизика, содержаніе которой представляетъ какъ бы высшую физику и выходитъ за предѣлы физики.

Аристотель (384—322), знаменитый ученикъ Платона, является одновременно духовнымъ аккумуляторомъ и самостоятельнымъ трансформаторомъ идей и ученій древняго греческаго міра. Этотъ творецъ логики и великій мыслитель-физикъ занимаетъ въ исторіи человѣческаго познанія вообще, а равно въ исторіи развитія теорій естествоиспытанія роль, не имѣющую себѣ аналогіи. Авторитетъ его имени и ученій держалъ въ желѣзныхъ оковахъ все естествоиспытаніе въ продолженіе двухъ тысячелѣтій, до временъ Галилея.

По Аристотелю удивленіе и основательное сомнѣніе приводятъ человѣка къ настоящему разумѣнію природы (Метеорологія, III, 1). Мы должны приступить безъ предвзятаго мнѣнія къ изученію природы. Наука происходитъ изъ опыта. „Только опытъ и наблюденіе (пишетъ Аристотель) снабжаютъ насъ матеріаломъ, изъ котораго могутъ быть выведены общіе принципы; логика лишь инструментъ, придающій наукѣ форму“. Далѣе: цѣль естествоиспытанія состоитъ въ объясненіи того, что вѣрно наблюдено нашими органами чувствъ.

Изъ приведеннаго ясно, какъ правильно Аристотель смотрѣлъ на опыты и наблюденія, и что онъ отводитъ индуктивному и экспериментальному методу изсѣдованія природы рѣшающій голосъ въ естествоиспытаніи.

Какъ его предшественники, и Аристотель учитъ, что существующая матерія не можетъ быть ни увеличена ни уменьшена; матерія не вступаетъ снова въ существованіе, но и не исчезаетъ, она лишь способна къ измѣненіямъ. Поэтому никакой родъ движенія неспособенъ производить матерію; это тѣмъ болѣе, что и существующее въ природѣ движеніе не можетъ ни происходить ни пропадать: оно — безсмертно. При-

ци пѣ вѣчности матеріи и движенія (силы), слѣдовательно, высказывается этимъ философомъ апріорно. Каждое измѣненіе, будь оно количественное или качественное, въ концѣ концовъ, обуславливается движеніемъ, которое приводитъ къ соединенію и разъединенію, къ разрѣженію и уплотненію и т. д. Всегда одинаковое стремится къ одинаковому.

О воздухѣ онъ учитъ, что составъ его не постояненъ, какъ обыкновенно думаютъ, такъ какъ опытъ показываетъ, что существуетъ нѣсколько родовъ воздуха, изъ которыхъ нѣкоторые для дыханія непригодны.

Элементы — это тѣ вещества, на которыя разлагаются прочія вещества, но которыя сами по себѣ не могутъ быть разлагаемы въ другія. Число элементовъ должно быть ограничено; во всякомъ случаѣ ихъ принимается лишь столько, сколько необходимо для объясненія наблюдаемыхъ фактовъ. Поэтому — говоритъ Аристотель — предположеніе болѣе древнихъ изслѣдователей о существованіи безконечнаго числа элементовъ, а равно теоріи атомистовъ о безконечномъ числѣ атомовъ въ пустотѣ и о существованіи лишь одной матеріи излишни или неудовлетворительны. Далѣе: достаточное число элементовъ — четыре, принимаемыхъ уже древними натурфилософами, а именно обѣ пары: тепло — холодъ, сухость — влажность, охватывающія четыре первичныхъ качества, отъ соединенія или разъединенія, уплотненія или разрѣженія которыхъ въ различныхъ пропорціяхъ происходятъ всѣ вещества.

Въ землѣ, въ частности, преобладаетъ сухость, въ водѣ — холодъ, въ воздухѣ — влажность, а въ огнѣ — теплота. Въ противоположность Платону элементы не обладаютъ специфическими геометрическими формами, въ противоположность Евратону онъ отрицаетъ возможность вакуума (пустоты) и отвергаетъ атомистическое ученіе; пространство, наоборотъ, непрерывно наполнено матеріею.

Возможность взаимныхъ переходовъ и превращеній тѣлъ указываетъ на дѣйствіе вещественной общности, на существованіе первичной матеріи (*πρώτη ύλη*, *materia prima*), — послѣдняя, согласно Платону, не является самостоятельнымъ веществомъ, а лишь безформеннымъ и безкачественнымъ суб-

стратомъ, принимающимъ реальность конкретныхъ тѣлъ подвляніемъ четырехъ элементовъ — качествъ.

Онъ уже отличаетъ смѣси отъ соединеній, рассматривая таковыя, какъ результатъ равновѣсія; онъ уже высказываетъ положеніе, что легче всего дѣйствуютъ другъ на друга жидкія тѣла, такъ какъ они легче всего смѣшиваются. Соединенія (химическія) — на примѣръ, вода — во всѣхъ частяхъ вполнѣ однородны и оставались бы таковыми и для всепроникающаго глаза Линкея.

Онъ уже сознаетъ роль воды для передачи вкуса растворенныхъ веществъ; „при этомъ острое какъ бы колеть, а тупое толкаетъ“.

О металлахъ Аристотель говоритъ, что они образуются уплотненіемъ паровъ въ землѣ, какъ бы рождаются и растутъ, содержа воду. Сродственные металлы тѣ, которые одинаково окрашены, — на примѣръ, золото и желтые сплавы, серебро и олово; они принадлежатъ къ одинаковому роду, идентичны во многихъ свойствахъ и способны къ взаимному переходу.

Резюмируя изложенное, мы можемъ сказать, что философъ-физикъ Аристотель въ своихъ физическихъ трудахъ (а именно въ книгахъ: 1) „Физика“, 2) „Механика“, 3) „Метеорологія“ и 4) „Метафизика“) одновременно создаетъ и основанія химіи и алхиміи, господствующія въ продолженіе слишкомъ двухъ тысячелѣтій.

1) Аристотель уже опредѣляетъ первенствующую роль опыта и наблюденія въ физическихъ наукахъ, устанавливая индуктивный методъ изученія природы; — однако, лишь въ XVI и XVII вѣкѣ возрождается этотъ методъ; 2) законъ вѣчности матеріи и движенія имъ уже формулируется сравнительно рано; — однако, лишь со временъ Ломоносова (около 1760 г.) и Лавуазье (около 1770 г.) наблюдается сознательное примѣненіе закона вѣчности матеріи, а лишь Р. Майеръ (1842 г.) снова формулировалъ законъ вѣчности силы (энергіи); 3) имъ же дается вполнѣ определенное понятіе о химическомъ элементѣ и о числѣ элементовъ, но лишь съ временъ Р. Бойля (1661 г.) химія начинаетъ сознательно проникаться ученіемъ о химическихъ элементахъ; 4) отличивъ смѣси отъ соедине-

ній, онъ опередилъ развитіе химіи на два тысячелѣтія, такъ какъ лишь въ XVIII вѣкѣ (Boerhaave, Ломоносовъ, Lavoisier) снова возникаетъ эта истина; 5) ученіе о химическомъ равновѣсіи, предчувствованное имъ же, создается лишь въ XIX столѣтіи; 6) онъ уже принимаетъ воздухъ за вещество, обладающее вѣсомъ, онъ уже отличаетъ нѣсколько родовъ воздуха (слѣдовательно, нѣсколько газообразныхъ тѣлъ), но лишь въ XVIII вѣкѣ, послѣ работъ Black'a, Cavendish'a, Priestley и Scheele, возникаетъ химія газовъ; 7) ученіе Аристотеля, что скорѣе всего вступаютъ въ соединеніе жидкія тѣла, впоследствии принимаетъ форму закона: *corpora non agunt nisi fluida* (или *soluta*), а этотъ законъ существуетъ въ общихъ чертахъ еще въ наше время (ученіе о растворахъ); 8) одинаково идетъ къ одинаковому — учить Аристотель, а кому неизвѣстно правило (гомеопатической) медицины: *similia similibus* и примѣненіе этого принципа въ химіи всѣхъ временъ, даже въ ученіи о взаимномъ раствореніи тѣлъ вплоть до нашихъ дней?

Невольно мы преклоняемся передъ этимъ гениемъ, начертившимъ за болѣе чѣмъ 2000 лѣтъ часть самыхъ существенныхъ основаній физическихъ наукъ вообще и химіи въ частности! Онъ могъ бы быть однимъ изъ величайшихъ химиковъ всѣхъ временъ, давъ химіи направленіе индуктивной науки, — въ дѣйствительности, онъ оказался однимъ изъ ея величайшихъ противниковъ, благодаря авторитету и ученіямъ котораго химія превратилась въ ученіе о „философскомъ камнѣ“, вовлеченное въ тайны мистицизма и символизма.

Дѣйствительно поразительное явленіе: тотъ же умъ, который своими философскими заключеніями опредѣлилъ дальнѣйшее развитіе физическихъ наукъ на тысячелѣтія, былъ судьбою предназначенъ сдѣлаться однимъ изъ сильнѣйшихъ тормозовъ тѣхъ же наукъ — физики и химіи... Сохранивъ ученіе о четырехъ элементахъ — качествахъ, принявъ ученіе о первичной безкачественной матеріи, допустивъ возможность взаимнаго превращенія металловъ и произрастаніе ихъ въ нѣдрахъ земли, онъ создаетъ теоретическія (натурфилософскія) основанія алхиміи, ученія о трансмутации металловъ, искусственнаго приготовленія золота и серебра, перехода

воды въ землю и т. д., просуществовавшихъ до конца XVIII столѣтія. Отвергнувъ ученіе Демокрита объ атомистическомъ строеніи матеріи, Аристотель задержалъ примѣненіе и развитіе этой научной теоріи, появившейся снова лишь въ XVII столѣтіи (Gassendi) и пріобрѣвшей въ настоящее время (послѣ преобразованія ея Дальтономъ, 1808 г.) роль руководящей теоріи.

Тотъ же геній, который властвовалъ въ продолженіе тысячелѣтій надъ духовнымъ міромъ, какъ некоронованный король (Бэконъ говоритъ, что Аристотель относился къ своимъ научнымъ соперникамъ въ родѣ восточнаго деспота), оказался безпомощнымъ, какъ только вопросъ касался точнаго наблюденія или физическаго опыта: ему было недоступно правильное истолкованіе наблюденія; хотя онъ сознавалъ роль опыта, онъ не зналъ ни правильной постановки ни методовъ непосредственнаго наблюденія. Поэтому его истолкованія опытовъ и наблюденій вполнѣ неудовлетворительны. Напримѣръ, онъ старается доказать, что наполненный золою сосудъ вмѣщаетъ въ себѣ столько же воды, сколько онъ вмѣщаетъ въ пустомъ видѣ. Онъ учитъ, что воздухъ отъ огня становится плотнѣе и гуще. Онъ преподноситъ, какъ истину, что соли морской воды попадаютъ туда изъ облаковъ, т. е. сухіе пары выщелачиваютъ изъ облаковъ все соляное и переносятъ послѣднее въ видѣ дождей въ море. Такъ, онъ учитъ, что вода изъ льда и снѣга нездорова и вредна, что морская вода переходитъ въ прѣсную, что, если опускается въ море плотно закрытый пустой сосудъ, то черезъ его стѣнки отсѣивается все соляное, а проходящая вода оказывается пригодной для питья и т. д.

Да, это время, рождающее величайшихъ мыслителей, остроумнѣйшими системами натурфилософій, неспособно было родить ни одного выдающагося экспериментатора. Это время возвышаетъ культъ слова и идей, но не понимаетъ явленій природы и не знаетъ способовъ непосредственнаго наблюденія.

Этотъ народъ, столь тонко понимающій всѣ искусства и создавшій въ нихъ безсмертныя произведенія, не понималъ одного искусства: производить опыты физическіе

и химическіе. Тѣ же философы смотрѣли даже съ презрѣніемъ на эксперименты и на физическую работу. Глазами эстета, а не руками экспериментатора они всё — эти натур-философы — изучали физическій міръ.

Скончался мечтавшій о міровомъ господствѣ: великій Александръ, ученикъ и покровитель Аристотеля, а его государство, обнимающее Европу и Азію, весь тогдашній міръ, распалось. Скончался великій Аристотель, своимъ гениемъ покорившій всё части человѣческихъ знаній, а его царство наукъ, объединившее философію и естествознаніе въ одно цѣлое, распалось на отдѣльныя части, лишившись постепенно внутренняго единенія и развившись въ рядъ самостоятельныхъ научныхъ провинцій — дисциплинъ.

Но вмѣстѣ съ тѣмъ мало-по-малу исчезаетъ и духовное первенство самой Греціи.

Въ продолженіе нѣсколькихъ столѣтій древняя Греція, классическая Эллада (въ частности, Аѣины), составляла главную арену научной дѣятельности міра. Въ Аѣинахъ были учреждены и процвѣтали величайшія школы философовъ, сюда стекались всё, кто искалъ мудрости или претендовалъ на интеллектуальное значеніе.

### III. Александрійскій періодъ.

(Александрійская Академія въ Египтѣ).

Но уже въ III столѣтіи до Р. Хр. Египетъ началъ соперничать съ Элладю. Птоломей Philadelphus основалъ въ 250 г. до Р. Хр. въ своей столицѣ, въ городѣ Александріи, знаменитый музей, т. е. Академію наукъ, въ которой постепенно были сосредоточены славнѣйшіе ученые изъ Греціи, Рима, съ Востока и вмѣстѣ съ ними собраны рукописи на всѣхъ языкахъ. Библіотека эта вскорѣ приобрѣла около 700 000 томовъ. Александрійская Академія просуществовала (съ 250 г. до Р. Хр. до 640 г. по Р. Хр.) почти 9 столѣтій, прекративъ свое существованіе въ 640 г., когда магометане покорили себѣ городъ Александрію.

Александрійская Академія представляет небывалую централизацию умственных сил и научных цѣнностей и составляетъ въ продолженіе 9 столѣтій какъ бы мозгъ всего культурнаго міра. Первоначально ея цѣль состояла въ развитіи наукъ вообще. Рядомъ съ колоссальной библіотекою были устроены ботанической и зоологической сады, школа анатоміи; здѣсь были построены точнѣйшіе астрономическіе инструменты, и здѣсь имѣлись физическіе инструменты и химическая лабораторія; послѣдняя помѣщалась въ храмъ Зералиса.

Къ ученымъ Александрійской Академіи принадлежатъ знаменитый Евклидъ (около 300 г. до Р. Хр.), создавшій систематическую математику и катоптрику; съ ней связанъ Архимедъ изъ Сиракузъ, славнѣйшій физикъ древняго міра (287 — 212); далѣе: Эратосѣенъ (276 — 195), замѣчательнѣйшій географъ древнихъ, Геронъ (около 150 г. до Р. Хр.), одинъ изъ важнѣйшихъ механиковъ-техниковъ, и тризвѣздіе знаменитыхъ астрономовъ — Аристархъ (около 280 г. до Р. Хр.), Гипархъ (160 — 125 г. до Р. Хр.) и Птоломей (70 — 147 г. послѣ Р. Хр.).

Но въ этой Академіи процвѣтали также астрологія, алхимія и магія. Представители этой науки, родомъ изъ Греціи, были причислены къ категоріи философовъ или „поэтовъ“\*). Среди нихъ мы встрѣчаемъ Зозима (въ III или IV столѣтіи послѣ Р. Хр.), который сочинилъ цѣнные труды по химіи: *χημεικὰ*. Его современникомъ считается Пелагій — философъ, оставившій трудъ по „священной наукѣ“, или *χημεία*. Въ четвертомъ столѣтіи жилъ также знаменитый алхимикъ-философъ Олимпіодоръ, сочинившій комментарий: о „священной наукѣ“, которую онъ называетъ *χημεία*, о философскомъ камнѣ и о трудахъ Зозима, Гермеса и др. Онъ прямо пишетъ, что въ библіотекѣ Птолемея можно найти всѣ труды этихъ древнихъ философовъ (т. е. алхимиковъ), что Египетъ вообще былъ мѣстопробываніемъ алхимиковъ, которые, однако, работали исключительно въ пользу царей этой страны, что законами строго было воспрещено писать и публи-

\*) Berthelot — „Les Origines de l'Alchimie“, 192 (1885).

