

1709

с-33

ЕДИНСТВО ФИЗИЧЕСКИХЪ СИЛЬ

ОПЫТЪ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ФИЛОСОФІИ

А. СЕККИ

ДИРЕКТОРА РИМСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ, ПРОФЕССОРА АСТРОНОМИИ И ЧЛЕНА МНОГИХЪ ЕВРОПЕЙСКИХЪ УЧЕНЫХЪ ОБЩЕСТВЪ

Съ 56 рисунками въ текстѣ

ПЕРЕВОЛЬ

СО 2-ГО ИСПРАВЛЕННОГО И ДОПОЛНЕННОГО АВТОРОМЪ ИЗДАНИЯ

Ф. НАВЛЕНКОВЪ.

Къ ПЕРЕВОДѢ ПРИЛОЖЕНЫ ДВѢ ПУБЛИЧНЫЯ ЛЕКЦІИ: Соотношніе
между физическими и жизненными силами А. Баркера
и Роль воображения въ развитии естественныхъ наукъ
Д. Тиндалля.

ПРОВЕРКА. 47



ВЯТКА.
ПЕЧАТНЯ И ИЗДАНИЕ КРАСОВСКАГО.

1873.



рода. Можно ли еще сомневаться въ томъ, что мозгъ есть ничто иное какъ машина, назначенная для превращенія потенциальной энергіи пищи въ дѣятельную энергию мысли, и есть ли какое нибудь основаніе отвергать соотношеніе интеллектуального процесса съ другими естественными силами природы? Если намъ еще не извѣсты обстоятельно пути и фазы, черезъ которые проходитъ этотъ процессъ, если это соотношеніе еще нами не измѣreno, то отсюда никакъ нельзя заключать о несостоительности закона. Подтверждаемъ самыми разнородными доказательствами, онъ остается неизменнымъ. Что же касается до его численного опредѣленія, то это не болѣе какъ вопросъ времени....

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Отъ переводчика.

Предисловія къ двумъ первымъ изданіямъ этой книги (итальянскому и французскому).

V.

XXI.

XXX.

ОТДѢЛЪ I.

ТЕПЛОТА.

I.—Предварительныя замѣчанія и общіе законы теплоты	1.
II.—Историческій очеркъ развитія механической теоріи теплоты	5.
III.—Превращеніе движенія въ теплоту	11.
IV.—Превращеніе теплоты въ движение	14.
V.—Слѣдствія изъ предыдущихъ фактovъ. Ненамѣренность механическаго эквивалента теплоты	17.
VI.—Общее понятіе о различныхъ состояніяхъ тѣлъ на основанії динамической теоріи теплоты	28.
VII.—О жидкокомъ и твердомъ состояніи тѣлъ	36.
VIII.—Отступленіе по поводу нѣкоторыхъ явленій, обнаруживающихъ внутреннее движеніе матеріи и ея диффузивную силу	43.
IX.—Приложеніе предыдущей теоріи къ объясненію главныхъ явленій, относящихся къ плавленію и испаренію.—Абсолютный нуль температуры	50.
X.—О переходѣ тѣлъ изъ твердаго состоянія въ жидкое и обратно.—Напряженность частичныхъ дѣйствій сравнительно съ силой тяготѣнія	59.
XI.—О химическомъ разложеніи дѣйствіемъ теплоты и о количествѣ теплоты, содержащейся въ газахъ	65.
XII.—О нѣкоторыхъ физическихъ свойствахъ тѣлъ, рассматриваемыхъ съ точки зрѣнія механической теоріи теплоты	72.
XIII.—Обмѣнъ теплоты между тѣлами различной химической природы: законъ химическихъ эквивалентовъ	84.
XIV.—Теплота, отдѣляемая при химическихъ реакціяхъ	95.
XV.—Краткій обзоръ первого отдѣла и общее заключеніе	104.

ОТДѢЛЪ II.

СВѢТЪ.

I.—Главныя явленія, зависящія отъ свѣтовыхъ лученій.—Многочисленность лученій	112.
II.—Различная теорія свѣта.—Теорія истеченія	117.
III.—Теорія волнообразныхъ движений.—Общія понятія объ эфирѣ	124.
IV.—Матеріальность эфира: обмѣнъ движенія между этой жидкостью и вѣсомой матеріей.—Степень поглощенія тѣлами свѣта	138.
V.—Химическая дѣятельность свѣта. Флуоренція и Фосфоренція	149.
VI.—О механическихъ дѣйствіяхъ свѣтовыхъ лучей.—Гипотеза о внутреннемъ строеніи тѣлъ, вытекающая изъ теоріи эфира	155.
VII.—О нѣкоторыхъ свойствахъ волнообразного движенія эфира въ однородныхъ средахъ.—Поляризациія свѣта	171.
VIII.—О непрозрачности тѣлъ и въ особенности о дѣятельности на свѣтъ металловъ	178.
IX.—О прохожденіи свѣта черезъ твердые среды неоднородной упругости.—Двойное преломленіе	187.
X.—Общіе выводы изъ втораго отдѣла	194.

II

ОТДѢЛЬ III.
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.

I.—Общее понятие объ электрической силѣ.—Ея отталкивающая способность.	199.
II.—Первые изысканія о природѣ электрическаго тока.—Электродинамическая дѣйствія.	205.
III.—Теплорѣдкія дѣйствія тока.	211.
IV.—О происхожденіи тока въ батарѣѣ.	224.
V.—Отношеніе между химическими дѣйствіями тока и теплотой въ батарѣѣ.	240.
VI.—Объ электричествѣ, отдѣляемомъ теплотой (термо-электричество).—Общая теорія теплоты.	251.
VII.—Распространеніе электричества въ тѣлахъ.—Результаты, добывшіеся изслѣдованиемъ фактовъ телеграфной практики.	267.
VIII.—Индуктированные токи.	279.
IX.—Разрѣщеніе нѣкоторыхъ возраженій противъ предыдущей теоріи.	298.
X.—Электростатическая явленія.—Общія понятія объ электрическомъ напряженіи и его дѣйствіяхъ.	307.
XI.—Продолженіе электростатическихъ теорій.—Индукція, притяженія и отталкиванія.—Электрическая разряженія.—Атмосферное электричество.	325.
XII.—Электродинамическая притяженія и отталкиванія.—Магнитная дѣйствія.	339.
XIII.—Продолженіе предыдущей главы.—Земной магнетизмъ.	348.
XIV.—Діамагнетизмъ.—Дѣйствія магнетизма на прозрачныя тѣла.	357.
XV.—Обзоръ предыдущаго и заключеніе.	371.

ОТДѢЛЬ IV.

СТРОЕНИЕ МАТЕРИИ.

I.—Введение	388.
II.—Структура тѣль.—Непроницаемость, скважность, дѣлимость.—Атомическая теорія.	392.
III.—Притягательные силы вообще.—Какимъ образомъ ихъ можно вывести изъ механическихъ движений.	405.
IV.—Приложение предыдущихъ началь къ обыкновенному частичному притяжению и химическому сродству.	418.
V.—Всемирное тяготеніе.	436.
Заключение.	451.

ПРИЛОЖЕНИЕ

І.

Роль воображения въ развитіи естественныхъ наукъ, рѣчь Тиндалля. 461.

ІІ.

Соотношеніе между жизненными и физическими силами, публичная лекция Баркера. 489.



мымъ установить неопровергимымъ образомъ вышеприведенную теорему. Наконецъ всяко затруднение на этотъ счетъ окончательно падаетъ при разсмотрѣніи аналогичныхъ явленийъ, представляемыхъ акустикой, такъ какъ въ то время уже положительно было известно существование настоящихъ звуковыхъ тѣлъ. Наконецъ не доказали ли дифракционныя полосы Гриальди и другой способности лучей изгибаться вокругъ непрозрачныхъ тѣлъ.

Оптика Ньютона, безъ сомнѣнія, составляетъ неистребимый памятникъ его колоссальнаго гenia; тѣмъ не менѣе ее позволительно сравнивать съ машиной, которая можетъ действовать успѣшио только въ рукахъ своего изобрѣтателя. Преданье говоритъ, что лукъ Улисса могъ натягиваться только героями; то же самое примѣняется и къ матеріальной теоріи свѣта. Ньютонъ былъ единственный математикъ, которому, при помощи остроумныхъ гипотезъ, было подъ силу натянуть различныя явлѣнія на туину тетиву его несостоятельнаго учения. Значительное число особыхъ силъ, понадобившихся для объясненія каждого изъ новыхъ открытий—вотъ ахиллесова пята его теорій; и чѣмъ жюноческіе лениѣ были наблюдены, чѣмъ сложнѣе становились явленія, тѣмъ сильнѣе возрастали для нихъ затрудненія; наконецъ, когда понадобилось дать рациональную теорію поляризации и двойного преломленія, они достигли своего алогія; самые горячие партизаны старой системы увидѣли ея несостоятельность и должны были принять гипотезу волнъ, которая одна только позволяла свести всѣ известныя факты къ простымъ и общимъ законамъ, оставлявшимъ далѣо позади себя несовершенныя, шаткія и произвольныя толкованія Ньютоновской доктрины^{*)}.

Разставаясь здѣсь съ теоріей истеченій и приступая къ разъясненію сущности системы волнообразнаго движенія, мы будемъ останавливаться лишь на тѣхъ ея сторонахъ, которые намъ понадобятся при дальнѣйшемъ изложеніи нашего предмета. Что же касается до математическихъ доказательствъ ея многочисленныхъ теоремъ, то желающіе познакомиться съ ними должны обратиться къ специальнымъ трактатамъ Френеля и др.^{**)}

ГЛАВА III.

Теорія волненій.—Понятія объ эфирѣ.

Желая объяснить движеніе небесныхъ свѣтилъ, Декартъ предположилъ, что мѣровыя пространства наполнены весьма тонкой матеріей. Эта гипотеза, если и не оказала никакого существеннаго вїдія на

^{*)} Одни изъ красорѣбчивѣйшихъ доказательствъ безвходности старой теоріи можно ужити сочиненіе Гершеля о свѣтѣ. Такъ, когда по поляризации двойного преломленія, онъ положительно высказывается въ пользу волнообразной теоріи.

успѣхи небесной механики, то за то значительно способствовала уясненію истинной природы свѣта.

Идея всенаполняющей міровой средины, дурно понятая своимъ авторомъ, была значительно усовершенствована картезіанской школой, и уже Мальбронть полагалъ, что цвѣта, вмѣсто того, чтобы составлять абсолютное свойство ~~матеріи~~ лучей, какъ это утверждалъ Ньютонъ, зависятъ отъ различій въ длине волнъ, соответствующихъ той средѣ, въ которой имъ приходится распространяться^{**}). Эта гипотеза нашла въ Гюйгенса свое аналитическое выраженіе, который сумѣлъ поднять смутная представленія метафизиковъ на высоту математическихъ истинъ^{**}).

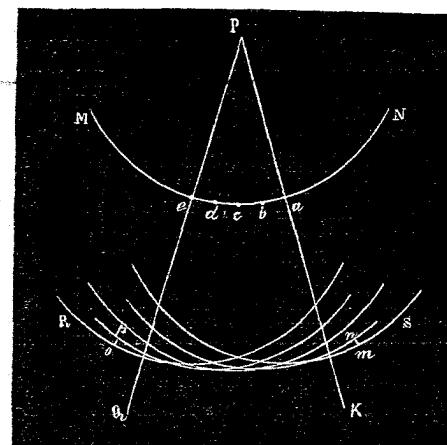
Мы уже говорили, что, по волнообразной теоріи, распространеніе свѣта совершаются путемъ вибраціонныхъ или колебательныхъ движений невѣтромъ жидкости, называемой эфиромъ. Способъ передачи этихъ движений совершено сходенъ съ передачей звуковыхъ волнъ въ атмосферномъ воздухѣ. Длина свѣтовой волны опредѣляется *цвѣтомъ*, точно также какъ въ звуковой волнѣ она выражаетъ *высоту* звука; такимъ же образомъ отъ амплитуды качаній эфирныхъ атомовъ зависитъ *напряженіе* или яркость, соответствующая въ акустикѣ силѣ звука. Свѣтовымъ лучемъ называется всякая прямая, проведенная изъ свѣщающейся точки перпендикулярно къ поверхности волны. Отраженіе объясняется также какъ и въ звуки, а преломленіе зависитъ отъ уменьшенія скорости свѣта при прохожденіи черезъ болѣе преломляющую средину. Математическое выраженіе и выкладки, относящіеся къ этимъ явленіямъ, даны въ первый разъ Гюйгенсомъ, еще и до сихъ поръ остаются самыми простыми и изящными изъ всѣхъ известныхъ измѣнъ въ настоящее время.

