

Библиотека Положительныхъ Наукъ.

**ОГЮСТЬ КОНТЪ.**

КУРСЪ

**ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ  
ФИЛОСОФІИ**

(Auguste Comte, — Cours de Philosophie Positive).

Полный переводъ съ послѣдняго 5-го французскаго изданія подъ редакцію, съ примѣчаніями и статьями Профессоровъ С. Е. Савича, С. П. Глазенапа, О. Д. Хвольсона, Д. И. Менделѣева, Н. А. Тимирязева, А. С. Лаппо-Данилевскаго, И. М. Гревса и Н. О. Лобскаго, съ приложеніемъ статьи Профессора Н. И. Карѣева.

**Въ 6 томахъ.**

**Томъ II, Отдѣлъ 2-й.**

**Философіи Физики**

переводъ В. А. Капериной, подъ редакцію и съ примѣчаніями профессора Имп. Сиб. университета О. Д. Хвольсона.

**С.-ПЕТЕРБУРГЪ.**

Книжный Магазинъ

Т-ва „ПОСРЕДНИКЪ“

Васильевскій Островъ, 8 линія, № 9.

Книжный Магазинъ

И. И. ИВАНОВА.

Литейный пр., уг. Невск. пр., д. 64—78.

**1901.**

## Содержаніе 2 отдѣла II тома:

	Стр.
28-я лекція. Философскія разсужденія о физикѣ вообще . . .	3
29-я лекція. Общія разсужденія о барологіи . . . . .	32
30-я лекція. Общія разсужденія о физической термолוגіи. . .	49
31-я лекція. Общія разсужденія о математической термолוגіи. . .	65
32-я лекція. Общія разсужденія объ акустикѣ . . . . .	83
33-я лекція. Общія разсужденія объ оптикѣ . . . . .	99
34-я лекція. Общія разсужденія объ электрологіи . . . . .	117
Примѣчаніе Профессора О. Д. Хвольсона . . . . .	137

1-й отдѣлъ II тома, содержащій:

### „Философію Астрономіи“

подъ ред. Проф. С. П. Глазенапа печатается и будетъ доставленъ Гг. подписчикамъ безъ доплаты. Вмѣстѣ съ 1-мъ отдѣломъ Гг. подписчики получаютъ заглавный листъ и оглавленіе ко всему II тому.

Въ книжномъ магазинѣ Ив. Ив. ИВАНОВА.

*Литейн. пр., 64, близъ Невскаго пр., въ С.-Петербурѣ,*

**ПРОДАЮТСЯ СЛѢДУЮЩІЯ КНИГИ:**

**Безе.** Теорія сопротивленія матеріаловъ безъ высшаго математическаго анализа. Съ рис. и табл. перев. съ дополн. П. Федорова 1897. 1 р. —

**Виньола.** Архитектурные ордера. Памятная книжка для архитекторовъ. Текстъ и рисунки Тьерри, перев. П. Федорова. 1897. 1 р. 50.

**Гартвигъ.** Природа и человѣкъ на крайнемъ Сѣверѣ. Съ 8 гравюрами перев. съ нѣм. 1897. 2 р.

**Исторія крупинки соли.** Съ франц. по Эману и др. съ предислов. и дополн. П. А. Федорова. 1898. — 60 к.

**Кеннанъ.** Кочевая жизнь въ Сибири. Перев. съ англ. 1896. 1 р. 50 к.

**Пуансо.** Статика. Перев. съ фр. П. А. Федорова. Съ 103 рис. 1898. 1 р.

**Спенсеръ.** Соціологія, какъ предметъ изученія. Съ примѣч. и вступит. очеркомъ 1896. 2 р.

**Спенсеръ.** Научныя основанія нравственности 3 ч. съ примѣч. и вступит. очеркомъ. 1896. 2 р. 50 к.

**Фарадей.** Исторія свѣчки, съ примѣч. и биограф. очеркомъ Санъ-Клеръ-Девилля. Съ 56 рис. перев. съ фр. 1898. 75 к.

**Флурансъ.** Объ инстинктѣ и умѣ животныхъ. Перев. съ фр. Н. Федоровой 1900. 60 к.

ОГЮСТЬ КОНТЬ.

---

КУРСЪ

ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ  
ФИЛОСОФІИ.

---

Томъ II, отдѣль 2.

Философія Физики.

---



Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 11 февраля 1900 г.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Министерства Путей Сообщенія  
(Т-ва Н. Н. Кушнеревъ и К<sup>о</sup>), Фонтанка, 117.

1900.