ковать объ этихъ тайнахъ, что только жрецы были посвящены въ эту науку и т. д. Тотъ же Зозимъ (и за нимъ Олимпіодоръ) пишетъ еще, что „все Царство Египетское содержится этими псаммургическими искусствами“ \*).

Это величайшее въ мірѣ хранилище книгъ трижды подвергалось разрушенію: впервые часть была сожжена Цезаремъ въ 47 г. (до Р. Хр.) при взятіи Александріи, вторично — фанатиками-христіанами въ 390 г. (послѣ Р. Хр.), когда и были разрушены химическія лабораторіи въ храмѣ Зераписа, а остатки библіотеки, наконецъ, погибли въ 640 г. при взятіи Александріи арабами, которые изъ фанатизма сожгли вѣсь рукописи.

Итакъ, римляне, христіане и магометане отнеслись одинаково враждебно къ этимъ цѣнностямъ человѣческаго генія, къ этимъ результатамъ умственныхъ трудовъ за цѣлое тысячелѣтіе. „Не изъ-за незнанія этихъ вещей, а изъ-за презрѣнія къ бесполезнымъ трудамъ этихъ древнихъ мы думаемъ такъ низко о всѣхъ этихъ вещахъ“, пишетъ Евзевій (270 — 340 послѣ Р. Хр.), а Августинъ (354 — 430) восклицаетъ: „Было бы для меня лучше, если бы я никогда не услышалъ имени этого Демокрита!“

#### IV. Арабскій періодъ.

Вслѣдствіе такого отношенія католической церкви къ древней наукѣ неудивительно, что еще въ 1250 году, напримѣръ, ордену доминиканцевъ строго было запрещено заниматься физическими науками („Non studeant in libris physicis“); въ XII вѣкѣ исламъ началъ борьбу противъ Аристотеля, имя котораго сдѣлалось предосудительнымъ; въ 1209 г. Парижскій католическій синодъ запретилъ изученіе физики и метафизики Аристотеля; а преемники Магомета (ум. въ 632) говорили объ этихъ древнихъ наукахъ: „Если эти науки даютъ то, что находится въ Коранѣ, то онѣ излишни; если же даютъ другое, онѣ безбожны и вредны“.

\*\*) Berthelot, ib., 22.

Но иронія всемірної історії скоро превращаетъ тѣхъ же фанатиковъ-магометанъ въ наисердѣйшихъ поклонниковъ и хранителей древней науки. Арабскіе ученые въ послѣдствіи переводятъ труды греческихъ писателей-философовъ на арабскій языкъ. Арабскіе ученые сочиняютъ комментаріи къ трудамъ греческихъ натурфилософовъ, т. е. физиковъ, математиковъ, медиковъ, химиковъ. Арабскіе ученые развиваютъ математику введеніемъ алгебры, а равно астрономію и медицину. Они разрабатываютъ и усовершенствуютъ физику, — такъ, на примѣръ, по преимуществу оптику и механику. Въ области измѣренія угловъ преломленія свѣта, конструкціи точныхъ вѣсовъ и опредѣленія удѣльныхъ вѣсовъ они оказываются искусными и точными экспериментаторами, планомерно производившими опыты и создавшими физическіе методы изслѣдованія. Многіе историки физическихъ наукъ, поэтому, считаютъ арабовъ основателями таковыхъ и изобрѣтателями экспериментальнаго искусства (А. в. Humboldt, Каниковъ). Во всякомъ случаѣ основанная въ 762 г. резиденція Багдадъ скоро сдѣлалась научнымъ центромъ для Азіи, а открытая въ VIII столѣтіи въ Испаніи арабская Академія въ Кордовѣ стала умственнымъ центромъ для Европы, изъ котораго мало-помалу возгорался новый огонь, освѣщавшій тьму этого культурнаго періода до XII вѣка.

Изъ этой испанско-арабской школы вышелъ отецъ экспериментальной химіи, Геберъ\*) (или Dschabir Ben Haijan), жившій въ VIII или IX столѣтіи. Этотъ великій энциклопедистъ оставилъ рядъ трудовъ по химіи и технологіи, метафизикѣ и медицинѣ, а равно по натурфилософіи Аристотеля. Изъ положительныхъ химическихъ свѣдѣній Гебера слѣдуетъ указать, что онъ учитъ очисткѣ химическихъ соединеній путемъ кристаллизаціи, перегонки и сублимаціи, онъ описываетъ приготовленіе сѣрной кислоты перегонкою квасцовъ и азотной кислоты — перегонкою селитры съ квасцами и купоросами, онъ открываетъ царскую водку, приготовляетъ адскій камень и алгеми, свинцовый

\*) Berthelot, l. c., и Darmstädter, Handbuch zur Geschichte der Naturw. (1908), 44 и 45.

сахаръ, уксусную кислоту, мышьяковистый ангидридъ; онъ изучаетъ сплавы, знаетъ окиси и сѣрнистыя соединенія металловъ и т. д.

Его слава была столь велика, что въ XIII и XIV вѣкахъ подъ его именемъ выпускались десятки трудовъ анонимныхъ авторовъ - алхимиковъ на латинскомъ языкѣ (Псевдо-Геберъ), перепечатанныхъ еще въ XVIII вѣкѣ. Въ этихъ мнимыхъ трудахъ Геберъ оказывается приверженцемъ трансмутаци и является однимъ изъ величайшихъ столповъ алхиміи.

Другимъ выдающимся арабскимъ врачомъ и химикомъ является Авиценна (Ibn Sina, 980—1037), трудъ котораго „De anima in arte alchimiae“ вносить въ химию ученіе, что каждый металлъ состоитъ изъ двухъ принциповъ — изъ ртути и сѣры (mercurius и sulphur). Ртуть считается носителемъ металлическихъ свойствъ: блеска, плавкости, ковкости и т. д., а sulphur придавалъ веществамъ горючесть и измѣненіе при дѣйствии огня. Различіе металловъ зависитъ лишь отъ различнаго количества и группировки этихъ двухъ основныхъ элементовъ.

Еще въ XVI вѣкѣ Cardano (1501—1576) призналъ его однимъ изъ 12 остроумнѣйшихъ геніевъ міра, а ученіе о ртути и сѣрѣ, какъ составныхъ частяхъ металловъ, существовало въ измѣненной формѣ еще въ XVIII вѣкѣ.

Поэтому синтезъ металловъ и драгоценныхъ камней при общности первичной матеріи для всѣхъ тѣлъ, т. е. искусственное ихъ полученіе, и, слѣдовательно, трансмутация неблагородныхъ металловъ въ благородные, не встрѣтила принципиальныхъ и логическихъ препятствій; этотъ синтезъ долженъ оказаться осуществимымъ усовершенствованными техническими или экспериментальными методами.

Итакъ, мы видимъ, что ученіе Аристотеля о первичной матеріи и четырехъ элементахъ, а равно о рожденіи металловъ возобновляется арабскими алхимиками, преклоняющимися передъ авторитетомъ великаго грека, и далѣе: что арабы-экспериментаторы и практики, развивая эту теорію введеніемъ двухъ новыхъ принциповъ (— элементовъ, въ современномъ смыслѣ слова), особенно интенсивно примѣняютъ это ученіе на опытахъ; результатомъ этого сочетанія греческой мудрости съ араб-

ской изобрѣтательностью является не только возрожденіе Аристотеля и основаній экспериментальной химіи и алхиміи, но и диффузія этихъ ученій въ міръ христіанскій. На почвѣ натурфилософіи Аристотеля временно произошло объединеніе двухъ культуръ; арабо-магометанской и европейско-христіанской.

Гербертъ, впослѣдствіи папа Сильвестръ II (999 — 1003), обучался арабской наукѣ въ академіяхъ въ Кордовѣ и Севильѣ и отличался, какъ физикъ, химикъ и математикъ.

Виднѣйшимъ представителемъ арабской физики является гениальный Алхазенъ (Alhazen или Ibn al Haitam, умеръ въ 1038 г.), авторъ классическаго труда по оптикѣ (по физикѣ глаза и зрѣнія). Какъ „Оптика“ Алхазена въ продолженіе столѣтій оказывала свое вліяніе, такъ и другая арабская книга „Вѣсы мудрости“ (1121) сдѣлалась классической. Въ этой книгѣ ея авторъ Аль Казини (Al Khâzini) даетъ описаніе вѣсовъ и взвѣшиваній, — въ частности, опредѣленіе удѣльныхъ вѣсовъ. Цѣль этого труда — практическая, чтобы узнать „количественный составъ смѣшанныхъ тѣлъ“ и „содержаніе сплавовъ двухъ металловъ“, отличить „чистый металлъ отъ его фальсификацій“, установить „подлинность монеты“, а равно отличить „настоящіе драгоценные камни отъ ихъ имитацій“. Слѣдовательно, борьба противъ фальшивыхъ драгоценныхъ камней велась уже въ 1212 г. Особенно важно то обстоятельство, что здѣсь физика и физическіе методы специально предназначаются для цѣлей химіи; во-первыхъ, здѣсь ясно формулируется та истина, что для каждаго опредѣленнаго химическаго индивидуума (металла или драгоценнаго камня) существуетъ постоянное физическое свойство, характерное для него и независимое отъ мѣста и рода его добыванія: первымъ такимъ физическимъ критеріемъ чистоты или индивидуальности химическаго тѣла, слѣдовательно, является удѣльный вѣсъ. Во-вторыхъ, этотъ физическій критерій предлагается для цѣлей химическаго анализа, — напомнимъ, что уже Архимедъ, открывшій методъ опредѣленія удѣльнаго вѣса, применилъ его для цѣлей опредѣленія состава. Въ-третьихъ, поражаетъ насъ точность измѣреній Аль Казини; онъ приводитъ удѣльные вѣса 50 тѣлъ, кото-

рые замѣчательны по своей точности; напримѣръ, кипящая вода 0·958 (нынѣ же 0·9597), мѣдь литая 8·66 (нынѣ же 8·667), свинецъ 11·32 (нынѣ же 11·39), ртуть 13·56 (нынѣ же 13·56), золото (литое) 19·05 (нынѣ же 19·26). Въ-четвертыхъ: Аль Каз и уже знаетъ, что „воздухъ имѣетъ вѣсъ“, и что „тяжелое тѣло, перенесенное изъ болѣе разрѣженнаго воздуха въ болѣе плотный, становится легче“ — *vice versa*, что удѣльный вѣсъ чистой воды измѣняется съ температурою, и что, обратно, изъ измѣненія удѣльнаго вѣса воды можно опредѣлять измѣненія температуры и т. д.

Если химія этого періода восприняла бы эти новыя истины и сознала бы всю важность методовъ и фактовъ, изложенныхъ въ книгѣ „О вѣсахъ мудрости“, она прониклась бы настоящей мудростью: вѣсы, какъ важнѣйшій для химика физическій приборъ, взвѣшиваніе, какъ методъ количественнаго изученія химическихъ превращеній тѣлъ, удѣльный вѣсъ, какъ первый физическій критерій чистоты и индивидуальности химическихъ соединеній, воздухъ, какъ вѣсомое вещество, — всѣ эти основныя истины предохраняли бы химію отъ тѣхъ заблужденій, вліянію которыхъ она поддавалась, однако, съ XII-го по XVIII-ый вѣкъ, до появленія Lavoisier'a, Cavendish'a, Priestley'a и Scheele. Ходъ развитія химіи и скорость химическаго познанаія вещества были бы совершенно другіе, если бы Аль-Каз и встрѣтилъ среди средневѣковыхъ химиковъ единомышленниковъ или послѣдователей, развившихъ далѣе идею о сочетаніи физики съ химіей...

Послѣднимъ важнымъ арабскимъ ученымъ западныхъ (испанскихъ) арабовъ былъ Ибнъ Рошдъ (Ibn Roschd, названный Averroes, 1126 — 1198), отличившійся преимущественно, какъ интерпретаторъ и поклонникъ Аристотеля: „Аристотель началъ и завершилъ всѣ науки“, пишетъ онъ. „Аристотель — это величайшій изъ всѣхъ людей; Богъ разрѣшилъ ему достигнуть наивысшей степени совершенства“. Призовокущимъ, что Ибнъ Рошдъ пользовался до XVII-го вѣка небывалымъ авторитетомъ и почетомъ у евреевъ и христіанъ, переводившихъ его труды объ Аристотелѣ на еврейскій и латинскій языки.

### Христіанскій періодъ средневѣковой физики и химіи.

Въ началѣ XIII вѣка восторжествовалъ христіанскій міръ надъ магометанскимъ. Мавры были оттиснуты въ Испаніи до Гренады, ихъ политическая власть была уничтожена, и вмѣстѣ съ тѣмъ пришла въ упадокъ арабская наука.

Правда, господство арабовъ прекратилось; сошелъ съ арены этотъ народъ воиновъ и усердныхъ распространителей физическихъ наукъ. Но мѣсто арабовъ благодаря ихъ трудамъ вскорѣ занялъ другой деспотъ, державшій до XVII-го вѣка въ рабствѣ всѣ умы: это былъ Аристотель, труды и натурфилософія котораго, благодаря переводамъ и комментаріямъ арабовъ, проникли въ европейскій духовный міръ и покорили его окончательно. Уже въ 1254 г. Парижскій университетъ публично допускаетъ истолкованіе трудовъ Аристотеля, и нѣсколько столѣтій подрядъ ни одна академическая степень не можетъ быть присуждаема безъ достаточнаго знакомства съ трудами Аристотеля. Вскорѣ католическая церковь, признавъ ученіе Аристотеля, удостоиваетъ его необыкновеннаго названія\*) „praecursor Christi in naturalibus“. И еще въ началѣ XVII-го вѣка начальникъ іезуитовъ отвѣтилъ Шейнеру, желавшему ему показать въ зрительной трубѣ новооткрытыя пятна солнца: „Почему это, сынъ мой, я прочелъ два раза труды Аристотеля и не нашелъ ничего подобнаго! Поэтому пятна не существуютъ, они суть ошибки твоихъ стеколъ или глазъ“\*\*).

И наступаетъ новый періодъ натурфилософіи (физики и химіи) — христіанскій. Христіанская церковь становится ея покровительницей и распространительницей. И постепенно арабско-греческая натурфилософія проникается ученіями католической церкви, рождая схоластику и мистицизмъ. Вмѣсто опытовъ, вмѣсто экспериментальной физики и химіи арабовъ появляется діалектика; вмѣсто объясненія и изслѣдованія природы господствуетъ объясненіе и изслѣдованіе Ари-

\*) Lasswitz, Atomistik, I, 85 (1890).

\*\*\*) Rosenberger, Geschichte der Physik, I, 92 (1880).

стотеля. Въмѣсто раскрытія законовъ природы водворяется символистическое затемненіе явленій природы. Культъ авторитета и культъ софизмовъ являются характерными признаками этого періода, приведшаго физическія науки въ XIV вѣкѣ къ полному застою.

Схоластика лишила естествоиспытаніе всѣхъ реальныхъ основъ; пренебрегая наблюденіями, отвергая опыты, она выдвинула на ихъ мѣсто фантазію и отрѣшилась отъ природы. Наибольшее число вопросовъ смѣшивается съ религіозными идеями и догматами церкви. Дѣло дошло до того, что о физической природѣ человѣка было меньше извѣстно, нежели о природѣ ангеловъ: для современнаго религіознаго человѣка непонятно, какъ схоластика могла дойти до такихъ тривіальностей, какъ, напри- мѣръ, подробныя изслѣдованія о природѣ ангеловъ, о платьѣ, языкѣ и даже о пищевареніи ангеловъ\*).

Главные представители физическихъ наукъ этого періода принадлежатъ къ представителямъ католической церкви. Туманность изложенія, господство авторитетовъ древняго міра, символизмъ и мистицизмъ характеризуютъ одинаково какъ изслѣдованія физическія, такъ и труды химическіе.

Albertus Magnus, т. е. Альбертъ Великій (1193—1280, впоследствии епископъ Регенбургскій), прославился одновременно какъ физикъ и какъ химикъ, но слылъ также великимъ магомъ и чародѣемъ!