Междѣе возраженіями, противопоставленными Ньютономъ теоріи волнений, самымъ главнымъ, по его мнѣнію, было слѣдующее. Какимъ образомъ, говорилъ онъ, солнечный свѣтъ, проникая въ темную комнату чрезъ круглое отверстіе, можетъ образовать цилиндрическій сплющенный лучъ? Онъ долженъ быть распространяться во все стороны, по всевозможнымъ направлѣніямъ. Это возраженіе было устранино Гюйгенсомъ, съ поразительной простотой, при помоши теоремы, которую, по справедливости, можно считать основнымъ положеніемъ занимающей настѣніе теоріи. Вотъ ея выраженіе, называемое, по имени ея творца, закономъ Гюйгенса: Всякій разъ какъ единичная точка Р (Фиг. 13) приходитъ въ вибраціонное состояніе, вокругъ нея образуется сферическая волна MN; но въ дѣйствительности одна волна не можетъ вызвать въ насъ ощущеніе свѣта, которое всегда производится несколькими последовательными волнами и несколькими одновременно вибрирующими точками. Только въ этомъ послѣднемъ случаѣ рядъ движений, прибавляющихся одно къ другому, дѣлается способнымъ сообщить нашей рѣтилѣ достаточно сильный импульсъ, разрѣшающейся свѣтовымъ впечатлѣніемъ. Всѣ точки a, b, c, d сферической волны MN можно рассматривать какъ

^{**) Priestley, *Hystory of vision light and colours*. London, 1772, стр. 240.}

^{**}) C. Hugenii, *Opera*, Amsterdam, 1720, томъ I, стр. 14.

центры колебания, производящего второстепенные сферические волны, распространяющиеся съ одной и той же скоростью. Назовемъ черезъ RS нѣкоторую обнимающую ихъ поверхность, которая будетъ общей вол-



Фиг. 13.

ной, представляющей первоначальную MN, перешедшую въ RS на извѣстное разстояніе отъ свѣтящейся точки P. Но частные волны образуютъ въ свою очередь столько же сферъ, имѣющихъ каждая свой центръ въ различныхъ точкахъ и поверхности которыхъ, быстро удаляясь другъ отъ друга, скоро уже не допускаютъ возможности касательства одной и той же общей поверхности, какъ это легко видѣть въ ор и тmg. Съ этой минуты, плоскость, одновременно касающаяся нѣсколькихъ элементарныхъ волнъ, уже не можетъ существовать въ точкѣ, отстоящей весьма близко отъ прямой, соединяющей свѣтящуюся точку P съ новой, взятой за центръ. Опредѣлены подъ этимъ условиѳмъ элементы будутъ параллельны поверхности, на которой лежатъ всѣ центры качанія a, b, c, d, e, и такъ какъ эта послѣдняя имѣетъ сферическую форму, то и охватывающая поверхность RS должна быть также сферической. Отсюда слѣдуетъ, что часть волны, содержащейся между пряммыми PeQ и PaK, сохранитъ все свое напряженіе, соединяя свои частные дѣйствія въ одно стройное цѣлое, тогда какъ для частей волны, лежащихъ въ данныхъ линій, эти дѣйствія, будучи чрезчуръ слабыми и изолированными для того чтобы производить впечатліе на ретину, кроме того должны взаимно уничтожаться, такъ какъ части, движущіяся въ положительную сторону, совпадаютъ съ частями, совершающими обратное движеніе; такимъ образомъ здѣсь будетъ происходить какъ бы взаимное поглощеніе однѣхъ волнъ другими. Въ самомъ дѣлѣ, такъ какъ каждая волна состоитъ изъ двухъ фазъ—поло-

жительной и отрицательной—то можетъ случиться, что въ какой нибудь точкѣ m, лежащей въ конуса QPK, будетъ происходить одновременно два движения—одно положительное отъ первой волны, идущей, изъ a, а другое отрицательное отъ слѣдующей, идущей изъ b, вслѣдствіе чего они оба взаимно уничтожаются. Ясно однако, что это взаимное уничтоженіе не будетъ вездѣ полнымъ и что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, сопѣдниихъ съ прѣдѣлами тѣній Q и P, будетъ замѣтиться перемежающійся рядъ усиленій и нейтрализаций, объясняющихъ намъ происхожденіе дифракціонныхъ полосъ. Эти полосы будутъ тѣмъ менѣе замѣтны, чѣмъ значительне число непосредственно свѣтящихъ центровъ, подобныхъ точкѣ P, потому что волны, исходящіе изъ одной системы точекъ, будутъ разрушаться волнами другой.

Законъ Гюйгенса замѣчательнымъ образомъ подтвержденъ новѣйшими открытиями, а именно, на такъ называемыхъ оптическихъ сѣткахъ. Въ этихъ опытахъ замѣчаются ряды волнъ, отдаляющихся отъ направления луча, проникающаго черезъ волосное (весьма узкое) отверстіе, и то взаимно усиливающихъ другъ друга, образуя на значительномъ разстояніи отъ прѣдѣлій луча извѣстныя полосы, то взаимно уничтожающіеся и дающіе темныя каймы. Точно также объясняется и коническое разсѣяніе, испытываемое пучкомъ лучей при прохожденіи ихъ черезъ узкое отверстіе, расхожденіе, степень котораго увеличивается по мѣрѣ уменьшенія диаметра дыры, а слѣдовательно и части поверхности волны, дающей начало производнымъ или второстепеннымъ волнамъ (ondes transmises); съ утолщеніемъ пучка нейтрализаций боковыхъ движений будетъ болѣе. А такъ какъ къ тому же даже самое малое отверстіе можетъ вмѣстить въ себя бесконечное число новыхъ центровъ колебанія; то, чтобы сдѣлать явленіе расхожденія наиболѣе замѣтнымъ, необходимо суживать его диаметръ до послѣдней степени возможности.

Взаимная нейтрализация волнообразныхъ движений, открытая Гриимальди и изслѣдованная Гюйгенсомъ, была приведена къ своему общему выражению Юнгомъ, который построилъ на немъ законъ такъ называемыхъ интерференцій, т. е. взаимного уничтоженія двухъ лучей. Это начало прилагается къ двумъ лучамъ одного и того же происхожденія или, иначе говоря, къ двумъ системамъ волнъ, развиваемыхъ одной и той же свѣтовой поверхностью. Оно показываетъ, что если одна система волнъ, слѣдя за другой, отстаетъ отъ нея на длину полуволны, то положительные фазы первой будутъ совпадать съ отрицательными второй, вслѣдствіе чего ихъ движения взаимно нейтрализуются и даютъ въ результатѣ темноту; если же напротивъ, замедленіе достигаетъ длины двухъ полуволны или—что одно и то же—цѣлой волны, то происходитъ усиленіе волнъ одной системы волнами другой, такъ какъ при этомъ сливаются фазы одного и того же порядка. Безнамѣнно прибавлять, что вслѣдствіе тѣхъ же самыхъ причинъ при всякой разности, выражющейся нечетнымъ числомъ полуволны, должна происходить нейтрализація, а при разности чётной—усиленіе.

Интерферируя лучи съ помощью различныхъ способовъ и затѣмъ измѣряя разстоянія, проходимыя каждымъ изъ нихъ, не трудно повѣ-

рить точность вышеприведенного закона и объяснить множество явлений, каковы напр. дифракционные полоски Гриальди, исчезновение или ослабление свѣта въ случаѣ двухъ лучей, проходящихъ черезъ двѣ весьма узкія и сближенныя щели или отраженныхъ двумя наклоненными другъ къ другу зеркалами, явленія колецъ, представляемыя тонкими пластинками и т. под. Френель, авторъ всѣхъ этихъ изысканий, обратилъ при своихъ опытахъ особенное вниманіе на устраненіе всякаго вліянія, которое могли бы оказывать край тѣла, и такимъ образомъ вывелъ изъ сферы какого бы то ни было дѣйствія пресловутая отталкивательная сила, приписываемая Ньютономъ этимъ залоголучнымъ краямъ. Производя цѣлый рядъ опытовъ при содѣйствіи Араго, онъ замѣчалъ перемѣщеніе полосъ всякой разъ, какъ передъ однимъ изъ узкихъ отверстій ставилась стеклянная пластинка, откуда онъ заключилъ, что свѣтъ, согласно теоріи Гюйгенса, дѣйствительно распространяется въ стеклѣ медленѣе, чѣмъ въ воздухѣ. Эта истина въ наше время доказана до степени очевидности опытами Физо и Фуко.

Явленія интерференціи позволяютъ измѣрить длину волнъ. Нѣсколькія измѣрѣнія этого рода показали, что для извѣстнаго цвѣта она ровно въ четыре раза болѣе величины, выведенной Ньютономъ изъ разстоянія приступовъ (accès) въ тонкихъ пластинкахъ. Это отношеніе устанавливаетъ по истинѣ изумительную связь между самыми несходными на первый взглядъ явленіями, объясненіе которыхъ по ньютоновской гипотезѣ было крайне смутно и ставило ихъ въ всякой зависимости отъ другихъ частей общей теоріи. Не меньшую услугу оказало знаніе законовъ интерференціи, когда впослѣдствіи была открыта хроматическая поляризация.

Определеніе длины волнъ представляетъ особенный и, такъ сказать, специальный интересъ по отношенію къ различію лучей. Протяженіе окрашенныхъ волнъ уменьшается отъ красного цвѣта къ фиолетовому и слѣдовательно вибраціи, производящія обыкновенную темную теплоту, значительно превосходятъ по длини тѣ, которыя возбуждаются химическія дѣйствія. Длина волнъ крайнихъ красныхъ лучей, лежащихъ за Фраунгоферовой чертой А, по измѣрѣнію Моссоти *), равняется 738 миллионныхъ миллиметра (около 30 миллионныхъ дюйма). Для середины желтой полосы спектра, т. е. для лучей, обладающихъ максимумомъ оптической силы, она доходитъ до 553,5 (около 20 миллионныхъ дюйма) и наконецъ крайнимъ фиолетовымъ лучамъ, соединимъ съ чертой I, соответствуетъ длина 369 (около 15 миллионныхъ дюйма). Предыдущія числа весьма точно выражаютъ крайніе предѣлы видимаго спектра, для обыкновенного зренія. Они показываютъ намъ, что волна крайнихъ красныхъ лучей вдвое длинѣе крайнихъ фиолетовыхъ волнъ и самое большое свѣтовое напряженіе составляетъ среднее между этими двумя количествами. Такимъ образомъ предѣлы, ограничивающіе въ ту и другую сторону доступныя для глаза зрительныя ощущенія, отдалены другъ отъ друга интерваломъ, равнымъ тому, который въ акустикѣ называется октавой.

*) Моссоти, *О свойствахъ Фраунгоферовыхъ спектровъ*, Пиза, 1845, стр. 23.