## ДВАДЦАТЬ ВОСЬМАЯ ЛЕКЦІЯ.

### Философскія разсужденія о физикѣ вообще.

Эта вторая основная вѣтвь естественной философіи начала окончательно освобождаться отъ метафизики и принимать истинно положительный характеръ только послѣ капитальныхъ открытій Галилея, относящихся къ паденію тѣлъ <sup>(1)</sup>. Наоборотъ, разсмотрѣнная въ первой части этого тома наука въ чисто геометрическомъ отношеніи была совершенно положительна уже съ основанія Александрійской школы. Поэтому слѣдуетъ ожидать, что мы не только встрѣтимся здѣсь съ непосредственнымъ вліяніемъ большей сложности явленій, но что мы и научное состояніе физики въ сравненіи съ астрономіей найдемъ гораздо менѣе удовлетворительнымъ какъ съ умозрительной точки зрѣнія, т. е. по чистотѣ и стройности теорій, такъ и съ практической, т. е. по обширности и точности тѣхъ предсказаній, которыя изъ нея вытекаютъ. Правда, постепенное развитіе этой науки въ теченіе двухъ послѣднихъ вѣковъ могло совершиться подѣ философскимъ импульсомъ правилъ Бэкона и концепцій Декарта, и этотъ импульсъ, устанавливая основныя условія общаго положительнаго метода, долженъ былъ придать больше рациональности общему ея развитію. Но, несмотря на важное значеніе, которое имѣло это сильное вліяніе для ускоренія естественнаго прогресса философіи физики, однако продолжительное владычество первоначальныхъ метафизическихъ привычекъ было такъ могущественно, духъ же положительности, способный развиваться только путемъ упражненій, былъ выраженъ еще такъ несовершенно, что въ столь короткий срокъ эта наука никакъ не могла пріобрѣсти полной положительности, которая, вплоть до середины этого періода, недоставала даже механической части астрономіи <sup>(2)</sup>. Такимъ образомъ, начиная съ точки, достигнутой нашимъ философскимъ изслѣдованіемъ, мы въ различныхъ основныхъ наукахъ, которыя намъ предстоитъ еще разсмотрѣть, будемъ наталкиваться на все болѣе и болѣе глубокие слѣды метафизическаго направленія, слѣды, отъ которыхъ совершенно освободилась въ настоящее время только астрономія, единственная въ этомъ отношеніи изъ всѣхъ вѣтвей естественной философіи. Это проти-

(1) Встрѣчающіяся въ текстѣ цифры (въ скобкахъ) соотвѣтствуютъ примѣчаніямъ Г. Редактора, помѣщеннымъ въ концѣ отдѣла.

вонаучное вліяніе уже не будетъ ограничиваться маловажными подробностями, существенно вліяющими только на способъ изложенія, какъ въ тѣхъ различныхъ случаяхъ, которые мнѣ пришлось указывать до сихъ поръ; мы увидимъ, что оно въ значительной степени обнаруживается и въ основныхъ концепціяхъ науки, по моему мнѣнію даже въ физикѣ еще не вполне обрѣтшихъ своего окончательнаго философскаго характера. Сравнивая, соответственно духу нашей работы, болѣе непосредственно, рационально и глубоко, чѣмъ это дѣлалось до сихъ поръ, философію физики со столь совершеннымъ образцомъ, каковымъ представляется намъ философія астрономіи, и постепенно совершенствуя методъ болѣе сложныхъ наукъ примѣненіемъ общихъ правилъ, почерпнутыхъ изъ анализа менѣе сложныхъ наукъ, я надѣюсь доказать возможность слѣдять всѣ науки одинаково положительно, хотя по природѣ изслѣдуемыхъ ими явленій, и согласно установленной въ началѣ нашего труда основной іерархіи, не всѣ онѣ способны стать одинаково совершенными.