Roger Bacon (1214—1294), монахъ-францисканецъ, съ полнымъ правомъ считается однимъ изъ величайшихъ представителей физики (оптики) и химіи этого періода, являясь приверженцемъ не схоластической философіи, а экспериментальной и математической натурфилософіи. „Математика—дверь и ключъ къ физическимъ наукамъ“, пишетъ Роконъ. „Опытная наука—царица всѣхъ спекулятивныхъ наукъ“. Но и этотъ великій предшественникъ и широповѣдникъ индуктивнаго и математическаго метода оказывается сыномъ своего времени, занимаясь астрологіей, алхіміей, магіей, — стоитъ лишь привести нѣсколько заглавій его

\*) Rosenberger, Geschichte der Physik, I, 92 (1880).

книгъ: De lapide philosophorum, Secretum secretorum, Alchimia major, Speculum alchimiae и т. д.

Albertus Villanovus (въ XIII вѣкѣ), врачъ, одинъ изъ извѣстнѣйшихъ алхимиковъ, и его ученикъ Raymondus Lullus (1234 — 1315), впоследствии миссіонеръ-проповѣдникъ среди магометанскихъ народовъ, не менѣе авторитетный учитель алхиміи, находились подъ гипнотическимъ вліяніемъ своего времени, хотя послѣдній ученый отличался своими положительными знаніями въ экспериментальной химіи.

Монахами также были извѣстный Vitello (въ XIII вѣкѣ) и Theodorich (въ началѣ XIV вѣка), авторы цѣнныхъ трудовъ по оптикѣ; монаху-алхимику Бертольду Шварцу приписывается (хотя ошибочно) открытіе пороха.

Наступаетъ XV вѣкъ. И опять сказывается иронія во всемирной исторіи. Снова магометане выступаютъ реформаторами западно-европейской культуры. Подъ натискомъ мусульманъ палъ въ 1453 г. славный Царьградъ. А это паденіе твердыни восточнаго христіанства вызываетъ косвеннымъ путемъ и паденіе схоластики въ западной христіанской Европѣ. Сотрясеніе политическое, вызванное первымъ фактомъ, волнообразно распространяется и на умственный міръ, вызывая и сотрясеніе духовное. Ученые, бѣжавшіе изъ Царьграда, поселяются въ Италиі, Франціи, Германіи, распространяя знаніе греческаго языка и греческой философіи въ ея первоначальномъ видѣ. Появляются гуманисты, и гуманизмъ обуславливаетъ не только низверженіе схоластики, но производитъ и положительную работу, освобождая умы человечества отъ узъ средневѣковой лжефилософіи, способствуя болѣе свободному развитію мысли вообще и болѣе глубокому ознакомленію съ первоисточниками греческой натурфилософіи и греческаго прикладнаго искусства.

Первой точной наукой, возникшей при новыхъ условіяхъ, является астрономія. А ея успѣхи вліяютъ на методы физики, которая, съ своей стороны, вызываетъ измѣненіе цѣлей и методовъ химіи. Открытія (съ помощью зрительной трубы) на небесахъ обуславливаютъ открытія на землѣ.

Назовемъ здѣсь славнаго возобновителя ученія Пиеагора о движеніи земли Николая Кребса (прозваннаго De-Cusa или Cusanus, 1401—1464), извѣстнаго и въ физикѣ и въ химіи; укажемъ и на астрономовъ Георгія Пейрбаха (1423—1461) и его ученика Іоанна Миллера (прозваннаго Regiomontanus, 1436—1476), построившихъ первую обсерваторію въ христіанской Европѣ.

Нельзя не упомянуть о двухъ дальнѣйшихъ событіяхъ, сразу измѣнившихъ весь духовный строй Европы, — объ изобрѣтеніи книгопечатанія (1440) и объ открытіи Америки (1492). Последнее событіе не только отерываетъ новые политическіе и географическіе горизонты на нашей планетѣ, но создаетъ новые научные горизонты и во вселенной. Съ именемъ Николая Коперника (1473—1543) связана эта революція вселенной (въ 1543 г. появился его трудъ: „De revolutionibus orbium coelestium“).

XVI вѣкъ — это вѣкъ возрожденія, гуманизма, реформаціи. Гуманисты — напримѣръ, знаменитый Эразмъ Роттердамскій — и философы открыто высмѣиваютъ схоластику. А естествоиспытатели все настойчивѣе указываютъ на наблюденія, какъ на дѣйствительный источникъ и путь нашихъ познаній о природѣ: всѣ они ведутъ открытую борьбу съ системой Аристотеля и съ его физикой.

Укажемъ на самыхъ выдающихся изъ этой арміи анти-схоластиковъ: ихъ родина — Италія. Во главѣ стоитъ Leonardo da Vinci (1452—1519), извѣстный, какъ математикъ, физикъ, инженеръ, анатомъ, астрономъ и художникъ; за нимъ — другой итальянецъ Niccola Tartaglia (1501—1559), авторъ книги „Nuova Scienza“, въ которой онъ положилъ основаніе изученію динамическихъ вопросовъ; Hieronymus Cardano (1501—1576), авторъ труда „De subtilitate“ и др., одинаково извѣстенъ, какъ математикъ, физикъ (движеніе по наклонной плоскости), философъ, врачъ и естествоиспытатель; Bernhardina Telesius (1508—1588), философъ и физикъ (объясненіе дѣтговъ); Guido Ubaldi (1545—1607), основатель механики высшаго времени и возобновитель механики Архимеда; наконецъ, Galileo Galilei (1564—1642), который открылъ законы маятника, сво-

боднаго паденія и паденія по наклонной плоскости, спутники Юпитера, фазы Венеры и т. д. и изобрѣлъ термометръ (воздушный) и астрономическую зрительную трубу.

Этотъ длинный рядъ безсмертныхъ италянскихъ физиковъ можетъ быть еще увеличенъ; назовемъ еще имя *J. Baptist'a Benedetti* (1580 — 1590, механика-динамика); *Gambattist'a della Porta* (1538 — 1615), извѣстнаго изслѣдователя оптики (*camera obscura*, строеніе глаза); *Giordano Bruno* (1550 — 1600), натурфилософа и приверженца теоріи Коперника. Не забудемъ также голландца *Simon'a Stevin'a* (1548 — 1620), автора принциповъ равновѣсія (параллелограммъ силъ, наклонная плоскость, гидростатика), англійскаго лордканцлера *Wason'a of Verulam* (1561 — 1626), преемника Роджера Бэкона и автора книги „*Novum Organon*“ (въ противоположность старому — Аристотелю); француза *Bernard'a Palissy* (1499 — 1583), выдающагося химика-техника и экспериментатора.

Ошибочно оказываютъ Бэкону Веруламскому честь введенія въ физическія науки индуктивнаго метода изслѣдованія природы. Этотъ методъ, исходящій изъ сознательныхъ опытовъ и установленія отдѣльныхъ фактовъ, съ цѣлью обобщенія ихъ, примѣнялся уже *Bernard'омъ Palissy*; когда Бэконъ былъ ребенкомъ, индуктивный методъ самостоятельно былъ созданъ уже *Leonardo da Vinci* еще за 100 лѣтъ до рожденія Бэкона.

Поистинѣ достоинъ удивленія вѣкъ, создавшій такія вѣчныя цѣнности человѣческой мысли. Онъ примиряетъ насъ съ предшествовавшимъ длиннымъ періодомъ схоластики; онъ показываетъ намъ, что школа схоластики и діалектики, черезъ которую прошло человѣчество, какъ бы воспитывала умы въ употребленномъ способѣ мышленія, какъ бы способствовала накопленію въ человѣчествѣ психической энергіи. Освобожденная изъ прежняго узкаго русла, эта энергія направила сразу всю свою интенсивность на мѣсто наименьшаго сопротивленія, т. е. на реальный міръ — эту *quantité négligeable* у схоластиковъ, и произвела небывалые перевороты.

Если искать аналогичнаго явленія въ исторіи физическихъ наукъ, то таковое встрѣчается въ Греціи, гдѣ 2000 лѣтъ передъ

тѣмъ мыслители, въ родѣ Пиеагора, Анаксагора, Эмпедокла, Демокрита, Лейкиппа, Платона, Аристотеля, въ продолженіе одного-двухъ столѣтій также создали вѣчныя истины.

Какой получился общій результатъ этой великой духовной борьбы? Установленіе новыхъ научныхъ идеаловъ и учрежденіе господства человѣка во вселенной. — Взамѣнъ прежняго мистицизма въ наукахъ (естественныхъ) возникаетъ новый культъ — культъ дѣйствительности. На мѣсто софизмовъ и чудесъ выступаютъ опыты и наблюденія. Поэтому физика, эта наука о дѣйствительности, сразу занимаетъ центральную роль въ естествоиспытаніи, а результаты, достигнутые этой новой физикой въ продолженіе короткаго срока, выдвинули, какъ особо плодородную часть, механику (частью также оптику), воплотившую въ совершенство новый идеаль новой физики, т. е. соединеніе фактовъ (добытыхъ методическими опытами) съ математикою и философіею.

Какъ отразились эти успѣхи астрономіи и физики на методахъ и цѣляхъ химіи? Астрономія и физика открыли человѣческому уму новыя области изслѣдованія, а именно вселенную. Но вѣдь уже со временъ Платона установилась параллельность между макрокосмосомъ и микрокосмосомъ. Если человѣкъ могъ опытнымъ путемъ приступать къ изученію тайнъ отдаленныхъ міровъ, онъ долженъ былъ обладать правомъ вникать въ тайны неизмѣримо малыхъ міровъ — атомовъ. Изслѣдованіе послѣднихъ, ихъ природы и взаимодействій, изученіе продуктовъ этого взаимодействия — вотъ новые идеалы химіи. Астрономія вытѣснила астрологию, экспериментальная химія должна была занять мѣсто алхиміи.

„Цѣль химіи состоитъ не въ изготовленіи золота и серебра“, пишетъ врачъ и химикъ Парацельсъ (1493—1541), „а въ изготовленіи лѣкарствъ“. Всѣ болѣзни обуславливаются химическими процессами и, слѣдовательно, могутъ быть устранены соответственными химическими соединеніями.

Врачъ и химикъ J. Baptist van Helmont (1577—1644) оспариваетъ вѣрность элементовъ алхимиковъ, такъ какъ ни одно тѣло не можетъ быть выдѣлено изъ его соединеній, если оно

раньше не находилось въ послѣднемъ. Огонь есть не вещество, а сила. Воздухъ есть вещество, но не элементъ, такъ какъ существуетъ нѣсколько родовъ воздуха. Онъ вводитъ въ науку названіе „газъ“ и открываетъ новый газъ (углекислый, Gassylvestre). При всѣхъ химическихъ превращеніяхъ въ сѣ взятаго вещества не пропадаетъ и не измѣняется.

Andreas Libavius (умеръ въ 1616 г.) энергично выступаетъ въ защиту учрежденія химическихъ лабораторій для научныхъ изслѣдованій, имѣя въ виду химическій анализъ; онъ же является авторомъ одного изъ первыхъ учебниковъ аналитической химіи „Ars probandi minerali“ (1597) и перваго химическаго руководства „Alchymia“ (1595). Къ числу врачей принадлежатъ и другіе извѣстные химики этого періода Glauber, Crolius, Adrian van Mynsicht, Angelus Sala, François de la Voë Sylvius и т. д., которые своими экспериментальными трудами обогатили химію и фармацевтику. Всѣ они установили связь между химіей и медициной, создавъ іатрохимию или медицинскую химію. Не монахи, а естествоиспытатели-медики составляютъ теперь сословіе химиковъ. Не въ темныхъ лабораторіяхъ изучается теперь химія, не въ книгахъ на темномъ языкѣ излагается она, а на медицинскихъ факультетахъ — съ кафедръ, въ лабораторіяхъ аптекъ — искусными врачами и аптекарями.

Съ ростомъ фактическаго матеріала, съ возрастаніемъ числа извѣстныхъ химическихъ соединений и реакцій возрастаетъ, однако, интересъ къ матеріи вообще. Снова подымается вѣчный вопросъ: что такое матерія? Какъ она построена? Какая причина вызываетъ химическія превращенія?

Съ именемъ Галилея связано понятіе о массѣ вещества (обоснованное далѣе Ньютономъ). Вѣсы и взвѣшиванія уже встрѣчаютъ (хотя только въ отдѣльныхъ случаяхъ) свое примѣненіе при изслѣдованіи химическихъ реакцій, — напримѣръ, у Cardano (1551), van Helmont'a (1620), Jean Rey'a (1630).

Іатрохимики, эмансипировавшись отъ алхіміи, не могли еще эмансипироваться отъ четырехъ элементовъ Аристотеля. Но рядомъ съ послѣдними, съ этими философскими элементами, они принимаютъ три вещественныхъ элемента:

ртуть, сѣру и соль. Это — первая дань ученію объ элементахъ, какъ веществахъ, а не качествахъ.

Какъ кристалль, выдѣленный изъ маточнаго раствора, естественно содержитъ примѣсь тѣхъ тѣлъ, съ которыми онъ вмѣстѣ находился въ растворѣ, такъ и въ духовной средѣ новая идея, появившаяся, какъ кристалль, т. е. путемъ уплотненія, всегда включаетъ въ себѣ и остатки существующихъ въ данный періодъ времени мнѣній: приспособляясь къ окружающей средѣ, какъ бы считаясь съ законами изоморфизма, эта новая идея и ея носитель не могутъ освободиться отъ прежнихъ ошибочныхъ или менѣ совершенныхъ представлений.

Такъ и Парацельзъ еще невольно вращается въ кругу алхимическихъ представлений, такъ и Libavius еще вѣрить въ трансмутацию, такъ и геніальный van Helmont твердо убѣжденъ, что собственными глазами видѣлъ философскій камень и установилъ съ его помощью превращеніе ртути въ золото; этотъ хорошій наблюдатель даже утверждаетъ, что въ сосудѣ, содержащемъ черную рубаху и пшеничную муку, самопроизвольно возникаетъ жизнь, такъ какъ эта смѣсь рождаетъ мышей!

Крупнѣйшими результатами воздѣйствія физики на развитіе химіи въ XVII-мъ и XVIII вѣкахъ являются слѣдующіе:

1) Возобновленіе вопроса о строеніи матеріи; 2) введеніе въ химію понятія о силѣ, какъ дѣйствующей причинѣ; 3) постепенное примѣненіе открытыхъ въ физикѣ новыхъ измѣрительныхъ приборовъ при изслѣдованіи химическихъ тѣлъ и химическихъ превращеній; 4) въ связи съ этимъ постепенный переходъ отъ качественного способа изслѣдованія къ количественному изученію химическихъ явленій и соединеній; число мѣра и вѣсъ проникаютъ постепенно въ химическую область химія-искусство постепенно преобразуется въ химію-науку. Знаменитый философъ-физикъ Л. Гассенди возобновляетъ въ 1624 г. древнюю атомистическую теорію; атомы-корпускулы имѣютъ форму и вѣсъ (какъ у Демокрита и Платона) и обладаютъ движеніемъ.

Не менѣ выдающійся философъ-механикъ и математикъ Ренэ Декартъ (Cartesius) создаетъ свою механическую систему міра: матерія характеризуется лишь притяженіемъ и дви-

женіемъ, а послѣднія составныя части матеріи суть корпускулы, отличающіяся своей формой и величиною; механическіе законы и силы движенія объясняютъ всѣ явленія природы. „Дайте мнѣ движеніе, и я создамъ міръ!“ восклицаетъ Декартъ. Великій физико-химикъ Робертъ Бойль тотчасъ же примѣняетъ корпускулярную теорію къ химіи (около 1661 г.); онъ же впервые и притомъ въ обширномъ видѣ примѣняетъ физическіе методы при изученіи химическихъ тѣлъ и явленій (законъ Бойля о газахъ; химическій элементъ, какъ неразлагаемое вещество; химическій анализъ). Французскій врачъ-химикъ Николай Лемери (Lemery) составляетъ первый систематическій курсъ химіи, основанный на корпускулярной теоріи и объясняющей химическія взаимодействия формою (сѣпленіемъ) атомовъ (1675).