Темныя спектральные пространства, открытые Фраунгоферомъ и названныя имъ *чертами*, какъ бы доказываютъ, что измѣненіе въ длине достигающихъ до насъ волнъ не слѣдуетъ закону непрерывности. Наблюдая спектръ черезъ сильный спектрометръ, въ немъ замѣчаются безчисленное множество чертъ, откуда ясно, что свѣтовыя волны не послѣдовательно переходятъ отъ одной длины къ другой, но между этими последними существуетъ въ-второй, хотя и весьма малый, однакоже измѣримый интервалъ. Такіе пробы слѣдуетъ впрочемъ отнести не на счетъ недостатка непрерывности въ волнахъ, производимыхъ колебаніями эфира, а къ другимъ обстоятельствамъ, изученіемъ которыхъ мы займемся нѣсколько позже. Въ самомъ дѣлѣ, они исчезаютъ, какъ скоро лучи исходятъ изъ твердаго тѣла, раскаленаго при обыкновенныхъ условіяхъ: въ этомъ случаѣ получаются совершенно непрерывные спектры. Мы позволимъ себѣ касательно настоящаго предмета сдѣлать маленькое замѣчаніе. Нѣкоторые авторы пытались найти законы гармоніи цвѣтовъ, выводя ихъ изъ отношеній между длинами волнъ, соответствующихъ темнымъ спектральнымъ чертамъ; но слѣдящія ими заключенія страдаютъ отсутствиемъ прочныхъ оснований и потому было бы гораздо лучше, если бы вместо опредѣленія по чертамъ пріятныхъ и непріятныхъ для глаза комбинацій цвѣтовъ, эти послѣднія выводились изъ длины волнъ, соответствующихъ тѣмъ оттѣнкамъ, гармонія которыхъ уже признана искусствами.

Если мы теперь обратимся къ определенію крайнихъ границъ тепловаго и химическоголученія, то увидимъ, что они отстоятъ другъ отъ друга значительно далѣе. По Мюллеру, длинающей изъ всѣхъ измѣренныхъ до сихъ поръ теплородныхъ вибрацій равняется $0^{m\cdot}00183$, (71 десятиліонныхъ дюйма), т. е. втрое болѣе соответствующей чертѣ D, длина которой $= 0^{m\cdot}0006$ (23 десятилін. дюйма) и въ шесть разъ длинѣе ультра-фиолетовой, доходящей по Эссельбау до $0^{m\cdot}0003$ ($12\frac{1}{2}$ десятилін. дюйма). Такимъ образомъ теплородная волна приблизительно въ шесть разъ длинѣе крайнихъ химическихъ вибрацій, называемыхъ также флуоресцентными. Наконецъ общая длина всего спектра не всегда одна и та же. Штокъ, (Stokes) съ помощью точнѣйшихъ способовъ, получилъ отъ искры электрическаго свѣта химической спектръ, въ которомъ флуоресцентная часть была въ 6 разъ длинѣе свѣтовой *).

Фигура 10 страницы 112 показываетъ законъ возрастанія длины волнъ, начиная отъ фиолетовыхъ лучей до крайнихъ теплородныхъ. Ординаты кривой F0 даютъ приблизительно относительную длину волны, соответствующую различными частямъ спектра. Здѣсь будетъ кстати коснуться параллели между спектральной и звуковой инкаль. По изслѣдованіямъ физиковъ, самые низкіе звуки, ощущимыя для нашего уха, соответствуютъ 31 колебанію въ секунду, а самые высокіе—36000 колебаній; отношеніе между предѣлами акустического ряда—1 къ 1126. Для вибрацій эфира подобное отношеніе значительно меньше, и нужно полагать, что, по всей вѣроятности, между сотрясеніями звучащихъ

*) Muller, B. U. *Arch. sc. physiques*, 1859, томъ IV, стр. 364, и Silliman, *Journal*, 1863, стр. 108.

тѣль и частичными теплородными колебаниями существуетъ какъ бы громадный провалъ, отдѣляющій ихъ другъ отъ друга. Но изъ того, что мы не ощущаемъ нѣкоторыхъ волнъ, еще нельзя заключать, что они не существуютъ. Такимъ образомъ за темными предѣлами, обозначенными на нашей фигурѣ буквой Р, могутъ лежать другія болѣе длинные волны, которыя, будучи неуловимы для нашихъ современныхъ экспериментальныхъ средствъ, составляютъ какъ бы мостъ между двумя редкими ^{лучами} испусканий. Такое предположеніе не только не противорѣчить возможности, но даже весьма вѣроятно. Въ самомъ дѣлѣ, сравнивая волны, соотвѣтствующія крайнимъ темнымъ лучамъ Мюллера, съ самыми короткими звуковыми волнами, измѣренными Кенигомъ, получимъ, что первый изъ нихъ только въ 1770 разъ короче послѣдніхъ. Главное затрудненіе при изслѣдованіи крайне высокихъ звуковъ состоять въ томъ, что ихъ вибраціи, будучи чрезвычайно кратковременны и не продолжаясь, подобно обыкновеннымъ музыкальнымъ звукамъ, сливаются съ ударами звучащаго тѣла, приведенного въ движение. Такимъ образомъ разстояніе, отдѣляющее длиннѣйшую теплородную волну отъ самой короткой звуковой, немного менѣе двойного интервала, существующаго между предѣльными звуками, вмѣщающими въ себѣ рядъ доступныхъ для наѣсъ слуховыхъ ощущений. Мы видѣли, что этотъ послѣдній интервалъ выражается отношеніемъ 1 къ 1126; если же принять, согласно недавнему опредѣленію Кенига, для наивысшихъ звуковъ число вибрацій равнымъ 50,000, то это отношеніе можетъ быть возвыщено до 1 къ 1560, т. е. почти до той степени, которая опредѣляетъ отношеніе между длинами ближайшихъ теплородныхъ и звуковыхъ волнъ.

Производя эти крайне высокіе звуки, вибрирующія тѣла нагреваютъся и наконецъ накаливаются; откуда слѣдуетъ, что ихъ частицы способны вибрировать на всемъ протяженіи, лежащемъ въ предѣлахъ между акустическими и оптическими волнами. Такимъ образомъ мы въ правѣ заключить, что колебательное движеніе матеріальныхъ частицъ можетъ совершаться съ большой медленностью, какъто, напримѣръ, бываетъ при самыхъ низкихъ музыкальныхъ звукахъ, и затѣмъ постепенно возвышаться, доходя подъ конецъ до невѣроятной скорости 946,000,000,000,000 вибрацій въ секунду, соотвѣтствующемъ крайнимъ химическимъ волнамъ спектра.

Прежде чѣмъ идти далѣе, мы считаемъ не лишнимъ замѣтить, что свѣтовыя волны представляютъ намъ абсолютную и неизмѣнную единицу мѣры. Длина волны натрія всегда остается одна и та же, или, по крайней мѣрѣ, пока металъ сохраняетъ свои свойства, свою, такъ сказать, *природу*. Другими словами, эта длина составляетъ такой же неизмѣнныи типъ линейной мѣры какъ сама природа. Нѣтъ никакого основанія отвергать такую норму, какъ непрактическую, вслѣдствіе ея чрезмѣрной малости; потому что отношеніе между длинами натріевой волны и метра никакъ не болѣе того, какое существуетъ между метромъ и его прародителемъ—четвертью земного меридiana. Въ самомъ дѣлѣ, въ то время какъ метръ равенъ десятимиллионной части четверти меридiana, свѣтовая волна натрія составляетъ только шестимиллионную часть метра, волна же водородныхъ лучей въ красной части его

спектра еще длиннѣе ^{*)}). Прибавимъ, что эти величины волнъ были получены изъ дифракціонныхъ полосъ, производимыхъ сѣтками, которые имѣютъ весьма замѣтную ширину, такъ что кромѣ легкости измѣренія къ выгоднымъ сторонамъ этого метода можно еще присоединить упрощеніе въ постоянномъ полученіи тождественныхъ результатовъ. Извиняясь предъ читателемъ за это небольшое отступление, возвратимся къ нашему предмету.

Такъ какъ продолжительность вибрацій эфира, соотвѣтствующихъ срединѣ желтой части спектра, равна 530 квадратлонныхъ секунды ^{**)}), то не трудно понять, что не только одна, но даже цѣлый рядъ волнъ (если только онъ не значителенъ), можетъ оставаться безъ всякаго дѣйствія на оптической нервъ глаза. Для того чтобы возбудить чувствительность ретини, необходимъ достаточно сильный импульсъ, продолжающійся не менѣе нѣсколькихъ сотыхъ секунды, т. е. такого времени, въ теченіи котораго совершаются цѣсьюлько биллоновъ свѣтовыхъ колебаній. Не служитъ ли это новымъ доказательствомъ въ пользу того, что мы говорили еще такъ недавно при объясненіи: какимъ образомъ глазъ остается нечувствительнымъ къ дѣйствію боковыхъ волнъ, развивающихся за предѣлами узкаго отверстія, прорѣзываемаго свѣтовымъ пучкомъ, и почему свѣтовыя волны при этомъ не распространяются и не могутъ распространяться во все стороны?

Скорость распространенія свѣта въ той или другой средѣ измѣняется со степенью ея упругости; а такъ какъ солнечные лучи пробѣгаютъ въ секунду 280000 верстъ, то отсюда прямо слѣдуетъ, что эфиръ долженъ быть весьма упругимъ веществомъ. Но обусловливается ли эта упругость строеніемъ эфира, который, по Гюйгенсу, есть жидкость, состоящая изъ эластическихъ сферъ, или является простымъ слѣдствіемъ вращательного движенія эфирныхъ частицъ? Этотъ вопросъ будетъ решенъ нами далѣе. Безспорно только одно, а именно, что онъ долженъ обладать громадной упругостью. Анализъ показываетъ, что въ однородной срединѣ вибраціонныя колебанія распространяются со скоростью, выражаемой корнемъ квадратнымъ изъ упругости, раздѣленной на плотность, т. е. $V = \sqrt{\frac{e}{d}}$. Поэтому если намъ будетъ известна одна изъ величинъ этого отношенія, то мы можемъ найти и другую. Однако до сихъ порь еще никому не удалось опредѣлить отдалено одну изъ величинъ e и d . Правда, вѣрь признаютъ эфиръ за крайне разрѣженнное вещество, такъ какъ онъ не оказывается никакого сопротивленія движению небесныхъ тѣлъ въ міровомъ пространствѣ; но это еще требуетъ подтвержденія: эфиръ обыкновенно считаются назначеннымъ исключительно для распространенія свѣта, между тѣмъ какъ на самомъ дѣлѣ ничего не доказывается, чтобы онъ не былъ вмѣстѣ съ тѣмъ и источникомъ тяготенія; а если это такъ, то очевидно, что онъ мо-

^{*)} По Фаль-де-Виллингену, волна черты С=6565, 6 десятимиллионныхъ миллиметра (около 261/2 мил. дюйма).

^{**)} Такимъ образомъ для образования свѣта, замѣчаемаго въ срединѣ желтой полосы спектра, эфиръ долженъ производить 530,000,000,000,000 вибрацій въ секунду.

жеть обладать весьма значительной плотностью, не производя въ то же время ни малѣйшаго нарушенія въ неизмѣнной математической правильности движенія планетныхъ системъ. Съ другой стороны, допуская для эфира, согласно съ нѣкоторыми теоретиками, весьма слабую плотность, трудно понять, какимъ образомъ крайне разрѣженная среда (т. е. такая, въ которой неуловимо малые атомы отдалены другъ отъ друга на весьма значительныя разстоянія) можетъ распространять движение съ громадною скоростью и еще въ добавокъ въ формѣ до того короткихъ волнъ, что ихъ понадобилось бы не менѣе 5000 для замѣщенія одной линіи (2000 на 1 миллиметръ).

Подвергая нѣкоторыя наблюденія Араго самому строгому анализу, Коши написалъ, что разстояніе между двумя смежными частичками эфира должно приблизительно равняться $1/200$ красной волны *).

Другіе физики держатся совершенно противоположной гипотезы. Но ихъ мнѣнію, эфиръ представляетъ собою сплошную средину—совершенно немыслимое предположеніе, такъ какъ поляризация свѣта показываетъ, что эфиръ состоитъ изъ отдаленныхъ атомовъ. Въ настоящее время мы не можемъ питать никакой надежды на опредѣленіе отношенія между плотностями эфира и всесомой матеріи за полнѣйшимъ неимѣніемъ предѣловъ для сравненія.