Мы должны прежде всего какъ можно точнѣе очертить истинное поле изслѣдованій, составляющихъ физику въ собственномъ смыслѣ слова. Если не отдѣлять ея отъ химіи, то совокупность этихъ наукъ имѣетъ предметомъ изученіе общихъ законовъ неорганическаго міра. Въ такомъ случаѣ это общее ученіе весьма рѣзко обозначенными границами, которыя мы позднѣе подвергнемъ точному изслѣдованію, отдѣляется какъ отъ науки о жизни, которая слѣдуетъ за нею въ нашей энциклопедической шкалѣ, такъ и отъ астрономіи, которая ей предшествуетъ, и простой предметъ которой, какъ мы видѣли, сводится къ разсмотрѣнію большихъ естественныхъ тѣлъ съ точки зрѣнія ихъ формы и движенія. Наоборотъ, установить точное различіе между физикою и химіею очень не легко, и трудность эта увеличивается со дни на день, благодаря тѣмъ все болѣе и болѣе тѣснымъ связямъ, которыя совокупностью современныхъ открытій непрерывно устанавливаются между этими науками<sup>(3)</sup>. Тѣмъ не менѣе дѣленіе это и реально, и необходимо, хотя оно, конечно, менѣе ясно, чѣмъ всѣ другія дѣленія, содержащіяся въ нашемъ основномъ энциклопедическомъ ряду. Мнѣ кажется, что я могу установить это дѣленіе на основаніи трехъ общихъ соображеній, различныхъ, хотя и эквивалентныхъ, изъ которыхъ каждое, отдѣльно взятое, въ нѣкоторыхъ случаяхъ оказалось бы, можетъ быть, и недостаточнымъ, но которыя всѣ вмѣстѣ, повидимому, не должны оставлять никакого сомнѣнія.

Первое соображеніе основано на характерной противоположности, смутно сознанной уже философами XVII вѣка, между необходимою общностью истинно физическихъ изслѣдованій и тою частностью, которая присуща изслѣдованіямъ чисто химическимъ. Всякое физическое разсужденіе въ собственномъ смыслѣ слова по существу болѣе или менѣе приложимо къ какому угодно тѣлу; наоборотъ, каждое химическое представленіе всегда относится только къ частному явленію, свойственному извѣстнымъ веществамъ, какое бы подобіе между различными случаями мы при этомъ ни подмѣтили. Эта основная противоположность всегда рѣзко обозначена между двумя категоріями явленій. Такъ не только сила тяжести, составляющая первый предметъ физики, одинаково проявляется во всѣхъ тѣлахъ, которыя одинаково подвергаются также и тепловымъ явленіямъ, но всѣ тѣла болѣе или менѣе способны издавать звукъ и подвергаться явленіямъ оптиче-

скимъ и даже электрическимъ: по отношенію къ этимъ различнымъ свойствамъ мы находимъ въ нихъ только простое различіе въ степени. Наоборотъ, въ различныхъ соединеніяхъ и разложеніяхъ, которыми занимается химія, въ концѣ концовъ дѣло касается всегда существенно специфическихъ качествъ, различныхъ не только для различныхъ элементарныхъ веществъ, но даже и для ихъ наиболѣе аналогичныхъ соединеній. Правда, магнитныя явленія представляютъ, казалось бы, замѣчательное исключеніе изъ этого характернаго закона общности физическихъ явленій, ибо эти явленія свойственны только опредѣленнымъ, весьма немногочисленнымъ веществамъ, что какъ бы вводитъ ихъ въ область явленій химическихъ, къ которымъ они, однако, очевидно принадлежать не могутъ. Однако, это затрудненіе должно исчезнуть послѣ того, какъ изъ ряда прекрасныхъ открытій Эрштедта стало ясно, что эти явленія представляютъ простое видоизмѣненіе явленій электрическихъ, общность которыхъ неоспорима. Подъ влияніемъ этой общей точки зрѣнія современный прогрессъ науки выясняетъ, какъ мнѣ кажется, что магнетизмъ свойственъ не только одному или двумъ веществамъ, какъ слишкомъ безусловно думали прежде, но что при надлежащихъ условіяхъ всѣ вещества болѣе или менѣе обладают имъ, хотя и въ гораздо болѣе различныхъ степеняхъ, чѣмъ какимъ бы то ни было другимъ физическимъ свойствомъ (4). Итакъ, это кажущееся исключеніе, къ тому же очевидно и единственное, въ дѣйствительности, конечно, не можетъ измѣнить внутренняго характера строгой общности, необходимо присущей всѣмъ явленіямъ, составляющимъ область физики, противопоставленной химіи.