Великія открытія Ньютона въ физикѣ, его законы всемірнаго притяженія (1683—1687), его изслѣдованія разложенія свѣта (1667 г.) и его теорія свѣтоиспусканія (1669 г.), его знаменитый трудъ „Philosophiae naturalis principia mathematica“ (London, 1687 г.) и книга „Optice“ (London, 1704 г.)—все это отражается и на образѣ мышленія и на способахъ работы въ химіи. Въдъ господствующія въ физикѣ понятія о невѣсомыхъ веществахъ (напримѣръ, свѣтовая, тепловая матерія) могли быть приложимы и въ химіи; и дѣйствительно, мы видимъ, что въ 1697 г. появляется теорія врача-химика Штала о флогистонѣ, этой невѣсомой матеріи, находящейся во всѣхъ горючихъ веществахъ и выдѣляющейся при горѣніи. Мы видимъ, какъ принципы и законы Ньютона о притяженіи небесныхъ свѣтилъ постепенно переносятся и на микрокосмъ—на взаимодействие химическихъ корпускулъ. Самъ Ньютонъ осторожно высказываетъ эту мысль, спрашивая: „Не дѣйствуетъ ли между частицами тѣлъ также нѣкая сила притяженія?“ (1704 г.). И уже въ 1732 г. извѣстный химикъ-врачъ Н. Вонгмааве открыто прибѣгаетъ къ силѣ взаимнаго притяженія частицъ, чтобы объяснить химическія реакціи, явленія растворенія и т. д., а эта сила называется *vis attractiva amicitiae, amor, affinitas*! Снова мы видимъ, какъ древнее представленіе грековъ о дружбѣ и враждѣ тѣлъ, о любви, т. е. антропоморфная картина, возрождается или сочетается съ новымъ принципомъ о

взаимномъ притяженіи, подлежащимъ, однако, математической формулировкѣ! Постепенно возрастаетъ въ химіи число изслѣдованій и измѣреній этого „сродства“, *affinitas*; постепенно появляются уже „таблицы сродства“ различныхъ тѣлъ, оснований и кислотъ другъ къ другу (напримѣръ, 1750 г. — Геллerta, 1775 г. — Т. Bergman'a), которыя вскорѣ легли въ основаніе знаменательнаго труда Wenzel'я „Ученіе о химическомъ сродствѣ“ (1777 г.) и труда Richter'а „Стехиометрія“ (1792—1794 г.), имѣющаго уже характерный девизъ: „вѣсъ, число и мѣра“.

Послѣ того какъ физики установили постоянство точки кипѣнія и замерзанія воды, были установлены фундаментальныя точки термометровъ: появились новые физическіе измѣрительные инструменты — термометры Fahrenheit'a (1714 г.), Réaumur'a (1734 г.) и Celsius'a (1742 г.). Тотчасъ же химики оцѣнили значеніе этого новаго прибора; онъ вошелъ въ составъ химическихъ лабораторій, и со временъ Voeghaave (съ 1730 г.) мы уже замѣчаемъ примѣненіе термометра при химическихъ работахъ. Уже встрѣчаются въ химической литературѣ данныя о точкѣ (температурѣ) плавленія тѣлъ, а главное — начинаются изслѣдованія растворимости солей въ зависимости отъ температуры. Какъ обширно отдѣльные выдающіеся химики этого періода воспользовались методами изслѣдованія физиковъ, видно лучше всего на примѣрѣ М. В. Ломоносова, перваго русскаго химика. Составленная этимъ гигантомъ въ 1751 г. программа его лабораторныхъ изслѣдованій представляетъ собою программу и современной физико-химіи; она касается газообразнаго, жидкаго и твердаго агрегатныхъ состояній; она намѣчаетъ изслѣдованіе всѣхъ физическихъ свойствъ однородныхъ тѣлъ и отношеніе послѣднихъ къ теплотѣ, свѣту, электричеству, магнетизму, давленію и т. д.; она обнимаетъ и притомъ всесторонне физическое изученіе растворовъ.

Среди этихъ физическихъ методовъ изслѣдованія особое значеніе приобретаетъ въ химіи взвѣшиваніе. При помощи вѣсовъ удается впервые рѣшеніе фундаментальныхъ вопросовъ горѣнія и дыханія. Послѣ Ломоносова (1756 г.) великій Lavoisier, начиная съ 1770 г., систематически измѣряетъ явленіе „кальцинаціи“ (обжиганія или окисленія на воз-

духъ) металловъ: оказывается, что вѣсъ реагирующихъ веществъ остается постояннымъ, т. е. вѣсъ вещества до реакціи равняется вѣсу тѣлъ послѣ реакціи. Лавуазье впервые даетъ правильное объясненіе явленія горѣнія, установивъ при этомъ роль воздуха (и имѣющагося въ немъ кислорода) и доказавъ несостоятельность ученія о флогистонѣ. Создается законъ сохраненія или вѣчности матеріи, законъ постоянства вѣса (массы), какъ новый практическій регуляторъ количественныхъ измѣреній въ химіи: создается новая, антифлогистическая эпоха, начинается количественная химія. Далѣе совершается замѣчательный шагъ введенія алгебраическихъ уравненій въ химію: Лавуазье впервые даетъ математическую формулировку химическихъ реакцій, изображая вѣсъ и природу тѣлъ до и послѣ реакцій.

Рядомъ съ взвѣшиваніемъ появляется измѣреніе по объему; падаютъ древніе кумиры — элементы воздухъ, вода и земля. Работами Priestley, Scheele и Cavendish'a (1772 — 1781 г.) количественно устанавливается составъ воздуха и воды; разрушается ученіе о взаимномъ переходѣ четырехъ древнихъ элементовъ другъ въ друга. Новое ученіе объ элементахъ - веществахъ устраняетъ вѣру въ трансмутацию металловъ.

Параллельно начинается опредѣленіе физическихъ константъ чистыхъ тѣлъ и растворовъ, — на примѣръ, удѣльнаго вѣса, температуры замерзанія и плавленія, растворимости и т. д. На этихъ новыхъ физическихъ основаніяхъ создается научная химія XIX-го вѣка.

Но прежде чѣмъ приступить къ обзору послѣдней и ея зависимости отъ физики, выяснимъ себѣ еще одинъ вопросъ, важный для биологіи физическихъ наукъ, а именно: какъ опредѣлилась во второй половинѣ XVIII вѣка главная цѣль физики и химіи? Понимались ли онѣ, какъ двѣ различныя науки, или онѣ имѣли общую научную задачу?

Пусть дадутъ намъ отвѣтъ одинъ великій химикъ-мыслитель и одинъ выдающійся физикъ этой эпохи (около 1750 г.).

М. В. Ломоносовъ опредѣляетъ задачу химіи въ изученіи „первоначальныхъ частицъ“, изслѣдованіи свойствъ тѣлъ и „изысканіи причинъ взаимнаго союза частицъ“.

Знаменитый физикъ P. van Musschenbroeck разсматриваетъ (въ главахъ I-ой своего труда „Essai de Physique“, стр. 1, 1751 г.) физику, какъ часть философіи: „философія, или любовь мудрости, — понятіе греческое, изобрѣтенное Пифагоромъ“ — пишетъ онъ. „Философія обнимаетъ всѣ вещи божественныя и человѣческія...; она предназначена снабжать человѣка счастьемъ... и дѣлится на нѣсколько частей“. Первая часть: „Пневматика (la Pneumatique) трактуетъ о всѣхъ духахъ, о Богѣ, ангелахъ, о душахъ человѣка и животныхъ“. „Вторая часть — это физика, въ которой изучаются всѣ созданныя тѣла, какъ небесныя, такъ и земныя, и пространство, въ которомъ они помѣщаются. Эта часть трактуетъ о свойствахъ всѣхъ тѣлъ, о ихъ силахъ, когда они находятся въ движеніи, о дѣйствіяхъ, производимыхъ ими на другія тѣла, и о всѣхъ причинахъ, вызывающихъ эти силы. Она также излагаетъ порядокъ, по которому расположены всѣ великія тѣла во вселенной. Она, наконецъ, трактуетъ о всѣхъ тѣлахъ въ частности, давая описаніе ихъ фигуры, величины, вѣса и всѣхъ остальныхъ свойствъ, присущихъ каждому изъ нихъ“.

Если мы сличаемъ широкую задачу физики, какъ она излагается Муссенбрукомъ, съ широкой задачей химіи, начертанной Ломоносовымъ, мы невольно поражаемся, если не одинаковостью, то, по крайней мѣрѣ, чрезвычайной близостью задачъ обѣихъ наукъ.

Наступаетъ XIX вѣкъ. Физика и химія съ увлеченіемъ приступаютъ къ рѣшенію своихъ широкихъ задачъ.

А основныя цѣли обѣихъ наукъ? Lagrange формулируетъ (1801 г.) задачу химіи слѣдующимъ образомъ: „La Chimie, considérée, comme science, apprend à connaître toutes les propriétés des corps“. Но это, вѣдь, задача и физики, какъ науки. И действительно, мы видимъ, какъ въ эту эпоху возрожденія химіи обѣ науки, физика и химія, вступаютъ въ идейный симбіозъ. Можно пойти еще дальше, утверждая, что въ это время часто наблюдается объединеніе обѣихъ наукъ въ

одномъ и томъ же представителѣ физическихъ наукъ. Стоить лишь назвать нѣсколько великихъ ученыхъ, чтобы доказать сказанное: Gay-Lussac, Clément и Désormes, Dulong и Petit, Regnault—во Франціи; Dalton, Wollaston, Henry, Davy, Faraday, Daniell, Graham—въ Англии; Ritter, Bunsen—въ Германіи; В. Петровъ, О. ф. Гротгусъ, Гессъ, Якоби—въ Россіи! Вѣдь всѣ они одинаково прославились, какъ физики и какъ химики. Но, къ сожалѣнію, для обѣихъ наукъ этотъ симбіозъ былъ прерванъ на нѣсколько десятилѣтій, продолжая существовать лишь въ немногихъ отдѣльныхъ случаяхъ. Причиною этому является органическая химія, создавшая новые самостоятельные пути и цѣли и привлекая вниманіе химиковъ своимъ богатствомъ вопросовъ и удивительнымъ успѣхомъ (имѣющимъ практическое значеніе и дававшимъ матеріальные результаты). Вслѣдствіе этого начавшаяся было амальгамация обѣихъ наукъ была задержана на нѣкоторое время, т. е. духовный процессъ соединенія физики съ химіей въ физико-химію былъ значительно замедленъ. Но хотя скорость этой реакціи взаимодѣйствія была мала, она, однако, черезъ нѣсколько десятилѣтій привела къ видимому результату. Въ 1887 г. совершается закладка зданія современной физико-химіи, какъ самостоятельной науки; она сразу выступаетъ съ новыми смѣлыми теоріями; она быстро завоевываетъ себѣ самостоятельныя кафедрныя и лабораторныя; она создаетъ новую научную литературу и проявляетъ особенно успѣшную дѣятельность, привлекая къ себѣ длинные ряды молодыхъ талантливыхъ физиковъ и химиковъ и видоизмѣняя наши взгляды на прочность соединеній, ихъ молекулярную величину, ихъ состояніе въ растворенномъ состояніи и т. д. Этотъ переворотъ связанъ съ именемъ J. Н. van't-Hoff'a, S. Arrhenius'a и В. Оствальда.

Обѣ науки, физика и химія, въ родѣ двухъ широкихъ рѣкъ, общіе истоки которыхъ лежатъ гдѣ-то въ завошенной дали, въ своемъ теченіи черезъ тысячелѣтія то имѣли общее русло, то отдѣлялись другъ отъ друга. Упомянутое образованіе новаго русла—физической химіи—явилось результатомъ научной работы, произведенной по преимуществу въ области электриче-

ства, газовъ, атомистической и молекулярной теорій и термодинамики. Не имѣя возможности вдаваться въ подробности, позволю себѣ иллюстрировать это положеніе слѣдующими краткими указаніями.

Въ 1799 году физикъ Volta открываетъ свой „столбикъ“ — первый гальваническій элементъ, предназначенный въ дальнѣйшемъ своемъ развитіи преобразовать культуру человѣчества. Начиная съ 1800 г., химики Ritter, Carlisle и Nicholson, Cruikshank (1800 г.), Davy и Berzelius (1803 г.), Гротгусъ (1805 г.) открываютъ первые примѣры химическаго воздѣйствія гальваническаго тока на сложные тѣла. Гротгусъ даетъ первую теорію электролитическаго разложенія (1805 г.) и высказываетъ предположеніе, что силы химическаго сродства тождественны съ электрической силою. Davy (1807/8 г.) открываетъ посредствомъ электролиза щелочные металлы — калий, натрій и литій. Berzelius (1820 г.) формулируетъ свою электрохимическую теорію (объ электрической биполярности атомовъ и соединений). Создается электрохимія и электрометаллургія. Химикъ Faraday (1833 г.) даетъ свою номенклатуру электролиза и два фундаментальныхъ закона. Физикъ Clausius (1857 г.) выдвигаетъ новую теорію электролитической диссоціаціи. Физикъ Hittorf (1853 г.) изучаетъ впервые числа переноса іоновъ, а физики Р. Ленцъ и F. Kohlrausch (начиная съ 1873 г.) даютъ классическія изслѣдованія электропроводности водныхъ растворовъ. Наконецъ, химикъ В. Оствальдъ (начиная съ 1884 г.) и независимо отъ него физико-химикъ S. Arrhenius дополняютъ эти изслѣдованія и устанавливаютъ связь между величиною электропроводности, напримеръ, кислотъ, оснований и силою послѣднихъ. Въ 1886 г. Arrhenius завершаетъ этотъ циклъ изслѣдованій, формулируя свою теорію электролитической диссоціаціи въ водныхъ растворахъ, и эта теорія становится краеугольнымъ камнемъ современной электрохиміи.

Ученіе о газахъ тѣсно связано съ ученіемъ объ атомахъ и молекулахъ. Благодаря открытіямъ химиковъ Priestley, Scheele и Cavendish'a создается въ концѣ XVIII вѣка пневматическая химія, или химія о газахъ. Уже химикъ

Priestley открылъ диффузію газовъ (1777 г.) и ихъ поглощеніе жидкостями, а химикъ Gay-Lussac открываетъ (1802 г.) второй основной законъ газовъ [связь между температурой и объемомъ; напомнимъ, что первый законъ, устанавливающій связь между давленіемъ и объемомъ, былъ открытъ химикомъ Бойлемъ (1661 г.)]. Dalton, преемникъ Priestley'a, и другой англійскій химикъ Henry открываютъ (1803 г.) законъ поглощенія газовъ въ зависимости отъ давленія, а Gay-Lussac совмѣстно съ А. в. Humboldt'омъ устанавливаетъ (1805) законъ кратныхъ объемовъ при химическомъ взаимодействіи газовъ. Тотъ же Dalton и параллельно съ нимъ химикъ Wollaston создаютъ новую атомистическую теорію (1808), а въ 1811 г. физикъ Avogadro и въ 1814 г. физикъ Ampère даютъ основанія молекулярной теоріи. Въ 1823 г. химикъ Faraday впервые превращаетъ въ жидкость одинъ изъ „постоянныхъ“ газовъ — хлоръ.

Химикъ Graham (1833), Bunsen и Roscoe (1858) изучаютъ внутреннее треніе и скорость истеченія газовъ. Химикъ Regnault (начиная съ 1846 г.) производитъ классическія изслѣдованія плотности газовъ, теплого расширенія таковыхъ, а равно отступленія ихъ отъ закона Бойля. Химикъ Williamson (1851) и Krönig (1856) даютъ общія основанія кинетической теоріи газовъ; физики Clausius (1857—1858) и Maxwell (1860) обосновываютъ ее и придаютъ ей математическую форму. Тотъ же физикъ Maxwell (1868), а равно Loschmidt (1870), Stefan (1871) и Boltzmann (начиная съ 1872 г.) создаютъ новыя теоріи диффузіи газовъ и развиваютъ дальше кинетическую теорію газовъ. Наконецъ, физикъ van der Waals (начиная съ 1873 г.) даетъ новое уравненіе для состоянія настоящихъ газовъ, развивая теорію соответствующихъ состояній и непрерывности жидкого и газообразнаго состояній. Въ 1877 г. физикъ Cailletet и, независимо отъ него, химикъ R. Pictet производятъ сжиженіе постоянныхъ газовъ — кислорода, азота и т. д., послѣ того какъ впервые Д. И. Менделѣевъ (1861), а затѣмъ физикъ Andrews (1869) установили существованіе критической температуры и критическаго давленія для газовъ. Наконецъ, J. Н. van't Hoff

совершаетъ (1886-7) актъ приложенія газовыхъ законовъ къ раствореннымъ веществамъ: его осмотическая теорія растворовъ обнимаетъ всѣ три газовыхъ закона (Бойля, Гэ-Люссака и Авогадро), содержащихся въ уравненіи  $P \cdot V = i \cdot RT$ , и выводится имъ на основаніи законовъ термодинамики.