Нельзя однако же сомнѣваться, что эфиръ есть матерія, способная приходить въ движение отъ вибрацій, совершаемыхъ частичками раскаленныхъ тѣлъ, точно также какъ воздухъ отъ колебаній вибрирующихъ тѣлъ. Эта аналогія позволяетъ намъ сдѣлать съдѣющую не безплодную близкеніе между двумя вышеупомянутыми родами явлений: (1) наше ухо есть единственный органъ, способный ощущать воздушныя колебанія, какъ звукъ, и если твердое тѣло, находящееся въ состояніи вибраціи, будетъ приведено въ соприкосновеніе съ какою либо другою частью нашего организма, то мы будемъ чувствовать только рядъ толчковъ или механическихъ сотрясений; также точно глазъ обладаетъ исключительно способностью воспринимать движенія эфира, какъ свѣтъ, и вѣроятно части нашего тѣла ощущаютъ его вибрационныя колебанія только въ формѣ теплоты; (2) звукъ и вибрационное сотрясеніе тѣла представляютъ собою движенія одного и того же рода, съ тою лишь разницей, что одно изъ нихъ происходит въ воздухѣ, а другое въ твердой массѣ; свѣтъ и статическая теплота также составляютъ два однородныхъ движения: первый—въ средѣ эфира, а второй—внутри всесомыхъ тѣлъ. (3) Воздушные вибраціи не всегда производятъ впечатлѣніе на наше ухо; нѣкоторыя изъ нихъ остаются безъ всякаго на него дѣйствія, будучи для того или чрезчуръ низкими, или же наоборотъ, чрезчуръ высокими; глазъ находится въ подобныхъ же условіяхъ относительно предѣльныхъ вибрацій теплородного и химического спектра; (4) звучащее тѣло черезъ посредство воздуха можетъ сообщать свое движеніе инструментамъ, звучащимъ съ нимъ въ унисонъ, даже если бы они находились отъ него на довольно значительномъ разстояніи; въ свою очередь теплое тѣло можетъ нагревать другія, болѣе или менѣе

*) Cauchy, *Exercices d'analyse et de phys. math.*; т. I, стр. 326.

удаленныя отъ него, потому что, благодаря эфиру, обмѣнъ теплоты между ними устанавливается путемъ простаго лучепреломленія. Разъ какъ мы признаемъ эти начала, для насъ будеть безполезно искать свѣта безъ теплоты, и Меллони подъ конецъ своего кратковременнаго научнаго поприща пришелъ къ тому же самому заключенію; (5) амплитуда вибрацій звучащихъ тѣлъ чрезвычайно мала по отношенію къ длинѣ вибрационныхъ волнъ; то же самое, но только еще въ болѣе высокой степени, представляется и свѣтъ Тробе, заставляя отражаться солнечный лучъ отъ небольшаго платинового зеркальца, не могъ замѣтить никакой разницы въ лучѣ, отражаемомъ холоднымъ металломъ и металломъ, приведеннымъ помощью электрическаго тока въ раскаленное состояніе.

Съ такою же точно аналогичностью химические лучи представляютъ и явленія интерференціи, свойственныя теплородному лучепреломленію; ясно поэтому, что ихъ слѣдуетъ разсматривать какъ особый родъ движенія и считать химическія дѣйствія такой же механической работой силъ, какъ и теплородныя. Такимъ образомъ вопросъ: «Что дѣлается со свѣтомъ, когда онъ исчезаетъ?» обращается въ другой: «Что дѣлается съ движениемъ, когда оно перестаетъ быть ощущимымъ для нашихъ чувствъ?» Отсюда мы видимъ, что динамическая теорія сводить самыя запутанныя явленія, предъ которыми система истеченія должна была становиться въ тупикъ, къ простымъ задачамъ превращенія движений. Въ самомъ дѣлѣ, можно ли назвать рациональнымъ объясненіемъ положеніе ньютонистовъ объ уничтоженіи свѣтовой матеріи? А вѣдь имъ рѣшительно ничего не оставалось отвѣтить, какъ именно это, когда къ нимъ обращались за решеніемъ вышеупомянутаго вопроса.

Пока съ насъ будеть достаточно и предыдущихъ указаний; но позже мы разовьемъ ихъ подробнѣ и тогда покажемъ, какъ изъ основныхъ законовъ оптики сами собой вытекаютъ неопровергимыя доказательства въ пользу динамической теоріи теплоты.

Здѣсь однако будеть не лишнимъ сдѣлать нѣсколько общихъ замѣчаний объ эфирѣ, такъ какъ еще въ наше время очень многіе принимаютъ неохотно гипотезу о его существованіи.

Многіе новѣйшіе физики, сознавая несостоятельность ньютоновой теоріи при современномъ развитіи оптики, стали держаться ученія, что свѣтъ распространяется просто чрезъ посредство всесомой матеріи *). Мы разберемъ это мнѣніе, когда будемъ говорить о прохожденіи свѣта чрезъ твердыхъ прозрачныхъ середины, потому что въ этихъ веществахъ эфиръ находится въ такихъ тѣсныхъ отношеніяхъ съ всесомой матеріей, что на первый взглядъ трудно рѣшить, дѣйствительно ли онъ одинъ дѣйствуетъ въ подобныхъ условіяхъ. Теперь же пока допустимъ, что эфиръ можетъ проникать въ тѣла на манеръ свѣтовыхъ частичекъ, придуманныхъ Ньютономъ, или подобно излученіямъ, поддерживаѣмыми другими учеными. Оставляя до времени въ сторонѣ общую часть

*) Такъ напр. знаменитый Грове, котораго мы цитируемъ во многихъ мѣстахъ нашего сочиненія.

вопроса, мы ограничимся здѣсь лишь изслѣдованиемъ распространенія свѣта въ между-планетныхъ пространствахъ.

Если предположить эти пространства наполненными вѣсомой матеріей со всѣми присущими ей свойствами, допустив напримѣръ, что она образовадась черезъ безграничное расширение планетныхъ атмосферъ, то такая гипотеза не будетъ въ состояніи выдержать критики и мы, ни мало не колеблясь, назовемъ ее абсурдомъ. Нельзя найти ни одного доказательства въ подтверждение такой беспредѣльной диффузіи атмосферъ, и допускать ея возможность значило бы разомъ опрокинуть верхъ дномъ всю небесную механику. Да паконецъ подобное вещество и нельзя считать крайне разрѣженнымъ, иначе какимъ образомъ тогда будетъ объясняться его громадная упругость и быстрота, съ которой оно распространяетъ свѣтъ? Въ самомъ дѣлѣ, на основаніи закона Марютта (необходимо допустить этотъ законъ для такого разрѣженного газа), упругость пропорциональна плотности; поэтому скорость распространенія сдѣлалась бы такою, какую намъ представляются вѣсмы тѣла, т. е. значительно менѣе дѣйствительной скорости свѣта. Если же допустить, что матерія планетъ, распустившись по всему пространству, вмѣстѣ съ тѣмъ теряетъ свое строеніе, т. е. если ее представить себѣ состоящую изъ элементарныхъ атомовъ, то вопросъ измѣнитъ только свой наружный видъ и, за новой перестановкой словъ, не трудно будетъ открыть притаившееся ту же самую сущность, какъ это мы и доказываемъ далѣе.

Любопытно видѣть, какъ съ одной стороны иѣкоторые физики стараются все свести къ дѣйствію эфира, тогда какъ другіе считаютъ этотъ агентъ за игру воображенія, тѣмъ болѣе излишнюю, что и безъ него можно вполнѣ удовлетворительно объяснить всѣ естественные явленія. Но мнѣнію этихъ послѣднихъ, вся суть лишь въ томъ, чтобы свести теплоту и электричество на простое движеніе вѣсомой матеріи, а затѣмъ и для распространенія свѣта можно обойтись безъ всякой невѣсомой среды. Мы внимательно слѣдили за всѣми ихъ разсужденіями и они нисколько не убѣдили насъ. Посмотримъ же, въ какомъ видѣ слѣдуетъ представлять себѣ существование эфира.

Конечно, можно вполнѣ обойтись безъ теплородной жидкости: большая часть электрическихъ явлений объясняется простымъ движеніемъ вѣсомой матеріи, но между ними однако есть множество такихъ, для которыхъ эта гипотеза становится несостоятельной, и чтобы дать себѣ въ нихъ ясный отчетъ, пришлось бы или допустить дѣйствія на разстояніяхъ или же предположить существование такихъ силъ, природа которыхъ намъ совершенно неизвѣстна и которыхъ въ настоящее время все болѣе и болѣе изгоняются изъ области физики. Таковы, напримѣръ, всѣ магнитныя и электродинамическія явленія, ежедневно совершающіяся при самыхъ различныхъ обстоятельствахъ въ средахъ совершенно свободныхъ отъ всякаго присутствія вѣсомой матеріи. Принять ту или другую жидкость за причину извѣстныхъ физическихъ явлений совсѣмъ не значитъ отказываться отъ объясненія фактівъ, основанныхъ на механической теорії. Развѣ можно утверждать, что, объясняя восхожденіе воды въ пасостѣ дѣйствіемъ атмосфернаго давленія или передату звука

нашему уху черезъ посредство воздуха, вы отвергаете принципъ движенія? Того, кто разсуждаетъ подобнымъ образомъ, ни въ какомъ случаѣ нельзѧ обвинить въ увлечениихъ прихотливой фантазіи. Цѣлые классы явлений остаются необъяснимыми безъ гипотезы, допускающей мировую среду и, наоборотъ, съ помощью ся, многое, недоступное прежде нашему пониманію, является въ такомъ яркомъ освѣщеніи, что становится яснымъ для самого слабаго зренія. Такимъ образомъ донести существование эфира значить быть только рациональнымъ. Принимая эту гипотезу, мы строго сдѣдуемъ методу физическихъ наукъ, по которому законность началь выводится не *a priori*, а *a posteriori*.

Намъ кажется, что нерасположеніе, питаемое многими къ гипотезѣ, всенаполняющей мировой среды, есть невольное сдѣствіе общей привычки считать несуществующимъ все то, что не оказываетъ непосредственного дѣйствія на наши чувства и между ними преимущественно на зреніе и осязаніе; но самое поверхностное наблюденіе не замѣдлитъ показать намъ, какъ мало искны заключаетъ въ себѣ критеріумъ, исключительно основанный на свидѣтельствѣ нашихъ чувствъ. Въ подтвержденіе этой истины позволимъ себѣ указать на слѣдующій примѣръ.

Самъ Ньютона—этотъ горячий партизанъ абстрактныхъ силъ—не колеблясь, высказалъ предположеніе, что тяготѣ можетъ быть результатомъ дѣйствія какой нибудь междулежащей среды *); скажемъ болѣе: онъ прямо заявилъ, что безъ этой среды пришлось бы допустить со стороны тѣль дѣйствіе на разстояніи и назвалъ подобное допущеніе положительнымъ абсурдомъ. «Нельзя понять, пишетъ онъ въ своемъ третьемъ письмѣ къ Бентлею, какимъ образомъ грубая и неодушевленная матерія, безъ помощи нематеріального агента, можетъ производить измѣненіе въ тѣхъ или другихъ тѣлахъ, если она не находится въ прикосновеніи съ ними, какъ это слѣдовало бы по учению Эпикура, который рассматриваетъ тяготѣніе какъ свойство, присущее тѣламъ и неотдѣлимое отъ нихъ... Предполагать тяготѣніе прирожденнымъ, существеннымъ качествомъ матеріи, въ силу которого тѣла могутъ оказывать свое дѣйствіе на другія болѣе или менѣе отъ нихъ удаленные, безъ посредства какого либо другаго вещества, устанавливающаго между ними сообщеніе, кажется мнѣ до того неизвѣстно вѣщью, что на ней нельзѧ остановиться и на одно мгновеніе тому, кто хоть сколько нибудь знакомъ съ реальной философіей. Тяготѣніе должно имѣть свое начало въ агентѣ, дѣйствіе которого непрерывно и подчинено опредѣленнымъ законамъ. Но матеріальный ли это агентъ или нематеріальный? Вотъ вопросъ, который я во всѣхъ своихъ сочиненіяхъ представляю на усмотрѣніе читателей» **).

Эти послѣднія слова Ньютона послужили для иѣкоторыхъ источни-

*) Quam ego, attractionem appello fieri sane potest ut ea efficiatur impulsus vel alio modo nobis ignoto optice. (Какъ я смотрю на притяженіе, это ясно изъ того, что, по моему мнѣнію, оно производится толчкомъ или другимъ способомъ, неизвѣстнымъ намъ изъ оптики) (Ньютона, *Оптика*, в. ХХІІ).