Итакъ, при обычномъ пониманіи физики совершенно напрасно теперь еще считаютъ нужнымъ различать разнообразныя свойства, которыми она занимается, смотря по тому, необходима ли ихъ общность, или она случайна; это непосредственно ведетъ только къ опасной неясности въ отношеніи къ правильному опредѣленію этой науки. Подобныя схоластическія тонкости объясняются, конечно, только остаткомъ влияния метафизическаго духа, благодаря которому такъ долго считалось возможнымъ познать тѣль самихъ по себѣ, независимо отъ обнаруживаемыхъ ими явленій, по существу всегда считавшихся случайными; для философовъ позитивистовъ наоборотъ эти-то явленія и представляютъ въ дѣйствительности единственную первоначальную основу нашихъ концепцій. Можемъ ли мы, напр., продолжать разсматривать тяжесть, какъ случайное свойство, т. е. дѣйствительно представлять себѣ существованіе тѣль, лишенныхъ тяжести, послѣ того, какъ человѣкъ призналъ ея общность? И можемъ ли мы въ дѣйствительности вообразить вещество, не имѣющее никакой температуры, или не допускающее никакого звуковаго, свѣтоваго или даже электрическаго явленія? Однимъ словомъ, съ точки зрѣнія положительной философіи очевидно исключаютъ другъ друга мысль о строгой общности и понятіе о случайности, приложимое только къ такого рода свойствамъ, отсутствіе которыхъ можетъ быть констатировано въ нѣкоторыхъ реальныхъ случаяхъ.

Второе элементарное соображеніе, указывающее на отличіе физики отъ химіи, менѣе важно и даже менѣе основательно, чѣмъ предыдущее, хотя оно и способно принести дѣйствительную пользу. Оно состоитъ въ томъ, что физика всегда разсматриваетъ явленія по отношенію къ массамъ, а химія по отношенію къ молекуламъ, вслѣдствіе чего эта

послѣдняя наука нѣкогда имѣла обычное названіе молекулярной физики. Хотя въ сущности это различіе и не лишено нѣкоторой реальности, тѣмъ не менѣе слѣдуетъ признать, что при достаточно глубокомъ изученіи чисто физическія дѣйствія оказываются большей частью такими же молекулярными, какъ и химическія. Сама сила тяжести представляеть намъ въ этомъ отношеніи неопровержимый примѣръ. Физическія явленія, наблюдаемыя въ массахъ, обыкновенно представляютъ доступныя наблюденію результаты того, что совершается въ ихъ мельчайшихъ частицахъ; изъ этого правила можно исключить развѣ только звуковыя явленія и, пожалуй, электрическія (\*). Что же касается до необходимой наличности нѣкоторой массы для проявленія дѣйствія, то это, очевидно, относится также и къ химіи; ясно, что и въ этомъ отношеніи нѣтъ возможности допустить какое бы то ни было дѣйствительно характерное различіе. Во всякомъ случаѣ этотъ старинный общій взглядъ, вызванный зарождающеюся наукою въ глубоко-философскихъ умахъ, необходимо долженъ обладать какими-нибудь дѣйствительными основаніями, которыя, однако, требуютъ болѣе точнаго анализа; ибо дальнѣйшее развитіе науки не должно разрушать результатовъ подобнаго первоначальнаго разграниченія, если оно правильно установлено. Дѣйствительно, мнѣ кажется, что общій неизмѣнный фактъ, по отношенію къ которому указанное разграниченіе есть только отвлеченное выраженіе, въ настоящее время можетъ быть уже и не строго научное, въ дѣйствительности состоитъ въ томъ, что во всѣхъ химическихъ явленіяхъ по крайней мѣрѣ одно изъ взаимодействующихъ веществъ необходимо должно быть въ состояніи чрезвычайнаго размельченія и даже чаще всего въ состояніи настоящей жидкости, безъ котораго не можетъ произойти дѣйствія; наоборотъ, ни для одного физическаго явленія это предварительное условіе не является необходимостью; оно даже представляеть всегда обстоятельство, неблагоприятное для возникновенія явленія, хотя и не всегда достаточное для того, чтобы сдѣлать его невозможнымъ. Итакъ, въ этомъ отношеніи между двумя родами изслѣдованій существуетъ реальное, хотя и не рѣзкое различіе.

Наконецъ, третье общее замѣчаніе быть можетъ удобнѣе всякаго другого для яснаго отдѣленія физическихъ явленій отъ химическихъ. Въ явленіяхъ перваго рода строеніе тѣлъ, т. е. способъ расположенія ихъ частицъ, можетъ измѣняться, хотя чаще всего оно остается существенно нетронутымъ; но природа тѣлъ, т. е. составъ ихъ молекулъ, остается всегда неизмѣннымъ. Въ явленіяхъ втораго рода, наоборотъ, не только всегда измѣняется состояніе какого либо изъ разсматриваемыхъ тѣлъ, но взаимодѣйствіе тѣлъ необходимо измѣняется ихъ природою, и въ этомъ-то измѣненіи даже и заключается сущность самаго явленія. Большинство разсматриваемыхъ въ физикѣ агентовъ сами по себѣ, при очень энергичномъ или продолжительномъ дѣйствіи, безъ сомнѣнія способны произвести соединенія и разложенія, совершенно тождественныя съ тѣми, которыми опредѣляется химическое дѣйствіе въ обыкновенномъ смыслѣ слова; отсюда-то непосредственно и вытекаетъ столь естественная связь между физикою и химіею. Однако, при столь сильныхъ дѣйствіяхъ явленія въ дѣйствительности выходятъ изъ области первой науки и вступаютъ въ область второй.