Къ этому краткому перечню главнѣйшихъ событій въ ученіи о газахъ присовокупимъ нѣсколько замѣчаній. Роль физики рѣзко отличается при этомъ отъ роли химіи, а именно: химики по преимуществу дали экспериментальный матеріалъ, а физикамъ принадлежитъ заслуга разработки теоретической стороны.

Эта работа, протекавшая въ двухъ направленіяхъ, оказала чрезвычайно полезное вліяніе на развитіе теоретическихъ взглядовъ на строеніе матеріи вообще и на атомическое и молекулярное ученіе, а равно на ученіе о химическомъ строеніи частицъ въ частности.

Вѣдь физика изучаетъ, такъ сказать, матерію, какъ нѣчто цѣлое, какъ вещь въ себѣ. Для физика не играетъ роли распространеніе въ природѣ, значеніе въ жизни, или способъ полученія и химическое отношеніе, напримѣръ, кислорода или алюминія; они составляютъ лишь готовый образецъ вещества, опредѣленный родъ матеріи, предназначенный для измѣренія расширенія, удѣльнаго вѣса, тепло- и электропроводности, удѣльной теплоты, температуры плавленія и т. д. Каждое изъ этихъ физическихъ измѣненій представляетъ собою легко обратимыя измѣненія, происходящія при этомъ непрерывно, безъ скачковъ. Химическое измѣненіе, напротивъ, сопровождается измѣненіемъ цѣлаго комплекса свойствъ; химическое измѣненіе не показываетъ непрерывности, а даетъ скачки, протекая въ рѣзко отличающихся другъ отъ друга степеняхъ (степени окисленія, хлорированія и т. д.). Нагрѣвая, напримѣръ, свинецъ, мы проходимъ отъ твердаго свинца до жидкаго непрерывно черезъ всѣ физическія измѣненія этого объекта, а послѣ охлажденія легко возвращаемся къ первоначальному состоянію. Нагрѣвая тотъ же свинецъ въ кислородѣ, мы производимъ химическое измѣненіе, лишенное непрерывности и простой обратимости, такъ какъ въ скачкахъ образу-

ются  $PbO$ ,  $Pb_3O_4$ ,  $Pb_2O_3$ ,  $PbO_2$  безъ прочныхъ промежуточныхъ состояній.

Химическіе процессы, слѣдовательно, „захватываютъ матерію гораздо глубже, нежели физическіе“, говоритъ физикъ Е. Масъ. Химія представляется болѣе обширнымъ полемъ опытныхъ изслѣдованій, и старая мысль, что химія превратится въ часть прикладной физики, въ частности—прикладной механики, мало вѣроятна. „Скорѣе можно думать (говоритъ Е. Масъ), что химія будущаго будетъ охватывать также физику, но не наоборотъ“.

Изучая матерію въ себѣ, а не сотни тысячъ разнородныхъ соединеній, физики были призваны выяснить вопросы о строеніи матеріи вообще. А химики, съ своей стороны, выяснили составъ веществъ.

Интересно то обстоятельство, что современное атомистическое ученіе возникаетъ на почвѣ натурфилософіи. Dalton, основатель этого ученія, по профессіи натурфилософъ (и, какъ таковой, и физикъ и химикъ), развиваетъ свою теорію въ трудѣ, носящемъ характерное заглавіе „A New System of Chemical Philosophy (Manchester, 1808)“, т. е. „Новая система химической философіи“. Онъ приходитъ къ своимъ результатамъ, разсматривая нѣкоторыя (опредѣленные лишь съ малой точностью) физическія свойства газовъ и газовыхъ смѣсей. При этомъ возрожденіи ученія Демокрита на новой почвѣ возрождается также представленіе древнихъ философовъ о формѣ атомовъ: Wollaston (1808) говоритъ, что, по его мнѣнію, въ будущемъ необходимо будетъ считаться еще „съ геометрическимъ представленіемъ относительной группировки атомовъ во всѣхъ трехъ измѣреніяхъ пространства“, и что, напримѣръ, углеродъ можно приписать форму тетраэдра.

Припомнимъ, что уже Демокритъ и Платонъ считались съ формою элементовъ и частицъ, но что лишь въ 1874 г. J. H. van't Hoff и Le Bel одновременно создали стереохимию, или „химию въ пространствѣ“!

Молекулярное ученіе получило дальнѣйшее блестящее развитіе въ кинетической теоріи газовъ, начиная съ 1851 г., когда химики Williamson и въ 1856 г. Krönig

высказали въ новой формѣ кинетическіе взгляды на состояніе растворенныхъ и газообразныхъ тѣлъ, а также благодаря строго математическимъ работамъ Clausius'a (съ 1857 г.), впоследствии Maxwell'a, Loschmidt'a, Stefan'a, O. E. Meyer'a, Boltzmann'a. Физическія свойства невидимыхъ молекулъ были, вслѣдствіе этого, изучены почти съ такою же точностью, съ какою мы изучаемъ размѣры какихъ-либо кирпичей.

Увлеченный успѣхами ученія объ энергіи, нашъ выдающійся физико-химикъ и натурфилософъ В. Оствальдъ около 1900 г. предпринялъ походъ противъ ученія о молекулахъ и атомахъ, отрицая не только ихъ пользу для химической и физической науки вообще, но и оспаривая существованіе молекулъ и атомовъ.

Законъ о равенствѣ дѣйствія и противодѣйствія сказался въ данномъ случаѣ и въ мірѣ идей. Благодаря возникшей въ наше время „химіи коллоидовъ“ и изобрѣтенію ультрамикроскопа, наглядно показывающаго намъ молекулы растворенныхъ коллоидныхъ тѣлъ, благодаря установленному непрерывному переходу отъ частицъ коллоидныхъ къ частицамъ однороднаго раствора, содержащаго частицы „кристаллоида“, благодаря изслѣдованію такъ называемаго Броуновскаго движенія, въ послѣдніе годы Svedberg и Perrin подтвердили молекулярное ученіе чисто опытнымъ путемъ, а теоретически-математическую сторону молекулярной теоріи разработали Sutherland, Einstein и v. Smoluchowski.

Передъ этими новыми успѣхами недавно и Оствальдъ откровенно отказался отъ своего похода, признавъ молекулярную теорію одной изъ наилучше изслѣдованныхъ и экспериментально провѣренныхъ теорій точной физической науки.

Параллельно съ молекулярной теоріей и другая физическая отрасль, разработанная почти исключительно выдающимися физиками, оказала глубокое вліяніе на химію; это — механическая теорія тепла, или термодинамика.

Подобно молекулярной теоріи, и термодинамика лишь поздно, въ семидесятыхъ годахъ, стала входить въ химію, когда уже появились труды R. Mayer'a (1842), Helmholtz'a (1847 г.), Joule'a (съ 1843 г.) и Kelvin'a (съ 1851 г.), когда

уже Zeuner (1855 г.) перенесъ термодинамическія изслѣдованія на техническіе процессы, когда уже Clausius (1850) далъ два закона термодинамики (1865) и установилъ понятие энтропіи и общій законъ объ энтропіи. Въ 1869 г. Horstmann (физико-химикъ) впервые далъ основное термодинамическое уравненіе диссоціаціи химическихъ тѣлъ, за нимъ слѣдуютъ Guldberg (1870), Gibbs (1876), Le Chatelier, J. H. van't Hoff, выступившій съ „принципомъ подвижнаго равновѣсія“, а позже (1885—1887) еще особенно съ своимъ замѣчательнымъ новымъ ученіемъ — „осмотическою теоріей“.

Съ 1887 г. мы, химики, имѣемъ нашу современную физическую химию, которая, объединяя химическіе вопросы съ физическимъ методомъ рѣшенія, въ усиленной мѣрѣ прибѣгаетъ къ термодинамическимъ способамъ изслѣдованія и изложенія. Не только теоретическая, но и техническая химія при крупныхъ производствахъ и при отопленіи и т. д. пользуется термодинамикой.

Насколько велика роль молекулярной химіи и термодинамики въ современной теоретической физической химіи, ярче всего видно изъ одного факта: извѣстный физико-химикъ W. Nernst даетъ своему капитальному руководству по теоретической химіи подзаголовокъ — „основанная на правилѣ Авогадро и на термодинамикѣ“. А эта книга одинаково цѣнна и понятна для химика и для физика.

Закончимъ этотъ отдѣлъ еще одной справкою: тотъ же физико-химикъ Nernst прибавилъ къ двумъ извѣстнымъ принципамъ термодинамики еще третій (о возможной внѣшней работѣ свободной энергіи въ изотермическомъ процессѣ).

Вмѣсто прежнихъ отдѣльныхъ точекъ соприкосновенія современная физика, слѣдовательно, совмѣстно съ современной химіею владѣютъ цѣлыми научными областями, — одна дополняетъ работу другой, одна нуждается въ содѣйствіи другой. Насколько новѣйшая физика проникнута результатами работъ химиковъ, видно, напримѣръ, изъ классическаго „Курса физики“ С. Д. Хвольсона.

Черезъ физику число, мѣра вѣсъ проникли въ химию: удѣльный вѣсъ представлялъ въ продолженіе многихъ

столѣтій единственную точку соприкосновенія физики съ химіей; затѣмъ появилась количественная химія, стехіометрія, законъ кратныхъ отношеній и, наконецъ, физическая химія съ химическою статикою, динамикою и термодинамикою.

Вообще, числовая передача свойствъ тѣлъ и математическое выраженіе химическихъ измѣненій — короче говоря, математика — проникли въ химію лишь благодаря примѣру и воздѣйствію физики и посредствомъ приборовъ физическихъ.

Введеніе математики въ химію составляетъ весьма крупную заслугу физики: первоначальная описательная химія превратилась въ точную науку; введеніе чиселъ требуетъ ясности, краткости и точности изложенія и содержанія. Уже надъ дверью академіи Платона стояла надпись: „Пусть никто, не знающій математики, не вступитъ въ этотъ домъ!“

О математикѣ, какъ необходимой составной части химіи, мечталъ уже 2000 лѣтъ спустя М. В. Ломоносовъ, написавъ еще въ 1741 г. свои „Elementa Chymiae Mathematicae“, а о связи химіи съ физикою онъ говоритъ (1764); „Химикъ безъ знанія физики подобенъ человѣку, который всего искать долженъ ощупомъ. И сіи двѣ науки такъ соединены между собою, что одна безъ другой въ совершенствѣ быть не могутъ“.

И еще Кант (1786) осуждаетъ химію, говоря, что каждая наука лишь постольку есть наука, поскольку она пользуется математикою, вслѣдствіе чего химія не можетъ считаться наукою.

И еще въ 90-ыхъ годахъ прошлаго вѣка, при возникновеніи современной физико-химіи, одинъ изъ ея организаторовъ (Оствальдъ) призывалъ химиковъ изучать высшую математику, какъ средство для достиженія болѣе высокихъ цѣлей въ химіи.

Для изученія физическихъ свойствъ химическихъ соединений химики получили необходимые методы и приборы отъ физиковъ. Въ свою очередь, химія способствовала развитію этихъ же приборовъ и инструментовъ открытіемъ и фабрикаціей новыхъ металловъ и металлическихъ сплавовъ, изобрѣтеніемъ и изготовленіемъ особыхъ стеколъ для оптическихъ приборовъ, до-

ставкою для изслѣдованій физиковъ чистыхъ и разнообразныхъ тѣлъ и т. д. Вообще можно сказать, что химія, обладая большимъ запасомъ опытнаго матеріала и большимъ числомъ изслѣдователей, открыла не только удивительное по множеству и разнообразію множество химическихъ тѣлъ, реакцій и наблюденій, но и цѣлый рядъ эмпирическихъ правилъ, связывающихъ физическія свойства тѣлъ съ ихъ строеніемъ. Физики, съ своей стороны, воспользовались этими наблюденіями и правилами химиковъ, чтобы построить теоретическія основанія, изъ которыхъ въ видѣ общаго математическаго закона получились тѣ же правила (какъ частные случаи) и новыя закономѣрныя отношенія.

Упомянемъ еще, что параллельно съ математикою проникли изъ физики въ химію и графическіе методы изображенія химическихъ результатовъ.

Нашъ бѣглый обзоръ „о вліяніи физики на развитіе химіи“ практически законченъ. Передъ нами возстало совмѣстное начало обѣихъ наукъ; мы видѣли дальнѣйшее развитіе ихъ, частью шедшее независимо другъ отъ друга; мы присутствовали, наконецъ, при объединеніи ихъ въ новую научную отрасль — современную физико-химію. Что дастъ намъ будущее развитіе обѣихъ наукъ? Какія ближайшія цѣли и задачи имѣютъ онѣ?

Своеобразное стеченіе факторовъ развитія физическихъ наукъ выдвинуло въ настоящее время задачи и теоріи, которыя невольно вызываютъ въ насъ сравненіе съ давнимъ прошлымъ обѣихъ наукъ. И наше время ищетъ освобожденія отъ множества фактовъ, созидая новыя и смѣлыя гипотезы, возрождая натурфилософію, ища объединенія отдѣльныхъ областей человѣческихъ знаній. Подъ тяжестью множества отдѣльныхъ познаній мы стремились къ единству — единству силъ и веществъ или еще дальше — къ единой міровой „субстанціи“, какъ приматери всего реальнаго, всего существующаго.

Но эта духовная потребность и, вмѣстѣ съ ней, эта теорія уже существовала у древнѣйшихъ натурфилософовъ. И дѣйствительно, достойно отмѣтить, какъ много общаго имѣетъ наша современная наука съ этой древней натурфилософіей. Вѣдь какъ измѣнилась наука и культура человѣческая за эти тысячелѣтія!

Не странно ли, что, несмотря на весь прогрессъ, основныя представленія нашихъ физическихъ наукъ въ существенныхъ частяхъ совпадаютъ съ представленіями этой глубокой старины? Господствуетъ ли здѣсь атавизмъ, относящійся къ идеямъ и представленіямъ о реальномъ мірѣ вообще? Или существуетъ для основныхъ представленій человѣчества о реальномъ мірѣ нѣкоторой законъ, опредѣляющій ихъ неразрушимость или вѣчность? Или запасъ этихъ идей ограниченъ, вслѣдствіе ограниченности человѣческаго ума? Нельзя ли назвать такими неразрушимыми, постоянными или общечеловѣческими идеями наши представленія о строеніи матеріи, объ атомахъ, объ элементахъ, о постоянствѣ вещества и силы, о первичной матеріи, о превращаемости матеріи и т. д.?

Этотъ круговоротъ физическихъ представленій, эта замѣчательная жизнеспособность нѣкоторыхъ представленій, то считающихся откровеніями генія, то опытами и новыми теоріями опровергнутыхъ и признанныхъ лжеученіемъ, то черезъ нѣкоторое время возрождающихся въ новой формѣ, — оказывается, напимѣрь, въ исторіи развитія идеи о „первичной“ матеріи или единствѣ вещества, а вмѣстѣ съ нею въ представленіи о силѣ и „невѣсомыхъ“ веществахъ. Обѣ серіи идей одинаково относятся къ физикѣ и къ химіи. Позвольте мнѣ привести нѣкоторыя хронологическія данныя, относящіяся къ этому вопросу.

#### Единство вещества (первичная матерія).

По Фалесу (624 — 548) вода — начало и основная причина всей дѣйствительности, у Анаксимена (588 — 524) воздухъ замѣняетъ роль воды.