**) Замѣтимъ однако, что въ томъ же самомъ письмѣ (третія строками ниже) онъ говоритъ ясно, что этотъ агентъ—матеріальный. Письмо это было переведено на Итальянскій языкъ de Luca въ *Giornale Arcadico*.

комъ заблуждениі; они вообразили себѣ, что эфиръ есть что-то нематеріальное, такъ какъ онъ невѣсомъ. Но такой выводъ, безъ сомнѣнія, произошелъ отъ смышенія двухъ совершенно различныхъ понятій, а именно: инерціи и тяготѣнія; послѣдняя изъ нихъ не составляетъ такого существеннаго свойства матеріи какъ первая. Можно представить себѣ матерію безъ вѣса, но всякое вещество, каково бы оно ни было, должно необходимо обладать инерціей т. е. требовать силы для приведенія его въ движеніе. Это понятие до того справедливо, что, основываясь на совокупности всѣхъ извѣстныхъ намъ явлений, мы можемъ принять эфиръ за причину тяготѣнія. Безъ сомнѣнія, строеніе его отлично отъ строенія газовъ и другихъ извѣстныхъ намъ тѣлъ; поэтому и самыя его свойства не могутъ быть выведены изъ изслѣдований до сихъ порь явлений; но наведенія, которыя будутъ нами развиты впослѣдствіи, дадутъ нѣсколько драгоценныхъ указаний на этотъ счетъ.

Можно безъ затрудненія допустить, что эфиръ существуетъ внутри всѣхъ тѣлъ. Въ самомъ дѣлѣ извѣстно, какъ пористы даже самыя плотныя на видъ тѣла. Во всякомъ случаѣ, какова бы ни была теорія, скважинность тѣлъ должна быть принята какъ фактъ, безъ котораго распространеніе свѣта внутри ихъ массы становится немыслимымъ. Но нужно условиться, какъ слѣдуетъ понимать слово *скважинность*. Выраженіе это получаетъ различное значеніе, смотря по тому, къ какой теоріи оно прилагается: такъ, для сторонниковъ доктрины истеченія, поры должны быть прямолинейны и притомъ расположены по всевозможнымъ направлениямъ,—условіе почти недоступное для пониманія,—между тѣмъ какъ имъ обыкновенно приписывается, потому что ничто не мѣшаетъ скважинамъ огибать частицы*).

Физики, отвергающіе гипотезу эфира и замѣняющіе ее учениемъ о разрѣженіи обыкновенной вѣсомой матеріи, утверждаютъ, что свѣтъ можетъ быть объясненъ періодическимъ излученіемъ (*émanation*) этого разрѣженного вещества, и высказываютъ надежду согласить такимъ образомъ обѣ враждующія теоріи. Но, по нашему мнѣнію, подобная гипотеза не можетъ быть приложена ко всѣмъ извѣстнымъ въ настоящее время оптическимъ явленіямъ и въ особенности къ поляризациі; кроме того она, по меньшей мѣрѣ, бесполезна. Въ самомъ дѣлѣ, если такое излученіе непрерывно и длится отъ начала міра, то пространство дѣйствительно должно быть наполнено бесконечно малыми корпукулами, или—употребляя знаменитое выраженіе—*монадами*, которыя своею совокупностью образуютъ *физически сплошную* средину; въ этомъ случаѣ междупланетная пустоты будуть заняты матеріей, составленной изъ элементовъ, находящихся въ состояніи взаимного отталкиванія, а это приводить къ предположенію тѣровой жидкости, подчиненной дѣйствію тяготѣнія. Къ такой жидкости вполнѣ примѣняются стихіи Лувреція, посвященные имъ атмосферному воздуху:

*.) Это замѣчаніе сдѣлано Леопольдомъ Нобилі. *Nuovo Tratt. d'ottica*. Milano, 1820.

Semper enim quodcumque, fluit de rebus, id omne Aeris in magnum fertur mare; qui nisi contra Corpore retribuat rebus recessaque fluentis Omnia jam resoluta forent et in aere versa *).

Эта крайне разрѣженная матерія должна была-бы своимъ давленіемъ дѣйствовать на все окружающее и производить явленія, приписываемыя другими вибрациямъ эфира. Но если пространство повсѣднѣстно наполнено такой матеріей, то какъ она можетъ не участвовать въ движеніяхъ, которая безпрерывно въ ней происходитъ? Наконецъ, какимъ образомъ она можетъ не приходить въ колебанія отъ вибрацій нагрѣтыхъ и свѣтающихъ тѣлъ? Если же такое сообщеніе движения имѣть мѣсто, то въ чёмъ состоить отличие этой матеріи отъ эфира?

Прибавимъ еще, что защитники этой доктрины принуждены ежеминутно прибѣгать къ помощи то притягательныхъ, то отталкивательныхъ силъ, но крайней мѣрѣ для объясненія образованія частицъ. Но разъ какъ мы признаемъ существование эфира, вѣсъ эти гипотезы становятся излишними.

Надѣюсь, что послѣ сдѣланаго нами разбора, каждому будетъ ясно, какъ мало въ сущности отличаются одни отъ другихъ вѣсъ эти мынія, кажущіяся на первый взглядъ какъ будто бы діаметрально противоположными, и какъ не правы люди, пытающіеся подорвать довѣріе и даже насыщливо относиться къ теоріи, основанной на существованіи эфира. Конечно, гипотеза всемирной среды даетъ гигантскій толчекъ теоріи единства физическихъ силъ, доказывая, что всѣ многочисленныя явленія, приписываемыя дѣйствію различныхъ жидкостей, есть ничто иное какъ различные роды движеній вѣсомой матеріи; однако же было бы не логично желать во что бы то ни стало разматривать всю физику съ этой точки зрѣнія. Такъ, анализъ нѣкоторыхъ фактovъ, который будетъ развить нами впослѣдствіи, покажетъ намъ, что къ гипотезѣ эфира можно прийти даже путемъ совершенно иныхъ разсужденій, вытекающихъ изъ изученія электричества. Одинъ знаменитый физикъ замѣтилъ, что идея эфираничъ не яснѣе понятія *силы* **): совершенно напротивъ—мы считаемъ, положительно немыслимымъ понятіе силы, вводимое въ объясненіе естественныхъ явленій, если при этомъ сила не считается свойствомъ, присущимъ веществу; но относительно эфира это будетъ не такъ, хотя бы даже предположить его неосозаемымъ и невѣсомымъ (считался же такимъ воздухъ и притомъ весьма долгое время): если эта жидкость находится въ движеніи, то одна уже ея масса дѣйствіемъ своей скорости отожествляется съ *силой*. Мы скоро покажемъ, съ какой легкостью наша гипотеза объясняетъ различные физические явленія, и надѣемся доказать, что она не только объединяетъ всѣ разрозненные части оптики, но кроме того оказываетъ незамѣнимыя услуги

*) «Все безпрерывно отдѣляющееся отъ предметовъ обращается въ великое воздушное море; поэтому если бы оно не возвращало тѣламъ обратно матерію, то весь миръ уже давно бы разрушенъ и обращенъ въ воздухъ». (Книга V, ст. 276).

**) Грове. *Соотношеніе физическихъ силъ*.

и при оцѣнкѣ результатовъ наблюденія по другимъ отдѣламъ физическихъ явлений. Обращаясь теперь къ опредѣленію свойствъ нашего міроваго агента, мы постараемся извлекать выводы исключительно изъ опытовъ и послѣдовательного анализа фактозъ. Съ этой цѣлью мы начнемъ нашъ разборъ съ явлений, доказывающихъ материальность и инерцию эфира, и затѣмъ разсмотримъ, какимъ образомъ можно получить указанія относительно строенія и способа дѣйствія этой жидкости.

ГЛАВА IV.

Матеріальность эфира: обмѣнъ движенія между этой жидкостью и вѣсомой матеріей.—Степень поглощенія тѣлами свѣта.

До此刻ъ порь мы рассматривали эфиръ какъ упругую жидкость, предоставляемую себѣ впослѣдствіи заняться опредѣленіемъ характера и рода этой упругости. Кромѣ того мы показали, что онъ всегда дѣйствуетъ какъ инертная матерія. Такимъ образомъ, по нашему мнѣнію, выраженіе *нематеріальная жидкость*, применяемое къ эфиру, по меньшей мѣрѣ неумѣстно; оно неумѣстно даже и въ томъ случаѣ, если бы имъ хотѣли только выразить несходность природы эфира со свойствами вѣсомой матеріи, потому что подобный терминъ, вслѣдствіе своей двусмыслиности, легко можетъ вести къ злоупотребленіямъ.

Такъ какъ эфиръ проиникаетъ вѣсъ тѣла, то вѣсъ его ускользаетъ отъ опредѣленія. Здѣсь мы встрѣчаемся съ тѣмъ же затрудненіемъ, какое нѣкогда представляла воздухъ, о вѣсомости которого не имѣли никакого понятія до тѣхъ порь, пока не изобрѣли приборовъ, дававшихъ возможность подвергать его сгущенію и разрѣженію. Поэтому, чтобы доказать материальность эфира, мы должны отказаться отъ всякой попытки опредѣленія его вѣса и выбрать для этого другой путь, а именно доказать его инерцию, или—что одно и то же—его сопротивление движению. Нѣкоторые ученые думали доказать это сопротивленіе, опредѣляя то дѣйствіе, которое оно оказываетъ на путь небесныхъ тѣлъ. Такъ, они приписывали большую важность пертурбаций, замѣченныхъ въ движеніи нѣкоторыхъ кометъ *). Но этому способу доказательства нельзя придавать никакой цѣны. Въ самомъ дѣлѣ, нѣть ни одного сколько нибудь вѣскаго основанія, чтобы относить кометные пертурбации къ сопротивленію среды; да если бы даже оно дѣйствительное производилось средою, то и тогда здѣсь оставалось бы обширное поле для сомнѣній: ведь эта среда можетъ совсѣмъ не заключать въ себѣ эфира. Кто поручится, что она, напримѣръ, не состоитъ изъ вещества, образующаго зодиакальный свѣтъ, или изъ группъ болидовъ и т. п. **).

*) Между наиболѣе известными, укажемъ на комету Энке.

**) См. Гауе, *Comptes rendus*, 1861, и План, *Mem. Acad. di Torino*, томъ XXI.

Въ добавокъ къ этому въ настоящее время открыто между Марсомъ и Юпитеромъ значительное число малыхъ планетъ (болѣе 100) *); развѣ нѣкоторыя изъ нихъ не могутъ лежать на пути кометы и оказывать на ея движение такое же влияніе, какое оказывала бы сопротивляющаяся среда? Такимъ образомъ здѣсь все шатко, произвольно и бездоказательно. Наконецъ, вѣрить въ сопротивленіе, оказываемое эфиромъ на движеніе небесныхъ тѣлъ, было бы даже и нерациональнымъ, такъ какъ эта матерія, по всѣмъ вѣроятностямъ, есть непрерывно дѣйствующая причина тяжести, которая не можетъ оказывать никакого влиянія на устанавливающееся уже движеніе свѣтиль. Разсматривая такимъ образомъ эфиръ, нѣть никакой необходимости выводить тяготѣніе изъ пресловутыхъ декартовскихъ вихрей; еще менѣе нужды предполагать его непосредственнымъ слѣдствіемъ теплородныхъ или свѣтовыхъ вибрацій: происхожденіе этой причины можетъ быть объяснено гораздо проще и совершиенно другимъ путемъ, на которомъ мы позволимъ себѣ остановиться нѣсколько позже.

По нашему мнѣнію, частичныя дѣйствія могутъ дать въ подтверждение инерции эфира, а сдѣловательно и его матеріальности, гораздо болѣе убѣдительные доказательства, чѣмъ астрономическія явленія.