Когда вода и воздухъ были переименованы въ элементы, Платонъ (427 — 347) вводитъ понятіе о первичной матеріи, *materia prima*, какъ общемъ основаніи четырехъ элементовъ и вмѣстѣ съ тѣмъ всѣхъ вещей.

Аристотель (384 — 322) — также приверженецъ первичной матеріи. Благодаря авторитету Аристотеля, въ продолженіе времени съ IV-го столѣтія до Р. Хр. до XVI-го сто-

лѣтія, идея о первичной матеріи прочно установилась въ химіи; она выразилась въ господствовавшихъ тогда алхимическихъ взглядахъ и повторяется во всѣхъ теоріяхъ этого періода, а погоня за превращеніемъ неблагородныхъ металловъ въ благородные является практическимъ результатомъ этого теоретическаго настроенія умовъ.

1661. Boyle: матерія состоитъ изъ отдѣльныхъ элементовъ, т. е. веществъ, не разлагаемыхъ на болѣе простыхъ тѣла и не превращаемыхъ одно въ другое. Возможность трансмутации металловъ, слѣдовательно, отпадаетъ, и вѣра въ трансмутацию постепенно исчезаетъ съ распространеніемъ вѣсовъ и количественныхъ методовъ.

1815. Prout возобновляетъ (вслѣдъ за появленіемъ атомной теоріи Дальтона) гипотезу о первичной матеріи: таковой онъ считаетъ водородъ, какъ самый легкій газъ, изъ котораго уплотненіемъ образованы остальные элементы; слѣдовательно, если атомный вѣсъ водорода = 1, то атомные вѣса другихъ элементовъ должны быть кратными числами.

1860—1865. Классическія изслѣдованія Stas'a даютъ слѣдующій результатъ: гипотеза Prout'a должна быть признана „*comme une pure illusion*“.

1869. Периодическая система элементовъ Менделѣева и L. Meyer'a.

Начиная съ 1878 г., N. Lockyer, основываясь на своихъ спектральныхъ наблюденіяхъ, высказываетъ и отстаиваетъ идею о диссоціации элементовъ и распаденіи ихъ на „первичную матерію“.

1882. Zaengerle принимаетъ, какъ первичную матерію, свѣтовой эфиръ съ атомнымъ вѣсомъ = 0.0001.

1885. Berthelot считаетъ существованіе первичной матеріи возможнымъ и видитъ въ периодической системѣ элементовъ подтвержденіе таковой.

1886. Crookes произноситъ рѣчь о генезисѣ элементовъ, въ которой развиваетъ идею о протидѣ, какъ первичной субстанціи, и съ помощью которой даетъ интересную спиралеобразную систему элементовъ.

1889 и 1895. Менделѣевъ энергично протестуетъ противъ злоупотребленій понятіемъ о первичной матеріи и противъ

привлеченія періодической системы элементовъ, какъ свидѣтельница въ пользу идеи о первичной матеріи—этого остатка классическихъ мукъ мысли.

Въ концѣ XIX вѣка, однако, физика и, въ частности, учение объ электричествѣ переживаетъ переворотъ, который вмѣстѣ съ открытіемъ элемента радія придаетъ вопросу о первичной матеріи совершенно новыя основанія.

1897. *Wiechert* устанавливаетъ опытнымъ путемъ, что катодные лучи суть скоро движущіяся и электрически отрицательныя частички, обладающія массою, а эта масса представляетъ малую дробную часть массы химической частицы.

1898. Чета *Curie* открываетъ элементъ радій, испускающій  $\alpha$ -лучи,  $\beta$ -лучи и  $\gamma$ -лучи.

1900.  $\beta$ -лучи радія суть не что иное, какъ катодные лучи (*Becquerel*),  $\alpha$ -лучи радія суть атомы гелія, соединенные съ положительнымъ электричествомъ (*Ramsay*).

Исслѣдованіями *Kaufmann*'а, *J. J. Thomson*'а и др. опредѣляется зарядъ іонизированныхъ газовъ, а равно масса этого заряда. *Stoney* предложилъ для электрическаго заряда названіе „электронъ“, а *J. J. Thomson*—„корпускула“. Электричество получаетъ атомистическую структуру.

Масса одного электрона (отрицательнаго заряда) = приблизительно  $\frac{1}{2000}$  одного атома водорода. *J. J. Thomson* въ смѣломъ обобщеніи создаетъ „корпускулярную теорію матеріи“: электронъ (корпускула) принимается за первичный атомъ, а агрегаціей электроновъ постепенно создаются атомы нашихъ элементовъ-веществъ. Посредствомъ электроновъ *J. J. Thomson* предпринялъ попытку созданія періодической системы элементовъ Менделѣева. (*J. J. Thomson*, „Корпускулярная теорія вещества“, 1908).

Матерія = электричество = энергія. Но этотъ результатъ можетъ быть обобщенъ. Еще недавно *O. D. Хвостовъ* показалъ, что термодинамика теоретически приводитъ къ результату, что всякая форма энергіи обладаетъ массою, и такъ какъ всѣ формы энергіи другъ другу эквивалентны (другъ въ друга превращаемы), то отсюда слѣдуетъ, что масса и энергія другъ другу эквива-

лентны (одна превращаема въ другую), что энергію можно превратить въ массу вѣсомую [одна масса (одно опредѣленное тѣло) можетъ быть превращена въ другую (въ другое тѣло)].

Но тогда законъ постоянства массъ при химическихъ реакціяхъ оказывается неточнымъ, а равно масса мѣняется съ температурою.

### Невѣсомыя вещества (импондерабиліи).

Теплота, или огонь, разсматривается Эмпедокломъ и Аристотелемъ, какъ активный элементъ, т. е. активныя качества (или, съ современной точки зрѣнія, какъ энергія).

По Эмпедоклу свѣтъ, какъ и всѣ воспринимаемыя нашими органами чувствъ явленія, вызывается особыми истечениями, идущими отъ источника свѣта къ нашему глазу. Аналогичными истечениями порождаются также звукъ, вкусъ и запахъ.

Подобно Эмпедоклу и Платонъ придерживается взгляда объ истеченияхъ свѣтовыхъ; то же предположеніе встрѣчается у Евклида (300 л. до Р. Хр.). Въ I столѣтіи до Р. Хр. знаменитый Лукрецій (въ своемъ источникѣ древнѣйшихъ ученій — въ поэмѣ „De rerum natura“) объясняетъ дѣйствіе магнита истечениями, исходящими изъ магнитнаго тѣла.

Черезъ 1500 лѣтъ это ученіе объ истеченияхъ (fluida) повторяется у Картезія (1596 — 1650), объясняющаго магнитныя дѣйствія особыми истечениями, а равно всѣ вообще явленія притяженія — истечениями матеріальными (Картезіи возобновляетъ также древнее ученіе о вихревыхъ токахъ для объясненія движенія планетъ вокругъ солнца). И у другого великаго поборника атомной теоріи, у Gassendi (1592 — 1665), встрѣчаются тѣ же взгляды на истечения матеріи изъ тѣлъ: нѣкоторая тонкая жидкость обуславливаетъ ощущенія свѣта, особая эманация своимъ прямымъ дѣйствіемъ вызываетъ притяженіе электрическое, а равно магнетическое; всемірае притяженіе похоже на магнитное и, слѣдовательно, также основано на эманаци

какой-то тонкой матеріи. Теплота и холодъ — это двѣ разныхъ матеріи: атомы матеріи холода имѣютъ форму тетраэдра, они вникаютъ въ поры жидкихъ тѣлъ и включаютъ атомы послѣдней такъ, что жидкость становится твердою (замерзаетъ); отъ уколовъ атомовъ холода и получается при сильномъ морозѣ чувство боли въ нашей кожѣ.

Gilbert (1600), основатель ученія о магнетизмѣ, рассматриваетъ послѣдній, какъ особую силу, свойственную тѣлу, но хотя онъ впервые вводитъ въ науку названіе „электрическая сила“, онъ объясняетъ электрическое притяженіе особыми истеченіями, „выдавливаемыми изъ тѣла треніемъ“.

Упомянемъ еще, что великій Isaac Newton (1643 — 1727), развивая свою теорію свѣта, основывается на эманации, т. е. что свѣтящее тѣло испускаетъ маленькія частицы, которыя, доходя до глаза, своими ударами вызываютъ ощущеніе свѣта. Эти атомы свѣта обладаютъ различною величиной, а именно: они имѣютъ наибольшіе размѣры для краснаго, наименьшіе для фіолетоваго свѣта.

А его болѣе счастливый противникъ Huyghens? И онъ прибѣгаетъ къ невѣсомой матеріи, только его теорія волнообразныхъ колебаній замѣняетъ свѣтовую матерію Ньютона свѣтовымъ эфиромъ!

Мы умышенно остановились на этихъ невѣсомыхъ веществахъ (эманацияхъ) физиковъ, чтобы очертить ту среду, тотъ періодъ развитія физическихъ наукъ, въ которомъ — несомнѣнно, подъ вліяніемъ ученій физиковъ — могла создаться въ химіи теорія флогистона. Шталь (1660 — 1743) — основатель первой научной системы въ химіи; его теорія флогистона впервые объединяетъ всѣ явленія горѣнія и кальцинаціи и рассматриваетъ эти важные химическіе процессы съ общей точки зрѣнія, а именно: всѣ горючія тѣла — уголь, сѣра, фосфоръ, органическія соединенія (спиртъ, сѣрный эфиръ), дерево, свинецъ, мѣдь, ртуть и т. д. — содержатъ общій принципъ — флогистонъ, составляющій причину горючести. При горѣніи онъ испускается изъ тѣлъ, истекаетъ, а остается продуктъ горѣнія — металлическая известь (calx), землистое вещество и т. д. Чтобы превратить,

напримѣръ, эту известь обратно въ металлъ, необходимо снова прибавить къ ней нѣкоторое количество флогистона:



Далѣе, всѣ легко воспламеняющіяся тѣла богаты флогистономъ, — напримѣръ, уголь; слѣдовательно, реакція обратима и прибавленіемъ угля къ извести металла можно возстановить металлъ.

Теорія флогистона была безусловна остроумна и полезна. Она и была вполнѣ правильна для своего времени, считаясь съ качественной стороной явленій горѣнія и объясняя таковыя. Когда мало-по-малу стала пробуждаться потребность въ изученіи количественной стороны, стали раздаваться возраженія противъ этой теоріи: вѣдь остатокъ — металлическая известь — вѣсилъ больше взятаго металла, несмотря на то, что флогистонъ уходилъ при горѣніи. Но всѣ были удовлетворены, когда флогистонъ снабдили отрицательнымъ вѣсомъ.

Но и теорія Ньютона объ испусканіи свѣтовыхъ атомовъ просуществовала около столѣтія, объясняя многое, до того времени необъясненное. Она уступила свое мѣсто лишь тогда, когда новое время и новые факты болѣе не могли быть согласованы съ этой свѣтовой матеріей.

Остановимся немного на этомъ мѣстѣ. Мы стоимъ здѣсь передъ своеобразнымъ фактомъ: химики, изучающіе строеніе матеріи въ продолженіе многихъ тысячелѣтій, во времена Ньютона еще считаются съ четырьмя элементами — качествами Аристотеля; теорія химіи еще не знаетъ ни одного вещественнаго элемента; напримѣръ, образцовый въ свое время химикъ Лемегу въ своемъ „*Сalles de Chymie*“ (1716) пишетъ, что первый принципъ всѣхъ составныхъ

\*) Если замѣнить слово „флогистонъ“ словомъ „энергія“ (или „теплота“), то, по современному выраженію, та же реакція окисленія металла писалась бы такъ:



тѣль „c'est un esprit universel“, „mais comme ce principe est un peu metaphysique, il est bon d'en établir de sensibles“ (стр. 2); таковыми являются: „l'eau, l'esprit (mercure), l'huile (ou soufre), le sel et la terre“. Но это не обыкновенныя или извѣстныя вещества: вода, ртуть, сѣра, соль и земля, т. е. мы ихъ не знаемъ, — значить, и они метафизическаго характера.

Однако, физики, изучающіе одновременно съ химиками матерію, въ частности ея качества, постепенно приходятъ къ десятку матерій—элементовъ, а именно: къ матеріи тепла, холода, магнетизма, электричества, свѣта (а свѣтовыхъ атомовъ должно быть 7 родовъ, въ связи съ 7 цвѣтами), всемірнаго тяготѣнія (а также вкусовыхъ, звуковыхъ и др. ощущеній).

Иными словами: химія дематериализовала матерію, превративъ ее въ качества, а физика пришла къ матеріализации качествъ и силъ, превративъ таковыя во множество особыхъ субстанцій. Впрочемъ, химія имѣла одну такую субстанцію—флогистонъ, обладавшій отрицательнымъ вѣсомъ.

Но вернемся къ нашему хронологическому обзору невѣсомыхъ субстанцій.

Упомянутая матеріализация силъ и энергій въ физикѣ продолжалась и въ XVIII вѣкѣ, т. е. и въ періодъ опытной и математической физики. Слѣдовательно, подобныя невѣсомыя матеріи устояли передъ опытами, они вошли въ составъ физическихъ теорій, а эти теоріи были полезны и цѣлесообразны.

Вслѣдъ за тѣмъ какъ Dufay (1734) установилъ различіе между положительнымъ и отрицательнымъ электричествомъ, — Desaguilliers ввелъ понятіе о „проводникахъ электричества“, Symmer (1759) развилъ теорію двухъ электрическихъ жидкостей, а въ противоположность тому В. Franklin (1765) предложилъ унитарную теорію, придалъ лишь одну электрическую субстанцію во вселенной.

Идея о субстанціальности теплоты оказалась въ высшей степени плодотворной. Представленіе о теплотѣ, какъ матеріи, играетъ роль въ работахъ Рихмана (друга и товарища Ломоносова въ нашей Академіи Наукъ), дававшій первые опытные матеріалы для возникновенія научной калориметріи: онъ впер-

вые установилъ правило для измѣренія теплоты двухъ неодинаково теплыхъ и смѣшанныхъ жидкостей (1750). Работу физика Рихмана продолжалъ знаменитый Black (англійскій химикъ), который (1763—1774) подъ вліяніемъ идеи о вещественности тепла создалъ калориметрію и установилъ опытнымъ путемъ: теплоемкость, удѣльную теплоту, теплоту плавленія и теплоту испаренія.

Тѣмъ же представленіемъ о теплотѣ руководствовались Lavoisier и Laplace при своихъ опытныхъ изслѣдованіяхъ (1780), а знаменитый изслѣдователь лучистой теплоты Leslie (1813) опредѣлилъ даже упругость и массу этой тепловой матеріи „съ тою же точностью и убѣдительностью, съ какою въ наше время исчисляются массы, скорости и средняя длина газовыхъ молекулъ“ (E. Mach).

Теорія о вещественности тепла вошла и въ составъ химіи. Тотъ же противникъ флогистона, Lavoisier, считаетъ\*) химическіе элементы—напримѣръ, кислородъ, водородъ—какъ бы бинарными, сложными тѣлами, состоящими изъ кислорода + теплородъ (oxigène + calorique), изъ водорода + теплородъ и т. д. И еще въ классическомъ руководствѣ химіи Гмелина („Handbuch der anorganischen Chemie“, I, 49, 1852) въ 1852 г. проводится дѣленіе элементовъ и тѣлъ: 1° на химію невѣсомыхъ веществъ, а именно: теплоты, свѣта, электричества и магнетизма, и 2° на химію вѣсомыхъ веществъ.

Лишь медленно совершался переворотъ въ этихъ представленіяхъ. Ученіе о теплотѣ вступило въ новый фазисъ развитія. Появилась механическая теорія теплоты, и тепловая энергія была опредѣлена, какъ энергія неправильнаго, беспорядочнаго движенія молекулъ веществъ.

Магнетизмъ былъ (по теоріи Ампера) сведенъ на электричество; Clausius и Maxwell объединили свѣтъ съ электричествомъ, и электромагнитная теорія свѣта опредѣлила электрическую природу свѣта. Такимъ образомъ, преждее мно-

---

\*) Въ своемъ «Traité élémentaire de Chimie» (Paris, 1793, стр. 200) онъ помѣстилъ особую главу подъ заглавіемъ: „Sur les combinaisons de la Lumière et du Calorique avec les différentes substances“.

жество было сведено на одно лишь „вещество“ — на электричество. Важнѣйшій успѣхъ новѣйшей физики состоитъ, по Clausius'у (1885), именно въ томъ, что число принимаемыхъ веществъ постепенно было уменьшено.

А нынѣ? Еще лѣтъ 10 тому назадъ, наряду съ веществомъ невѣсомымъ — электричествомъ, существовало вещество вѣсомое — матерія химиковъ, дифференцирующаяся на 70-80 самостоятельныхъ простыхъ матерій — элементовъ. Успѣхи физиковъ въ вопросѣ объ уменьшеніи четырехъ веществъ — силъ до одного (до электричества) должны были подѣйствовать и на химиковъ, обладающихъ многими десятками индивидуальныхъ простыхъ веществъ. Неужели эти химическіе элементы не разрушимы, не превращаемы другъ въ друга? Нѣтъ ли также единства матеріи, какъ есть единство силъ? Съ этой точки зрѣнія намъ станетъ понятнѣе, почему еще въ концѣ прошлаго вѣка такъ часто раздавались голоса химиковъ, физиковъ и натурфилософовъ въ пользу разрушенія и распаденія элементовъ, уменьшенія ихъ числа, существованія „первичной матеріи“ и синтеза изъ нея всѣхъ нынѣ извѣстныхъ элементовъ. Тогда и химики владѣли бы лишь однимъ веществомъ. Но и это положеніе дѣла врядъ ли могло бы на долгое время вполне удовлетворить умъ человѣческой. Почему намъ нужны два вещества: одно — особенное — для физиковъ, другое — отдѣльное — для химиковъ? Такой дуализмъ съ философской и психологической точки зрѣнія не можетъ быть признанъ окончательнымъ. Наше міросозерцаніе ищетъ объединенія, стремится къ монизму. Не существуетъ ли переходъ отъ одного вещества (отъ энергіи) къ другому (къ матеріи) и *vice versa*?

И вотъ мы подошли съ психологической точки зрѣнія къ послѣдней стадіи развитія физико-химическихъ наукъ — къ единству вещества съ энергіей, къ которому насъ уже привела современная электроника и термодинамика (см. стр. 46).

А между тѣмъ чутье древнихъ натурфилософовъ подсказывало имъ за 2400 лѣтъ до нашей эры первичную матерію, надъ которой, однако, издѣвались еще не такъ давно!

Птоломеева система міровъ, основанная на ученіи Аристотеля о неразрушимости и вѣчной неизмѣняемости небесъ,

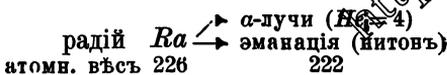
была приведена въ колебаніе, когда Галилей (въ 1604 г.) указалъ на появленіе новой звѣзды, исчезнувшей, однако, черезъ 18 мѣсяцевъ. Это было 300 лѣтъ назадъ въ макрокосмѣ.

А нынѣ не присутствуемъ ли мы при такомъ же переломѣ въ микрокосмѣ? Не предвѣщаетъ ли и въ немъ появленіе новыхъ звѣздъ-кометъ, предстоящей катастрофы? Дѣйствительно, наши понятія о вѣчности матеріи, о постоянствѣ элементовъ и недѣлимости атомовъ — не переживаютъ ли они въ настоящее время тѣхъ же сотрясеній? Міръ идей Аристотеля о четырехъ элементахъ палъ при появленіи новаго міра химическихъ элементовъ — веществъ Бойля. Восторжествовалъ этотъ міръ совмѣстно съ міромъ атомовъ Демокрита, открывъ человѣческому уму новые пути въ тайны природы и обогативъ культуру человѣческаго рода цѣнностями. Но уже имѣются вѣрныя примѣты начинающагося распаденія.

Когда стало очевиднымъ, что атомы, эти недѣлимые единицы, выбрасываютъ электроны (электрическіе атомы) и даже добровольно дезагрегируются, распадаются, появилось ученіе о сложной природѣ атома: онъ превратился у физиковъ въ агрегацію электроновъ.

Проложившее себѣ столь трудно дорогу ученіе Бойля объ элементахъ, какъ неразлагаемыхъ химическихъ индивидахъ, оказалось обобщеніемъ, нуждающимся въ оговоркахъ и ограниченіяхъ; напримѣръ, элементъ радій самопроизвольно разлагается на рядъ новыхъ элементовъ — на газы гелій и нитонъ и т. д.; элементъ уранъ самопроизвольно распадается на радій и его гомологи, элементъ торій подлежитъ такому же процессу распаденія. Слѣдовательно, химическій элементъ, въ общемъ, долженъ быть разсматриваемъ не какъ вещество неразложимое, а какъ вещество, до сихъ поръ еще не разложенное, или при извѣстныхъ и въ настоящее время употребленныхъ способахъ воздѣйствія не разлагающееся.

При обращеніи реакціи, — напримѣръ,



элементы нитонъ (222) + гелій (4) (+ электроны) должны перейти съ увеличеніемъ вѣса въ элементъ радій; иначе говоря, элементы подлежатъ не только анализу, но и синтезу и могутъ создаться съ увеличеніемъ массы.

Но электроны обладаютъ массою (около  $1/2000$  массы водороднаго атома); разъ вещественные атомы постепенно распадаются на электроны (электронную энергію), развѣ тогда не мыслимо обращеніе той же реакціи, именно: синтезъ атомовъ изъ электроновъ? И вотъ появилась смѣлая корпускулярная теорія J. J. Thomson'a; этотъ ученый за послѣднее десятилѣтіе неустанно развиваетъ теорію, состоящую въ томъ, что всѣ химическіе элементы произошли отъ агрегаціи электроновъ. Искомое единство природы такимъ образомъ, наконецъ, было бы достигнуто. Но не забудемъ, что все это мыслимо, но пока не реализовано опытомъ. „Невѣсомое“ вещество — электричество, электрическая жидкость — матеріализовалось. Вѣсомыя вещества, наши элементы, въ теоріи сведены на это „невѣсомое“ вещество. Но на опытѣ мы не имѣемъ ни одного факта, подтверждающаго обратный переходъ, а именно: дѣйствительную матеріализацію свѣта (лучистой энергіи) или электричества въ какой-либо вѣсомой химическій элементъ или вѣсомое тѣло.

Безъ сомнѣнія, громадныя успѣхи атомнаго ученія въ химіи повліяли на это новѣйшее развитіе физики, вызвавъ атомизацію энергіи. Упомянемъ, что (по ученію Weiss'a) дѣйствительно существуютъ магнитные атомы (магнетоны). Невольно возникаетъ мысль, что при дальнѣйшей обработкѣ и при болѣе интенсивномъ изученіи различныхъ формъ энергіи появятся еще новые роды атомовъ; что сегодняшнее единство скоро уступитъ мѣсто завтрашнему множеству, наравнѣ съ тѣмъ фактомъ, что химики, преслѣдуя идею о первичной матеріи и руководствуясь четырьмя элементами Аристотеля, постепенно непрестанной экспериментальной работою дошли до 80 и болѣе числа элементовъ и первичныхъ матерій. Въмѣсто интеграціи результатомъ оказалась дифференціація вещества. Представляютъ ли вѣсь электрона ( $\epsilon = 1/2000$  водорода) и его размѣры

(радіусъ  $\rho = 2 \times 10^{-13}$  см.) мыслимыя минимумы дѣленія „субстанцій“? Конечно, нѣтъ; это лишь предѣлъ временной. Уже теперь принимается для положительнаго электричества (электрона) бѣльшая масса, нежели для отрицательнаго электрона. И для теоретическаго синтеза химическихъ элементовъ Nicholson (1911) уже прибѣгаетъ къ четыремъ первичнымъ элементамъ (а именно: къ коронію  $= 0.513$ , водороду  $= 1.008$ , небулію  $= 1.6277$  и протофтору  $= 2.3607$ ).

Въ свое время, сто лѣтъ тому назадъ, въ химіи считалось непостижимымъ узнать строеніе (структуру) частицы или молекулы, — а съ пятидесятихъ годовъ прошлаго вѣка начинается блестящее развитіе именно структурной химіи. Семьдесятъ пять лѣтъ назадъ считали научной ересью мысль о синтетическомъ полученіи тѣлъ, изготовляемыхъ природою въ организмѣ растений и животныхъ, а черезъ полвѣка уже стали фабриковать таковыя на заводахъ. Тридцать лѣтъ назадъ высмѣивали van't Hoff'a, задумавшаго разгадать пространственную группировку атомовъ въ химической частицѣ: прошло нѣсколько лѣтъ, и стереохимія или химія въ пространствѣ (*la chimie dans l'espace*) оказалась новымъ плодороднымъ отдѣломъ химіи, давшимъ неожиданную научную жатву вплоть до нашихъ дней (напримѣръ, изслѣдованія А. Werner'a).

И нынѣ же мы являемся свидѣтелями новаго, еще болѣе отважнаго похода въ это царство химиковъ: послѣ того, какъ химики изучили самыя разнообразныя реакціи этихъ атомовъ, осуществивъ синтезы продуктовъ живого организма, установивъ внутреннюю связь атомовъ въ частицахъ и опредѣливъ родъ и вліяніе пространственной группировки ихъ, — физики, благодаря трудамъ которыхъ мы узнали о настоящей величинѣ (напримѣръ, о радіусѣ, объемѣ, о длинѣ пути и т. д.) атомовъ и частицъ, собираются приступить къ изученію реакцій анализа и синтеза элементовъ, структурной и стереохиміи атомовъ. Удастся ли это? Появятся ли скоро такія структурныя формулы атомовъ и сложныя химическія тѣла? Какую роль будутъ играть въ этой новой атомной наукѣ физики и химики? Если физики дадутъ экспериментальныя спо-

собы синтеза атомовъ и элементовъ, сумѣютъ ли химики воспользоваться этими указаніями для практическаго ихъ примѣненія, для технической фабрикаціи этихъ элементовъ, для искусственнаго приготовленія металловъ, — на примѣръ, столь необходимаго желѣза и столь желаннаго золота?

Трудно быть пророкомъ въ этомъ случаѣ. Но одно ясно: въ симбіозѣ физики и химіи вновь ощущается настоящая необходимость. Обѣ науки въ дружномъ, совмѣстномъ развитіи снова призваны къ производству новыхъ открытій, предназначенныхъ не только видоизмѣнять взгляды наши на природу, но, можетъ быть, и осуществить древнія мечты человечества и создать новыя формы и условія для человеческой культуры.

Укажу еще на своеобразное стеченіе обстоятельствъ. Три столѣтія назадъ новое экспериментальное направленіе физики и блестящіе успѣхи механики способствовали химіи эмансипироваться отъ прежняго ига Аристотеля. Если химія въ эту знаменательную эпоху стала опытною наукой, трезво относящейся къ природѣ и мало-по-малу освобождающейся отъ идеи трансмутациі металловъ и отъ мистицизма, то это произошло не въ меньшей мѣрѣ вслѣдствіе примѣра трезвой и опытной физики. А нынѣ? Современные успѣхи физики въ новой формѣ возрождаютъ идеи о трансмутациі, вынуждая и химію XX вѣка заниматься этимъ вопросомъ, исходя изъ первичной матеріи!

Подойдя къ этимъ широкимъ перспективамъ, я кончаюмой обзоръ вліянія физики на развитіе химіи. Это вліяніе есть взаимное. Я позволилъ себѣ назвать это взаимное отношеніе обѣихъ наукъ симбіозомъ. И эти двѣ науки, какъ бы двухъ различныхъ направленій, жили и живутъ совмѣстно, оказывая другъ на друга полезное вліяніе и способствуя другъ другу развитію.

Обѣ науки создали новые идеалы культуры; обѣ науки измѣнили прежнія тяжелыя условія жизни, создали новый строй вещественнаго міра.

Нашъ обзоръ намъ показалъ, что обѣ науки, хотя исчисляють свое существованіе тысячелѣтіямъ, являются вѣчно молодыми какъ по запасу великихъ практическихъ задачъ,

такъ и по запасу волнующихъ физическую науку неразрѣшенныхъ вопросовъ и характеризующихъ нашъ культурный періодъ смѣлыхъ идей. Зная прошлое равномерное развитіе обѣихъ наукъ, мы не станемъ впадать въ ошибку, предполагая, что современное состояніе представляетъ предѣлъ развитія, что наши современные научныя цѣнности, удивительныя по своимъ размѣрамъ, не подлежатъ дальнѣйшимъ измѣненіямъ, что ихъ курсъ на биржахъ всемірной исторіи и культуры твердъ. Нѣтъ, блестящее современное состояніе обѣихъ наукъ, взятое вмѣстѣ съ равномернымъ ростомъ физики и химіи за тысячелѣтія, широкіе размѣры новыхъ научныхъ горизонтовъ и избытокъ открытыхъ вопросовъ создастъ для насъ рядъ новыхъ идеаловъ, призывающихъ насъ всѣхъ къ усиленной работѣ!

Съ этой точки зрѣнія я считаю свою рѣчь привѣтственной: я счастливъ привѣтствовать Васъ, Милостивыя Государыни и Милостивые Государи, съ совмѣстной дружной и плодотворной работой, — работой, проникнутой свѣтлыми идеалами, вытекающими изъ развитія наукъ физической и химической.





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. *І. 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. класс.*). 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*

**ВОЛЬЦАНО, 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 о безконечности и его разновидностихъ. *Педагогическій Сборникъ*.

**БОРЕЛЬ, Э.** проф. Элементарная математика. Въ обработкѣ проф. *В. Штѣккеля*. 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. *В. Веберомъ*. XXIV+666 стр. больш. 8°. Съ 38 черт. 2-е изд. 1911 г. Ц. 4 р.

Въ все время видяте передъ собой мастера своего дѣла, который съ любовью показываетъ великія творенія челоѣческой мысли, извѣстными ему съ точчайшими подробностями. *Педагогическій Сборникъ*.