1) Нагрѣтое тѣло, помѣщенное въ пустоту, охлаждается чрезъ лученіе испусканіе, т. е. безъ всякаго сообщенія съ другими вѣсомыми тѣлами, или, точнѣе, безъ всякаго непосредственнаго соприкосновенія съ ними. Въ этомъ случаѣ движеніе передается тѣламъ, сообщающіе предварительно окружающему невѣсому веществу. Въ самомъ дѣлѣ, нѣть никакой возможности объяснять охлажденіе уничтоженіемъ движенія въ лученіе испускающимъ тѣлъ, такъ какъ часть его вибраціонныхъ колебаній передается болѣе или менѣе удаленнымъ отъ него предметамъ; мы говоримъ *передается*, потому что иначе пришлось бы допустить появленіе движенія въ этихъ предметахъ отъ одного только присутствія нагрѣтыхъ тѣлъ. Въ вышеупомянутомъ явленіи мы видимъ, что живая сила, принадлежащая извѣстному количеству вѣсомой матеріи, какъ бы оставляетъ эту послѣднюю и сообщается невѣсому веществу, которое такимъ образомъ должно имѣть опредѣленную массу, правда, неуловимую для нашихъ вѣсовъ, но тѣмъ не менѣе совершиенно реальную.

Солнце представляетъ для насъ самый энергичный источникъ теплороднаго лученіе испусканія; но если бы его ежедневныя потери не были вознаграждены, то энергичность этого лученіе испусканія должна была бы непрерывно ослабѣвать. Температура его громадна: по вычислению Ваттертона, она равна 5,360,000 градусовъ Р. и должна была бы отъ потерпѣнія ежедневно понижаться на $2\frac{1}{2}$ градуса. Но изсѣдовашія Пулье, каждая квадратная сажень поверхности солнца испускаетъ въ секунду 140,000 единицъ теплоты, т. е. количество теплоты, эквивалентное 450,000 пудофутамъ или болѣе чѣмъ 300,000 паровымъ лошадямъ. Эта громадная сила употребляется на поддерживание движенія въ окружающемъ эфирѣ.

Обратно, движеніе эфира можетъ сообщаться вѣсомой матеріи; такъ,

*) 1-го января 1873 г. ихъ считалось до 130. Перевод.

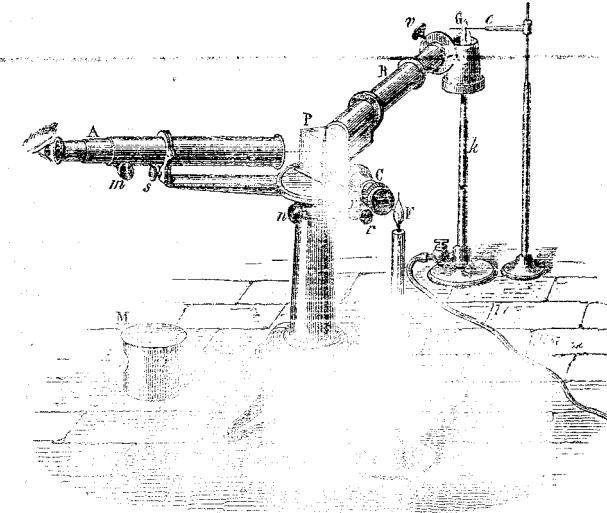
свѣть, исчезая при встրѣчѣ съ поверхностью тѣла, превращается въ теплоту; поэтому-то черныя тѣла и вообще такія, отражательная способность которыхъ весьма слаба, нагрѣваются легче другихъ. Количество поглощаемой теплоты обыкновенно пропорціонально исчезнувшему свѣту. Но это отношеніе можетъ радикально измѣниться съ одной стороны отъ рода испускаемыхъ лучей, а съ другой отъ молекуларныхъ свойствъ тѣла. Такъ, напримѣръ, совершиенно прозрачный кристаллъ кварцовъ, поглощаетъ почти всю теплоту, черное же и непрозрачное стекло и едва просвѣщающій дымчатый кварцъ пропускаютъ теплородные лучи весьма легко. Эти явленія, сходныя съ явленіями цвѣтъ, показываютъ намъ, что теплородные лучи такъ же разнородны между собою, какъ свѣтовые лучи призматического спектра и что за ними необходимо признать, согласно Меллони, теплопрѣчность.

Чтобы представить по возможности нагляднѣе обмѣнъ движенія, мочущій происходить между эфиромъ и вѣсомой матеріей, здѣсь будетъ не лишнимъ припомнить вратарь недавняго открытия, сдѣланнаго при помощи спектроскопа *). Разсматривая черезъ этотъ инструментъ твердо раскаленное тѣло, получаютъ непрерывный радужный спектръ безъ всякихъ поперечныхъ чертъ, наблюдаемыхъ въ солнечномъ спектрѣ; но если затѣмъ возвысить температуру до такой степени, чтобы она допускала горѣніе какихъ либо элементовъ даннаго тѣла, то мы замѣтимъ тотчасъ же появленіе блестящихъ линій, окраиненныхъ въ тѣтъ или другою цвѣть, смотря по природѣ испытуемаго вещества. Эти линіи отдѣлены другъ отъ друга темными промежутками; иногда ихъ появляется очень немного,—случается даже, что всего только одна,—но спектръ при этомъ бываетъ постоянно съ перерывами и имѣетъ особый характеристический видъ для каждого изъ простыхъ тѣлъ. Получаемые при подобныхъ обстоятельствахъ спектры, по большей части, бываютъ симѣшаны, т. е. даютъ блестящія черты на окраинномъ фонѣ. Это происходитъ отъ того, что сжигаемое вещество рѣдко бываетъ химически чистымъ и почти всегда содержитъ въ себѣ небольшую примѣсь постороннихъ тѣлъ, которыя попадаютъ въ пламя и накаливаются въ немъ **).

*) Спектроскопъ состоитъ изъ одной или несколькиихъ призмъ Р (фиг. 14), черезъ которые пропускается параллельный пучокъ свѣтовыхъ лучей. Параллельнѣсть ихъ достигается или введеніемъ пучка черезъ весьма узкое отверстіе, расположеннное на довольно значительномъ разстояніи отъ призмы, или же при помошни ахроматического объектива, помѣщенного на меньшемъ разстояніи въ трубѣ В. Получаемый спектръ наблюдается прямо простымъ глазомъ или еще лучше透过 трубѣ А. Для измѣненія разстоянія между чертами, изображеніе спектра проектируется на микрометрическую шкалу, которая, будучи расположена въ трубѣ С, освѣщается черезъ щель, продѣланную въ концѣ трубы, противоположномъ призмѣ.

**) Въ пламени керосинныхъ лампъ, а также обыкновенныхъ газовыхъ горѣлокъ, черты видны только въ нижней фиолетовой его части, то есть въ поясѣ наиболѣе энергичнаго горѣнія, который состоитъ изъ окиси углерода, остальная часть пламени почти исключительно занята раскаленнымъ углеродомъ. Напротивъ, пламя дерева и бумаги даетъ блестящую черту, принадлежащую натрію; другія части спектра соотвѣтствуютъ раскаленному углю.

Черты выходятъ особенно отчетливо въ электрическомъ пламени, получающемся отъ дѣйствія тока *). Для большаго удобства можно употреблять индуктированные токи, но тогда линии уже не будутъ ни такъ чисты, ни такъ отчетливы, какъ въ предыдущемъ случаѣ. Эти вибраціи



Фиг. 14.

происходятъ съ такою правильностью и постоянствомъ, что позволяютъ открывать новые простыя тѣла, присутствіе которыхъ въ пламени отражается на его спектрѣ появленіемъ блестящихъ чертъ въ мѣстахъ, не соотвѣтствующихъ никакому изъ извѣстныхъ до тѣхъ порь элементовъ. Замѣтимъ однако же, что тотъ или другой родъ вибрацій даннаго вещества зависить не только отъ его природныхъ свойствъ, но также и отъ температуры, при которой они совершаются. Такъ напр. талій, нагрѣтый до температуры, допускающей его горѣніе въ воздухѣ, даетъ зеленую черту; при болѣе же сильномъ нагрѣваніи (Мюллеръ) или при введеніи его въ вольтову дугу (Гроце), эта черта сопровождается еще и другими. То же самое относительно натрія и некоторыхъ другихъ тѣлъ. Кромѣ того спектральныя черты даннаго вещества измѣняются со степенью его ссыпания и плотности. Такимъ образомъ спектръ электрическаго свѣта можетъ быть и непрерывнымъ и содержащимъ въ себѣ черты, смотря по тому, въ какой степени употреблены угли способны къ разрушению (Даніель). Наконецъ изслѣдованія Робинзона показали, что если въ пламя какого либо вещества ввести несколькия частичекъ другаго, то въ спектрѣ получаются черты, не принадлежащіе въ отдельности ни тому, ни другому изъ нихъ.

Плюкеръ рядомъ многочисленныхъ опытовъ доказалъ, что: 1) нѣко-

*) См. журналъ *Nuovo Cimento del Matteucci*, годъ первый, 1852.

торыя простыя тѣла могутъ давать два спектра, темныя черты которыхъ не имѣютъ между собой никакого отношенія. Такъ напр. азотъ, черезъ атмосферу котораго проходить рядъ слабыхъ разряженій, представляеть великолѣпный спектръ, состоящій изъ множества широкихъ чертъ или главныхъ полосъ, со всѣми ихъ тончайшими переходами, и этотъ свѣтъ распространяется по всей длини спектра; причемъ полосы, лежащія между красными и зелеными оттенками, отличаются наибольшей широтой, а находящіяся ~~и~~¹ зеленої — наименѣйшой; 2) но если увеличить силу разряженія, употребляя, напримѣръ, для этого болѣе энергическую машину въ соединеніи съ Лейденской банкой, то получается спектръ, состоящій исключительно изъ блестящихъ чертъ на темномъ фонѣ, — этотъ переходъ отъ одного азотного спектра къ другому совершається вдругъ, безъ всякой постепенности. Сѣра и уголь представляютъ подобные же результаты, причемъ послѣдній, смотря по температурѣ, даетъ новый рядъ чертъ, прибавляющихся къ первоначальнымъ. Спектръ, характеризующій пары угля, кажется, одинаковъ со спектромъ синерода, горящаго въ кислородѣ.

Введеніе въ электрическую цѣнь Лейденской баники производить значительное нагреваніе газа, температура котораго при этомъ достигаетъ такой степени, какую было бы весьма трудно получить другимъ путемъ. Такимъ образомъ разсмотрѣнныя нами явленія есть только результатъ высокаго теплороднаго напряженія данного вещества. Сильныя электрическія разряженія не измѣняютъ внутренней структуры газа, доказательствомъ чего служить то, что съ одной и той же трубкой можно получить, неопределеннное число разъ, тотъ или другой спектръ, смотря по желанию. Здѣсь происходитъ такое же измѣненіе въ молекулярныхъ вибраціяхъ, какое представляетъ аллотропія относительно строенія тѣла. Подъ вліяніемъ электрическихъ искръ, многіе сложные газы распадаются на свои составныя части и затѣмъ остаются въ разложеніи состояніи, между тѣмъ какъ другіе испытываютъ разложеніе только въ моментъ пропусканія черезъ нихъ искру и по окончаніи его тотчасъ же возвращаются къ своему прежнему составу. Въ виду этихъ фактівъ, нѣкоторые пытались объяснить измѣненіе въ спектральныхъ чертахъ тѣль, дающихъ два спектра, диссоціаціей газовъ, вслѣдствіе чего эти послѣдніе, по ихъ мнѣнію, не могутъ считаться простыми въ истинномъ значеніи этого слова. Такая диссоціація поддерживается до тѣхъ поръ, пока температура остается весьма высокою; мы уже видѣли въ одной изъ предыдущихъ главъ подобное явленіе, представляемое парами воды.

По изслѣдованіямъ Плюкера, водородъ составляетъ въ этомъ случаѣ исключеніе, такъ какъ его спектръ дѣлается сплошнымъ только при самыхъ высокихъ температурахъ, даваемыхъ сильными разряженіями. Но фактъ этотъ еще остается подъ сомнѣніемъ, потому что если наблюдать спектръ разрѣженаго газа черезъ простую призму, безъ помо-ющи трубки и щели, то онъ получается почти непрерывнымъ, если же употребить приборъ, снабженный всѣми необходимыми вспомогательными средствами, то на мѣсто прежней сплошности появляются только три черты. Въ спектроскопическихъ изысканіяхъ до сихъ поръ еще не

опредѣлялась степень вліянія, какое можетъ имѣть свѣтовое напряженіе различныхъ чертъ: они никогда не подвергались фотометрическому измѣрению; что же касается до нѣкоторыхъ частныхъ попытокъ этого рода, то къ нимъ незадачливо относиться съ недовѣріемъ. Однако же безспорно, что эти черты являются исключительно лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда данные тѣла находятся въ состояніи пара, — результатъ, согласный съ высказаннымъ нами прежде подозрѣніемъ, а именно, что въ началѣ всякаго химического соединенія вещество вступаетъ въ особый родъ парообразнаго состоянія. Кроме того вышеприведенные факты заставляютъ полагать, что тѣла, разматриваемыя въ настоящее время какъ простыя, по всейѣ вѣроятности, испытываютъ временную диссоціацію, сохраняющуюся во все время прохожденія черезъ нихъ сильныхъ искръ.

Солнечный спектръ до того богатъ блестящими чертами, что, при простомъ разматриваніи, онъ намъ кажется непрерывнымъ; но если его наблюдать черезъ спектроскопъ, то мы тотчасъ же увидимъ, что эта непрерывность только кажущаяся и что на самомъ дѣлѣ она не существуетъ ни въ одной изъ его частей.

Крайнее общіе свѣтлыхъ полосъ въ солнечномъ спектрѣ происходятъ отъ безконечнаго разнообразія раскаленныхъ веществъ, входящихъ въ составъ этого свѣтила, и отъ его чудовищной температуры; темныя же черты являются какъ результатъ поглощенія нѣкоторыхъ лучей его атмосферой. То и другое мы докажемъ немнogo далѣе.

Изъ всѣхъ этихъ наблюдений незадачливо заключить, что тѣла могутъ находиться, такъ сказать, въ двухъ оптическихъ состояніяхъ: въ состояніи простой раскаленности и въ состояніи свѣтящагося пара или химической дѣятельности. Возвращаясь къ акустическимъ сравненіямъ, мы можемъ сказать, что первое изъ нихъ сходно съ состояніемъ тѣла, производящаго шумъ, т. е. дающаго смѣшанныя звуковые волны или волны всевозможныхъ степеней длины; тѣла же, находящіяся во второмъ состояніи, напоминаютъ намъ струны, издающія музикальные звуки. Представимъ себѣ тѣло, находящееся въ такомъ вибраціонномъ движениі, которое, дѣлая его свѣтящимся, недостаточно однако для приведенія его въ горячіе или для превращенія въ пары, т. е. въ такомъ состояніи, когда его частичныя связи еще сохраняютъ свою силу сопротивленія. Въ этомъ случаѣ волны будутъ представлять всевозможныя длины, исключая самыхъ короткихъ, которые только одинъ могутъ производить химическія дѣятельности. Допустимъ теперь, что напряженіе внутреннаго движения увеличилось до степени испаренія тѣла и что ихъ частицы вступаютъ въ состояніе взаимнаго отталкиванія, которое обыкновенно предшествуетъ или сопровождаетъ химическое соединеніе между простыми тѣлами. Едва только это произойдетъ, какъ въ то же мгновеніе вибраціонное движение вступаетъ въ новую фазу: оно дѣлается правильнымъ и получаетъ ритмическую пульсацию, характеръ которой для каждого тѣла имѣть свою строго опредѣленную особенность. Понятно, что для получения этихъ, такъ сказать послѣднихъ, предельныхъ (*ultimes*) явленій нужно привести матерію въ то отталкивательное состояніе, которое она представляетъ въ моментъ сво-

его перехода въ паръ или, лучше, когда она принимаетъ участіе въ химической реакціи; только тогда частицы, освобожденныя отъ всѣхъ связей и, такъ сказать, изолированные отъ окружающей ихъ среды, получаютъ возможность вибрировать совершенно свободно, каждая слѣдующа особымъ ритму, зависящему отъ ея массы и скорости.

Нужно думать, что всякой свободной частицѣ соответствуетъ своя особая вибрація, опредѣляемая ея массой и живой силой или температурой; очень можетъ быть, что эта вибрація подраздѣляется на нѣсколько другихъ, вслѣдствіе измѣненія температуры; но во всякомъ случаѣ въ своемъ истинномъ видѣ она представляется только тогда, когда частица становится совершенно свободной. Нѣчто подобное этому замѣчается и въ акустикѣ: тѣло издастъ весьма чистые музыкальные звуки, но помѣшайте свободному распространенію его вибрацій и вы тотчасъ же услышите дистармонические шумы. Мы также говорили о томъ, что, судя по спектральнымъ наблюденіямъ надъ твердыми тѣлами, изъ которыхъ частичные группы этихъ послѣднихъ, по всей вѣроятности, распадаются и переходятъ въ упругое состояніе, свойственное парамъ. Отталкивательная электрическая сила, какъ наиболѣе могущественная, особенно легко производить молекулярное испареніе. Но какимъ законамъ с服从уютъ эти вибраціонныя движенія? Отвѣтить на такой вопросъ современная наука пока еще не въ состояніи, и всякая гипотеза на этотъ счетъ съ нашей стороны была бы лишена прочного основанія, однако можно положительно утверждать, что характеръ вибрацій тѣсно связанъ съ массой и живой силой частицъ.

Посмотримъ теперь, какимъ образомъ изъ спектроскопического анализа можно извлечь весьма важныя указанія относительно взаимного обмѣна движеній между эфиромъ и вѣсомой матеріей.

Раскаленное тѣло, рассматриваемое въ спектроскопъ, дасть, какъ мы знаемъ, сплошной спектръ; но если между этимъ тѣломъ и приборомъ помѣстить экранъ, состоящій изъ стеклянного ящика, наполненнаго азотистыми парами или парами іода, то въ спектрѣ, тотчасъ же появится большое число темныхъ чертъ, совершенно подобныхъ чертамъ солнечного спектра. Этотъ опытъ показываетъ, что паръ совершенно поглощаетъ изъкоторыхъ волнъ, пропуская въ то же время другія, весьма мало отличающіяся отъ первыхъ. При поглощеніи свѣтовыхъ волнъ пары дѣйствуютъ не совсѣмъ сходно съ твердыми ограниченными срединами, потому что они оказываютъ свое влияніе только на волны строго опредѣленного порядка, между тѣмъ какъ предѣлы поглощенія для твердыхъ тѣлъ весьма обширны и далеко не такъ точны; но въ сущности оба эти явленія имѣютъ одно и то же происхожденіе.

Эта поглощающая способность не составляетъ особенности двухъ вышеупомянутыхъ нами газовъ, а какъ кажется, болѣе или менѣе обнаруживается всѣми тѣлами, приведенными въ состояніе пара—будутъ ли они свѣтящимися или нѣтъ—все равно. Но если они будутъ раскалены, то при этомъ могутъ произойти весьма интересныя явленія: такъ напримѣръ, если пучекъ солнечныхъ лучей и лучей, испускаемыхъ полярными концами углей вольтовой дуги, прежде поступленія въ спектроскопъ пропустить черезъ пламя алкоголя, содержащаго въ сво-

емъ растворѣ поваренную соль, то въ наблюдалемъ спектрѣ является рѣзкая черная полоса, соотвѣтствующая, по мѣсту своего расположения, Фраунгоферовой чертѣ D (Фуко). Пары же лѣза, строящія и другихъ металловъ производятъ подобныя же явленія, но только въ различныхъ частяхъ спектра (Буксенъ). Для получения этого результата необходимо соблюденіе лишь одного условія: свѣтовые лучи, прорѣзывающіе пламя, должны быть направлены лучомъ этого послѣдняго. Представимъ себѣ, что на пути луча разсѣянаго солнечного свѣта лежитъ пламя патрія и что онъ принимается на призму только по выходѣ изъ этого пламени; тогда мы увидимъ желтую черту патрія на черной, принадлежащей солнечному спектру. Но если повторить тотъ же опытъ съ прямымъ солнечнымъ лучемъ, то часть спектра, соотвѣтствующая чертѣ D, будетъ совершенно темная, такъ какъ свѣть патрія слишкомъ слабъ, чтобы такъ же блестѣть, какъ остальная часть прямаго солнечнаго спектра.

Эти явленія, известныя подъ именемъ *изверженія спектра* (inversion du spectre), приводятъ насъ къ слѣдующему закону: вещества, находящееся въ состояніи пара, поглощаетъ исключительно только тѣ лучи, которые оно испускаетъ при своемъ горѣніи, и вообще поглощающая и испускателная способности лучей находятся между собой въ строгомъ соотношеніи. Тиндалль въ своихъ изысканіяхъ объ относительномъ лучеспусканіи и тепловѣтности газовъ неоднократно имѣлъ случай подвѣргнуть справедливость этого начала. Что же касается до подчиненія ему твердыхъ тѣлъ, то оно было подтверждено опытами Дезена и Л-Правоста.

Заключеніе, вытекающее изъ предыдущихъ фактъ, весьма ясно: 1) эфиръ можетъ раздѣлять и распространять всѣ вибраціи вѣсомой матеріи, каковы бы ни были ихъ родъ и длина, и если вибраціи тѣла совершаются въ опредѣленной формѣ и ограниченнѣмъ числѣ, то то же самое будетъ и съ соотвѣтствующими имъ колебаніями эфира; 2) всякий разъ какъ частицы тѣла способны совершать движеніе, сходное съ движениемъ эфира, живая сила этого послѣдняго будетъ сообщаться вѣсомой матеріи и вслѣдствіе того испытывать поглощеніе.

Не всѣ частицы могутъ вибрировать въ унисонъ съ эфирными волнами: эта способность встрѣчается только въ изъкоторыхъ изъ нихъ, обладающихъ опредѣленной массой и объемомъ; имъ-то эфиръ и сообщаетъ свою живую силу, предпочтительно передъ прочими, не приимающими никакого участія въ движеніи. Эти явленія оптическаго резонанса совершаются сходны съ тѣми, которые представляютъ струны музыкальныхъ инструментовъ. Если взять арфы произвести звукъ, то тѣ изъ ея струнъ, которая способны звучать съ нимъ въ унисонъ, немедленно приходятъ въ вибрацію, между тѣмъ какъ другія остаются безмолвными. Въ этомъ случаѣ колеблющія струны получаютъ живую силу, необходимую для ихъ движенія, отъ воздуха, распространяющаго звуковыя волны.

Явленія, о которыхъ мы теперь говоримъ, представляютъ первостепенную важность для нашей теоріи и потому мы должны ихъ разобрать съ возможно болѣеющей тщательностью. Возьмемъ для примѣра извраще-

иie спектра вольтовой дуги пламенемъ натрия: совмѣщая два пламени, мы па одной и той же прямой линіи развиваємъ два волнообразныхъ движений: въ послѣднемъ изъ нихъ, исходящемъ изъ раскаленаго натрия, эфирные колебанія имѣютъ длину волнъ, соотвѣтствующихъ темной чертѣ D солнечнаго спектра, т. е. $0^{\text{мм}}\text{,}0006$ ($0\text{,}0024$ точки). Назовемъ черезъ Mv^2 живую силу этихъ вибрацій. Съ своей стороны раскаленные угли вольтовой дуги производятъ волны той же длины, но только обладающія другимъ напряженіемъ. Пусть живая сила будетъ Mv^2 . При прохожденіи ихъ черезъ пламя натрия, частицы этого металла, способныя вибрировать съ ними въ унисонѣ, придутъ въ движение, заимствую необходимую для того живую силу изъ волнъ эфира, причемъ количество такого позаимствованія всегда должно составлять лишь ту же самуую часть живой силы свѣтовыхъ волнъ, испускаемыхъ углами, такъ какъ частицы натрия, безъ сомнѣнія, обладаютъ значительно болѣею массой, чѣмъ частицы эфира. Представимъ эту дробь черезъ $\frac{1}{k} Mv^2$. Тогда сумма живыхъ силъ, принадлежащихъ вибрирующимъ натрѣвымъ частицамъ, будетъ равна $Mv^2 \left(1 + \frac{1}{k}\right)$. Если это произведеніе равно Mv^2 , то въ свѣтовомъ напряженіи не произойдетъ ни увеличенія, ни уменьшенія. Но оно необходимо должно измѣняться всякий разъ, какъ только одно изъ этихъ количествъ будетъ больше или менѣе другаго. Необходимо однако замѣтить, что происходящее отъ вышеизначеныхъ причинъ исчезновеніе свѣта всегда бываетъ только относительнымъ, потому что оно ии въ какомъ случаѣ не можетъ быть такимъ полнымъ, какъ это получается при интерференціи. Теперь понятно, почему спектральныя черты могутъ быть туманными, или несовершенно черными. Такими именемъ представляются атмосферическая и земная черты, а также многія другія, замѣчаемыя въ планетныхъ спектрахъ. Оны никогда не достигаютъ до той степени темноты, какою обладаютъ металлическія черты.