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

Книга I. Основанія геометріи.\* Состав. *І. Вельштейна*. 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. Мат. Е. Пр.*

\*Изданія, отмѣченныя звѣздочкой, признаны Учен. Ком. Мин. Нар. Просв. подлежащими внесенію въ списокъ книгъ, заслуживающихъ вниманія при пополненіи ученическихъ библиотекъ 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. *И. 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 ирраціональныя 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 содержанию 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 упражненій, бедна матеріала и — научность изложенія. *Технич. и Коммерч. Образованіе.*
- КАГАНЪ, В.** прив.-доц. Задача обоснованія геометріи въ современной постановкѣ. Рѣчь, произнесенная при защитѣ диссертации 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 Всероссійскаго 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.  
Книжки, подобныя труду Клейна, должны быть настоятельными: онѣ являются рѣдко. *Технич. и Коммерч. Образованіе.*
- КОВАЛЕВСКІЙ, 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.*
- КОВАЛЕВСКІЙ, 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 боннскаго 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. Славинскаго*. 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.“ Кэджори. *Восточникъ Воспитанія.*
- ЛЕНЦМАННЪ, 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.  
Производитъ впечатлѣніе гармоничнаго дѣлаго и читается съ большимъ интересомъ. *Русская Школа*.
- Русская математическая бібліографія.** 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.
- ФИЛИПОВЪ, А. О.** Четыре ариѳметическія дѣйствія. Числа натуральныя. 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. *Г. Левицкова*, 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 „Матезистъ“... 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. 30 к.  
Систематически оставленный сводъ наиболее удачныхъ, типичныхъ и поучительныхъ опытовъ. *Вѣстникъ и Библиотека Самообразования*  
Часть II: 434+LXXV стр. 8°. Свыше 400 рис. 2-е изд. 1910. Ц. 2 р. 75 к.  
Мы надѣемся, что разбравшійся 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+60 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 электроиндукціи. Рѣчь, произн. по случаю полученія Нобелевской премии, съ дополн. автора. Пер. съ рукон. *Л. Мандельштама* и *Н. Папалекси*, со вступит. 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<sup>о</sup>. 1909. Ц. 25 к.  
Изъ брошюры К. Бруни читатель выноситъ много цѣнныхъ свѣдѣній въ сферѣ ва-  
прутныхъ вопросовъ. *Физикъ-Любитель*
- ВЕТЭМЪ, 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*. Нѣскольکو мыслей о новой теоріи вещества. VIII+277 стр. 8<sup>о</sup>.  
Съ 5 порт. и 39 рис. 2-е изд. 1912. Ц. 2 р.  
...рисуетъ читателю дѣйствительно захватывающую картину грандіозныхъ завое-  
ваній человѣческаго гениа. *Современный Миръ*.
- ВЕЙНБЕРГЪ, Б. П. проф.** Снѣгъ, иней, градъ, ледъ и ледники \*.  
IV+127 стр. 8<sup>о</sup>. 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 есте-  
ственно-научныхъ вопросахъ \*. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *Н. П. Ка-  
стераина*. VI+69 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 3 цвѣт. табл. 1911. Ц. 60 к.  
Все это дѣлаетъ книгу интересной какъ для лицъ, желающихъ только ознако-  
миться съ явленіями цвѣтной фотографіи, такъ и для лицъ, серьезно заинтересо-  
ванныхъ этимъ вопросомъ. *Естествознание и Географія*.
- ГЕРНЕТЪ, В. А.** Объ единствѣ вещества. 46 стр. 16<sup>о</sup>. 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<sup>о</sup>.  
Ц. 30 к.  
... Книга, принадлежащая перу одного изъ мѣлководныхъ 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<sup>о</sup>. 1910. Ц. 25 к.  
Однимъ изъ лучшихъ обзорныхъ... Онъ содержитъ, въ сжатомъ видѣ, исторію от-  
крытія спектральнаго анализа и дальнѣйшаго ея развитія до нашихъ дней.  
*Журн. Мин. Н. Пр.*
- КЛОССОВСКІЙ, А. заслуж. проф.** Основы метеорологіи. \* XVI+527 стр.  
больш. 8<sup>о</sup>. Съ 199 рис., 2 цвѣтн. и 3 черн. табл. 1910. Ц. 4 р.  
Честь и слава „*Mathesis*“ за изданіе этой прекрасной книги, которую можетъ гор-  
диться русская наука. *Ж. М. Н. Пр.*
- КЛОССОВСКІЙ, А. заслуж. проф.** Современное состояніе вопроса о  
предсказаніи погоды. 52 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 4 черт. 1913. Ц. 40 к.
- КЛОССОВСКІЙ А. заслуж. проф.** Физическая жизнь нашей планеты на  
основаніи современныхъ воззрѣній. \* 46 стр. 8<sup>о</sup>. 2-е изданіе, испр. и  
дополн. 1908. Ц. 40 к.  
Рѣдко можно встрѣтить неложное, въ которомъ въ такой степени соединялось бы  
высокая научная эрудиція съ картинностью и увлекательностью рѣчи. *Педагоги-  
ческий 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<sup>о</sup>. Съ 11 рис. 1912. Ц. 40 к.  
Авторы отдавали все возможное, чтобы разъяснить неспециалисту сущность прин-  
ципа 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 томъхъ больш. формата 892  
стр. Съ 799 рис. и 6 отд. цвѣтн. табл. 1908. Ц. 7 р. 90 к.  
Нельзя не приветствовать этого интереснаго изданія. Книга читается легко; содер-  
жить весьма удачно подобранный матеріалъ и обильно снабжена хорошо выпол-  
ненными рисунками. Переводъ никакихъ замѣчаній не вызываетъ. *Ж. М. Н. Пр.*
- ЛИНДЕМАНЪ, Ф. проф.** Спектръ и форма атомовъ. Рѣчь ректора Мюн-  
хенскаго университета 23 стр. 16<sup>о</sup>. 2-е изд. Ц. 15 к.
- ЛЮДЖЪ О., проф.** Мировой эфиръ. Пер. съ англ. подъ ред. прив.-доц.  
*Д. Д. Хмырова*. IV+216 стр. 16<sup>о</sup>. Съ 12 рис. 1911. Ц. 80 к.  
Въ этой, чрезвычайно интересной книгѣ, проводится мысль, что „мировой эфиръ  
есть непрерывное, несжимаемое, недеформируемое основное вещество или совершен-  
ная 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.** Свѣтотворныя 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.  
Завлекательная 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 вещества.** 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 техникѣ“. Пер. съ англ. и нѣм. VIII+116 стр. 8°. Съ 73 рис. 3-е изданіе. 1912. Ц. 60 к.  
Книжка, воочью показывающая, какъ люди истиннаго знанія, не леговой только науки, умѣютъ распоряжаться научнымъ матеріаломъ при его популяризаціи. *Русская Школа.*
- ПЛАНКЪ, М. проф.** Отношеніе новѣйшей физики къ механистическому міровоззрѣнію. Пер. съ нѣм. *І. Левинтова*, подъ ред. „*Вѣст. Оп. Ф. и Эл. М.*“ 42 стр. 16°. 1911. Ц. 25 к.  
... Планкъ разъясняетъ теорію относительности, указываетъ, что ея методы удобны и универсальны... *Естествознаніе и Географія*
- ПЮНТИНГЪ, 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 повѣдливной жизни не оставляетъ желать большаго. *Природа.*
- РАМЗАЙ, В. проф.** Благородные и радиоактивные газы. Пер. подъ ред. „*Вѣстн. Оп. Ф. и Эл. 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 всеми преимуществами многочисленныхъ популярнѣйшихъ сочиненій знаменитаго профессора Болоньскаго 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 колебаній. Пер. съ нѣм. подъ ред. „*Вѣст. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“ 41 стр. 8°. Съ 36 рис. Ц. 40 к.  
Объ брошюры принадлежатъ перу большаго анатома предмета и выдвигающагося самостоятельнаго работника въ области практическаго примѣненія электрическихъ колебаній. *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. *І. Левинтова*, подъ ред. „*Вѣст. Оп. Ф. и Эл. М.*“ VIII+162 стр. 8°. Съ 29 рис. 1910. Ц. 1 р. 20 к.  
Вся книга, а въ особенности части, содержащія личныя изслѣдованія автора, читаются съ неслабѣвающимъ интересомъ. *Физическое Обозрѣніе.*

**ТОМПСОНЪ, СИЛЬВАНУСЪ**, проф. Добываніе свѣта \*. Общедоступная лекція для рабочихъ, прочитанная на собраніи Британской Ассоціаціи 1906. Пер. съ англ. VIII+88 стр. 16<sup>о</sup>. 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. 8<sup>о</sup>. Съ 1 рис. и 1 табл. 1911. Ц. 80 к.

... содержаниемъ 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. 8<sup>о</sup>. Съ 41 рис. и 2 табл. 3-е изд. 1909. Ц. 75 к.

Изящно написанный 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. I. Левинтова подъ ред. проф. *М. Д. Сидоренко*. VIII+104 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 6 черт. 1912. Ц. 80 к.

**МАМЛОКЪ, Л.** д-ръ. Стереохимія. (Ученіе о пространственномъ расположеніи атомовъ въ молекулѣ). Пер. съ нѣмецк. подъ ред. проф. *П. Г. Меликова*. VIII+164 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 58 рис. 1911. Ц. 1 р. 20 к.

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

**ПЕШЛЬ, 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. 8<sup>о</sup> 1912. Ц. 75 к.

**РАМЗАЙ, В.** проф. Введеніе въ изученіе физической химіи. Пер. съ англ. подъ ред. проф. *П. Г. Меликова*. VIII+76 стр. 16<sup>о</sup>. 1910. Ц. 40 к.

Главный интересъ обзора конечно въ томъ, что онъ отдѣляетъ крупнымъ самостоятельнымъ изслѣдованіемъ въ этой области. *Педагогическій Сборникъ.*

**СМИТЪ, А.** проф. Введеніе въ неорганическую химію. Пер. съ англ. подъ ред. проф. *П. Г. Меликова*. XVI+840 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 107 рис. 1911. Ц. 3 р. 50 к.

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

**УСПѢХИ ХИМИИ**. Сборникъ статей о важнѣйшихъ изслѣдованіяхъ послѣдняго времени въ общедоступномъ изложеніи подъ ред. „Вѣстн. Оп. Физ. и Элем. Мат.“. Вып. I. VIII+240 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 83 рис. 1912 г. Ц. 1 р. 50 к.

**ЦЕНТНЕРШВЕРЪ, М. Г.** Очерки по исторіи химіи. Популярно-научныя лекціи. XVI+318 стр. 8<sup>о</sup>. 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. Ковор. Унив. *А. I. Коншина* подъ ред. проф. *П. Г. Меликова*. Пер. съ нѣм. VIII+172 стр. 8<sup>о</sup>. 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. 8<sup>о</sup>. Съ 60 рис. 2-е изд. 1912. Ц. 1 р. 75 к.

Книга чрезвычайно интересна и богата содержаниемъ. *Педагогическій Сборникъ.*

**БОЛЪ, Р. С.** проф. Вѣка и приливы. Пер. съ англ. подъ ред. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. IV+104 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 4 рис. и 1 табл. Ц. 75 к.

... настоящее изданіе „Mathesis“ слѣдуетъ приготовить наравнѣ съ прочими, какъ почетнымъ, заслуживающимъ распространенія и серьезнаго вниманія, издаваніемъ въ русскую науку. *Русская Школа.*

**ВИХЕРТЪ, Э. проф.** Введение въ геодезію \* Пер. съ нѣм. IV+95 стр. 16<sup>о</sup>.  
Съ 41 рис. 2-е изд. 1912. Ц. 35 к.

Излагаютъ основы нижней геодезіи, имѣя въ виду пользование ею въ шведѣ въ качествѣ практическаго пособия... Изложене очень сжато, но полно и последователь-  
тельно. *Вопросы Физики.*

**ГРАФФЪ, К. Комета Галлея \*** Пер. съ нѣм. X+71 стр. 16<sup>о</sup>. Съ 13 рис. и  
2 отд. табл. Изд. второе испр. и доп. 1910. Ц. 30 к.

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

**Галлеева комета въ 1910 году.** *Общедоступное изданіе.* Содержаніе:  
О вселенной—О кометахъ—О кометѣ Галлея. 32 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 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<sup>о</sup>. Съ 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<sup>о</sup>. Со многими рис. и  
1 цвѣтн. табл. 1912. Ц. 2 р.

Книгу эту можно рекомендовать всякому, кто хочет знать состояніе науки о Марсѣ  
въ настоящее время; читается она легко и вполне доступна для средняго, знако-  
маго съ астрономіей, читателя. *Известія Р. О-ва Любителей Мирозданія.*

**НЬЮКОМЪ, С. проф.** Астрономія для всѣхъ \*. Пер. съ англ. подъ ред.  
и съ предисл. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго.* XX+288 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 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. *Вестникъ Воспитанія.*

## Б И О Л О Г И Я.

**ВЕРИГО, Б. проф.** Единство жизненныхъ явленій. (*Основы общей био-  
логіи I.*) VIII+276 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 81 рис. 1912. Ц. 2 р.

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

**ВЕРИГО, Б. проф.** Биологія клѣтки, какъ основа ученій о зароды-  
шевомъ развитіи и размноженіи. (*Основы общ. биологій II*) IV+336  
стр. 8<sup>о</sup>. Съ 60 рис. 1913. Ц. 2 р. 50 к.

**ЛѢВЪ, Ж. проф.** Динамика живого вещества. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф.  
*В. В. Завьялова.* VIII+352 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 64 рис. 1910. Ц. 2 р. 50 к.

Классическая книга Лѣва, отъ чтенія которой трудно оторваться, устанавливаетъ  
вѣки достигнутаго въ познаніи динамики живого вещества. *Русское Возрожденіе.*

**ЛѢВЪ, Ж. проф.** Жизнь. Пер. съ нѣм. 30 стр. 8<sup>о</sup>. 1912. Ц. 30 к.

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

**УШИНСКИЙ, Н. проф.** Лекціи по бактериологіи VIII+135 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 34  
черн. и цвѣтн. рис. на отдѣльн. табл. 1908. Ц. 1 р. 50 к.

**Успѣхи биологій.** Сборникъ статей о важнѣйшихъ изслѣдованіяхъ послѣдняго  
времени. Вып. I. Подъ ред. проф. *В. В. Завьялова.* IV+244 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 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 повседневнымъ  
опытомъ. Пер. съ нѣм. VIII+193 стр. 8<sup>о</sup>. Съ 67 рис. Ц. 1 р. 20 к.

Материалъ подобранъ интересный. *Зур. Мис. Н. Пр.*

**ГАССЕРТЪ, К. проф.** Изслѣдованіе полярныхъ странъ.\* Исторія путе-  
шествій 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. унив. *И. И. Боргмана*. IV+486 стр. 8°. Съ 87 рис. и портр. Галилея. 1913. Ц. 3 р.
- НИМФЮРЪ, Р.** Воздухоплаваніе. \* Научныя основы и техническое развигіе. Пер. съ нѣм. VIII+161 стр. 8°. Съ 52 рис. 1910. Ц. 90 к.  
 Въ книгѣ собранъ весьма обширный описательный матеріаль. *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 18 отд. порт. 1909. Ц. 1 р. 50 к.  
 Книга касается интереснѣйшихъ вопросовъ о природѣ. *Педагогическій Сборникъ*.
- ТРЕЛЬС-ЛУНДЪ, проф.** Небо и мировоззрѣніе въ круговоротѣ времени. Пер. съ нѣм. IV+233 стр. 8°. 1912. Ц. 1 р. 50 к.  
 ... астрологія и астрономія, 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.
- ШМИДЪ, Б.** проф. Философская хрестоматія. Пер. съ нѣм. *Ю. А. Говсвева*, под. ред. и съ пред. проф. *Н. Н. Ланге*. VIII+172 стр. 8°. 1907. Ц. 1 р.  
 ... Для человѣка, занятаго самообразованиемъ и немного знакомаго съ философіей и наукой, она (книга) даетъ разнообразный и интересный матеріаль. *Вопросы философіи и психологіи*.
- ЩУКАРЕВЪ, А.** проф. Проблемы теоріи познанія въ ихъ приложенія къ вопросамъ естествознанія и въ разработкѣ его методами. IV+137 стр. 8°. Ц. 1 р.

Имѣется на складѣ:

- ВИЛЬЦЪ, Г. и В.** Упражненія 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 ТРЕБОВАНИЯМИ ОБРАЩАТЬСЯ

**ВЪ ГЛАВНЫЙ СКЛАДЪ ИЗДАНИЙ „МАТЕЗИСЪ“.**

*Одесса, Стурдзовскій пер., д. № 3а.*

ПОДРОБНЫЙ КАТАЛОГЪ ИЗДАНИЙ 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. Просянниченко* (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.

**КОЛЬРАУШЪ**, проф. Краткое руководство къ практическимъ занятіямъ по физикѣ.

Переводъ съ нѣмецкаго прив.-доц. Д. Д. Хильрова 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. таблиц. и многочислен. рис. въ текстѣ. 1914 г. Ц. 2 р. 50 к.

**МИ Г.**, проф. Курсъ электричества и магнетизма. Экспериментальная физика мирового эира для физиковъ, химиковъ и электротехниковъ.

Разрѣшенный авторомъ переводъ съ нѣмецкаго О. О. Соколова подъ редакціей заслуженнаго проф. О. Д. Хвольсона. Въ двухъ частяхъ. XII + 846 стр. 8°. Съ 361 рис. 1914 г. Ц. 6 р.

**УСПѢХИ АСТРОНОМИИ.**

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

**ЧЕЗАРО Е.** Элементарный учебникъ алгебраическаго анализа и исчисления 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 : элементарной математики. Статьи, посвященныя вопросамъ преподаванія математики физики. Опыты и приборы. Изъ записной книжки преподавателя. Научная хроника. Чужины извѣстій. 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. 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, выпускающіе 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. Отдѣльныя номера текущаго семестра по 30 к., прошлыхъ семестровъ по 25 к.

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



Цѣна 50 коп.



ООО "Старый мир"  
35- *[Signature]*



<http://mathesis.ru>

Типографія „ТЕХНИКЪ“.  
Одесса, Екатерининская, 58