Всѣ эти факты доказываютъ весьма убѣдительно инерцию эфира, а слѣдовательно и его материальность. Они даютъ намъ также ключъ къ объясненію поглощенія лучей болѣею частью тѣла и равнства между испускателюю и поглощающей способностями одного и того же вещества, такъ какъ намъ теперь известно, что частицы поглощаютъ живую силу тѣхъ волнъ, вибраціонный ритмъ которыхъ одинаковъ со скоростью ихъ собственныхъ колебаній.

Однако же слѣдуетъ замѣтить, что одно это начало еще недостаточно для объясненія всѣхъ случаевъ поглощенія свѣта; по исключенію, представляемымъ иѣкоторыми изъ явлений подобного рода, могутъ быть отнесены къ неправильностямъ формы частицъ прозрачнаго тѣла.

Влияніе этой причины, какъ намъ кажется, доказывается блестящими изслѣдованіями Тиндалля: онъ нашелъ, что напряженіе поглощающей способности газовъ увеличивается по мѣрѣ того, какъ возрастаетъ сложность структуры испускаемаго тѣла. Такъ, наприм. водяной паръ поглощаетъ въ 60 разъ болѣе теплоты, чѣмъ равная ему масса водо-

рода и кислорода *). Точно также поглощающая способность амміака въ полтораста разъ превосходить ту же способность газовъ, входящихъ въ его составъ. Наконецъ масложидкій газъ, паукия начала дѣятовъ, пары различныхъ спиртовъ и эфировъ и многія другія органическія вещества также отличаются высокой степенью поглощающей силы; и учёный физикъ, не колеблясь, приписываетъ это свойство сложности состава ихъ химическихъ частичекъ.

Мы полагаемъ, что его можно до иѣкоторой степени объяснить слѣдующей гипотезой: частицы неразложимыхъ газовъ по всей вѣроятности имѣютъ или сферическую или какую либо весьма простую геометрическую форму; понятно, что эфирные волны не могутъ испытывать значительного сопротивленія при распространеніи въ такой средѣ, весьма легко огибая встрѣчающіяся на ихъ пути материальныя группы. На-противъ, въ тѣлахъ со сложной структурой, частицы, безъ сомнѣнія, должны имѣть самую прихотливую форму и, сплетаясь между собой въ узорчатые ряды угловатыхъ многогранниковъ, быстро истощать вибраціонное движение, подобно тому, какъ мягкая и волокнистая тѣла скрываютъ звуки, и подводные рифы, разбивая октанническія волны, препятствуютъ ихъ распространенію.

Съ исчезновеніемъ свѣтовой волны, ея живая сила не уничтожается, а только переносится родъ своей работы: изъ свѣта она дѣлается теплотой или химической силой,—быстрая вибраціи эфира сообщаютъ болѣе медленныя колебанія всей массѣ вѣсомаго тѣла и производятъ въ немъ частую повышеніе температуры, частую же разрушеніе сложныхъ частицъ, разлагая ихъ на составные элементы. Это послѣднее въ высшей степени замѣчательное дѣйствіе свѣта не можетъ не остановить на себѣ нашего вниманія. Мы посвятимъ ему слѣдующую главу, теперь же пока ограничимся иѣсколькими интересными замѣчаніями, касающимися непосредственно разбираемаго нами вопроса.

Спектроскопъ даетъ намъ одно изъ самыхъ поражающихъ доказательствъ однородности матеріи во всей вселенной; онъ позволяетъ намъ подвергать звѣзды самому точайшему химическому анализу черезъ изслѣдованіе испускаемаго ими свѣта. Такимъ образомъ было найдено, что всѣ части міра обладаютъ единствою химического состава. Съ точки зреія спектрального анализа, всѣ звѣзды могутъ быть отнесены къ четыремъ главнымъ типамъ.

Первый типъ.—Бѣлые звѣзды, какъ напр. Сириусъ и α Лиры, блестящія β , γ , δ , ϵ , ζ , Большой Медведицы и т. д. Спектръ этихъ звѣздъ почти сплошной, перерѣзанный только въ трехъ мѣстахъ довольно широкими черными линіями; одна изъ нихъ лежитъ въ красной полосѣ на уровне солнечной черты C, другая—между зеленою и голубой—сливается съ солнечной чертой F и иаконецъ третья, расположенная

*) Тиндаль, *Philos. Trans.*, 1862. Магнусъ оспаривалъ точность этого числа, утверждая, что поглощающая сила пара только въ 5 или 6 разъ превосходитъ ту же способность атмосферного воздуха. Для разрешенія недоразумѣнія, мы предприняли рядъ изысканій и наши опыты, произведеніе лѣтомъ и зимой надъ поглощеніемъ солнечной теплоты, привели насъ къ заключеніямъ, согласнымъ съ выводами Тиндалля.

ная въ фиолетовой части, приближается къ чертѣ G. Эти три линіи представляютъ собою три обратныхъ черты водорода. Ярко блестящія звѣзды даютъ еще четвертую черту, лежащую недалеко отъ предыдущей. Можна открыть также весьма тонкія черты въ желтой и зеленой полосахъ, но наблюденіе ихъ сопряжено съ большимъ трудомъ. Слѣдуетъ однако же замѣтить, что если спектръ бывшихъ звѣздъ кажется сплошнымъ, то это, но всей вѣроятности, происходитъ отъ недостаточнаго увеличения, при которомъ его можно наблюдать. Въ самомъ дѣлѣ, свѣтъ звѣздъ такъ слабъ, что изслѣдованіе его не допускаетъ употребленія сильныхъ приборовъ *), но если бы этого затрудненія не существовало, то нѣть сомнѣнія, что въ ихъ спектрѣ были бы найдены новые черты, которыхъ теперь ускользаютъ отъ наблюденія вслѣдствіе своей крайней тонкости.

Второй типъ.—Желтые звѣзды напр. Поллуксъ, Банелла, Арктуръ и пр. Эти звѣзды даютъ спектръ тождественный съ солнечнымъ, т. е. съ чертами, занимающими тѣ же самыя относительныя положенія и находящимися въ томъ же самомъ числѣ.

Третій типъ.—Красные звѣзды, между которыми находятся α Ориона, α Геркулеса, β Негаса и другія. Ихъ спектры представляютъ два рода совершенно отличныхъ другъ отъ друга черты. Однѣ, соответствующія обыкновеннымъ чертамъ солнечного спектра, но только нѣсколько болѣе широкія и рѣзче выдѣляющіяся на радужномъ фонѣ—обстоятельство, заставляющее предполагать болѣе энергичное поглощеніе веществъ, характеризуемыхъ этими чертами. Особенно рельефны черты желѣза. Кромѣ этихъ чертъ или тонкихъ линій, въ спектрахъ вышеупомянутыхъ звѣздъ замѣчаются еще темные пояса, сходные съ тѣмъ, которые производятся въ солнечномъ спектрѣ земной атмосферой и называемые туманными чертами. По всей вѣроятности, они имѣютъ то же происхожденіе, что и эти послѣднія, такъ какъ ихъ нельзя разложить на тонкія линіи. Эти два рода чертъ совершенно отличны другъ отъ друга и потому не слѣдуетъ смѣшивать, такъ какъ съ линіями.

Четвертый типъ.—Нѣкоторыя красные звѣзды на столько отличаются по своему виду отъ звѣздъ, принадлежащихъ къ третьему типу, что ихъ слѣдуетъ отнести къ особому классу. Въ ихъ спектрѣ замѣчаются небольшое число яркихъ свѣтиящихъ чертъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга широкими, окрашенными промежутками. Обыкновенно они состоятъ изъ трехъ, совершенно разнородныхъ поясовъ: одного—въ красной, другого—въ зеленой и третьаго—въ голубой полосѣ. Предѣлы цѣтвовъ совпадаютъ съ черными линіями углерода. Нужно полагать, что темные пояса этихъ звѣздъ происходятъ отъ сильнаго поглощенія, производимаго въ ихъ атмосферѣ преимущественно этимъ веществомъ. Напомнимъ кстати, что красные звѣзды обыкновенно принадлежатъ къ классу такъ называемыхъ *переменныхъ* звѣздъ.

Туманности даютъ спектръ, совершиенно отличный отъ звѣзднаго.

*) Сильные спектроскопы состоятъ изъ большаго числа призмъ, проходя черезъ которые, слабый свѣтъ долженъ быть бы совершенно поглощаться. *Перев.*

Онъ состоитъ изъ трехъ блестящихъ линій: одна изъ нихъ самая яркая характеризуетъ азотъ; другая, занимающая мѣсто солнечной черты F, принадлежитъ водороду; третья же неизвѣстна.

Спектръ кометъ отличается полной оригинальностью. Онъ состоитъ изъ трехъ поясовъ—ярко-зеленаго, фиолетового и наконецъ желтаго. Пока еще трудно определить природу этихъ чертъ. Они настолько близко подходятъ къ чертамъ туманныхъ пятенъ (хотя однако не совпадаютъ съ ними), что даютъ право рассматривать кометы какъ настоящія туманности, обладающія своимъ собственнымъ свѣтомъ. Комета Винеке въ 1868 г. представляла спектръ углерода въ углеродисто-водородномъ газѣ (CH). Углеродъ былъ найденъ во многихъ аэrolитахъ и все они согласно подтверждаютъ, что матерія, существующая въ отдаленныхъ предѣлахъ пространства, ничѣмъ не отличается по своей природѣ отъ той, которую мы ежедневно встрѣчаемъ на землѣ. Но не отличается ли она по своему молекулярному состоянію? На этотъ счетъ трудно составить себѣ какое нибудь ясное понятіе. Въ одной изъ предыдущихъ главъ мы сказали, что вещества кометъ, по всей вѣроятности, находятся въ состояніи диссоціаціи: результаты спектрального анализа подтверждаютъ справедливость нашего замѣченія.

ГЛАВА V.

Химическія дѣйствія, производимыя свѣтомъ. Флуорценція, фосфорценція.

Свѣтъ производить соединенія и разложенія. Такъ, если соль серебра подвергнуть дѣйствию солнечныхъ лучей, то она покриѣтъ. Эта непрѣмѣнна цвѣта обусловливается разложеніемъ, возстановляющимъ металль въ формѣ тончайшаго порошка и освобождающимъ изъ соединенія другіе элементы, которые, реагируя другъ на друга, образуютъ новыя тѣла. По прекращенію дѣйствія свѣта, вся неразложенная часть соли можетъ быть растворена въ щирноватистокисломъ, натрѣ или синеродистомъ каїлѣ, между тѣмъ какъ тѣ же вещества не оказываютъ никакого вліянія на возстановленный металль. На этихъ реакціяхъ, можно сказать, держится вся фотографія.

Обратно, въ синтезѣ соляной кислоты мы имѣемъ примѣръ химическаго соединенія, непосредственно возбуждаемаго вліяніемъ свѣта: смѣсь хлора и водорода, выставленная на солнце, соединяется со взрывомъ. Бунзенъ и Роско, соответственно ослабляя силу этой реакціи, примѣнили ее къ измѣренію химической энергіи свѣтовыхъ лучей; они доказали, что соединеніе, производимое свѣтомъ, уменьшаетъ его блескъ. Отсюда прямо слѣдуетъ, что часть живой силы свѣтовыхъ волнъ преобразуется въ химическую работу.

Наши искусственные источники освѣщенія испускаютъ изъ себя также все три рода лучей—оптическіе, теплородные и химическіе, съ той только разницей, что въ нихъ количество этихъ послѣднихъ весьма