Чтобы быть истинно положительными, наши научныя классификаціи не должны опираться на смутныя и сомнительныя соображенія объ агентахъ, которымъ мы приписываемъ изучаемыя явленія. Подобный



принципъ, при строгомъ его примѣненіи, необходимо привелъ бы къ полному смѣшенію понятій и уничтожилъ бы наиболѣе полезныя и реальныя группировки. Извѣстно, напимѣръ, что нѣкоторые современные философы и, между прочимъ, великій Эйлеръ пытались приписать одному и тому же міровому эфиру не только явленія тепла и свѣта, равно какъ и явленія электричества и магнетизма, но даже явленія тяготѣнія земного и небеснаго: и не было бы возможно дѣйствительно неоспоримо доказать ложность подобнаго мнѣнія. Позднѣ другіе видѣли въ томъ же воображаемомъ флюидѣ причину явленій звуковыхъ, для которыхъ воздухъ казался имъ недостаточнымъ посредникомъ. Наконецъ, мы видимъ теперь, что нѣкоторые выдающіеся физиологи, послѣдователи нѣмецкаго натуразма, приписываютъ и жизнь всеобщему притяженію, съ которымъ уже неоднократно связывались явленія химическія. Такимъ образомъ, комбинируя всѣ эти различныя гипотезы, столь же вѣроятныя въ соединеніи, какъ и въ отдѣльности, мы въ концѣ концовъ смутно чувствуемъ, что всѣ наблюдаемыя явленія обязаны своимъ происхожденіемъ одному единственному агенту, и, конечно, никто не сумѣетъ доказать, что это не вѣрно. Всякая классификація, основанная на введеніи агентовъ, оказалась бы полною иллюзіею<sup>(6)</sup>. Единственное средство уничтожить такую неопредѣленность и избавиться отъ неизбѣжныхъ безконечныхъ споровъ, это—обратить непосредственное вниманіе на то, что такъ какъ наши положительныя изслѣдованія имѣютъ пѣлью познаніе законовъ явленій, а отнюдь не способвъ ихъ возникновенія, то всѣ наши научныя распредѣленія, чтобы имѣть дѣйствительно раціональное содержаніе, должны опираться исключительно на самыя явленія, какъ я это установилъ уже въ предисловіи къ этому труду<sup>(7)</sup>. При такомъ методѣ нѣтъ ни неясностей, ни колебаній, и наше философское движеніе впередъ становится увѣреннымъ.

Вновь возвращаясь въ предѣлы настоящаго вопроса, мы видимъ, что если бы положительный анализъ и приписалъ когда-нибудь всѣ химическія явленія силамъ чисто физическимъ, что можетъ быть и будетъ общимъ результатомъ работъ современнаго ученаго поколѣнія, все же наше основное различіе между физикою и химіею въ дѣйствительности нисколько не поколеблется. Ибо необходимо останется вѣрнымъ, что въ явленіи, правильно названномъ *химическимъ*, всегда есть нѣчто болѣе, чѣмъ въ простомъ явленіи *физическомъ*, а именно: характерное измѣненіе молекулярнаго строенія тѣла, а слѣдовательно, и совокупности ихъ свойствъ. Такое различіе, конечно, переживетъ всякій научный переворотъ.

Совокупность предыдущихъ разсужденій кажется мнѣ достаточною для точнаго опредѣленія предмета физики, строго ограниченной ея естественными предѣлами. Мы видимъ, что эта наука занимается *изученіемъ законовъ, управляющихъ общими свойствами тѣлъ, представляющихъ обыкновенно въ видѣ нѣкоторыхъ массъ и находящихся постоянно въ условіяхъ, при которыхъ сохраняется неприкосновеннымъ составъ ихъ молекулъ и, въ большинствѣ случаевъ, даже ихъ внутреннее строеніе*. Сверхъ того, истинно философскій умъ, какъ я уже неоднократно упоминалъ, всегда требуетъ, чтобы всякая наука, достойная этого имени, была бы явственно предназначена для твердаго установленія нѣкоторой соотвѣтствующей ей степени предвидѣнія. Поэтому, чтобы дѣйствительно вполне выразить подобное опредѣленіе, необходимо прибавить, что конечная цѣль физическихъ теорій состоитъ *въ столь возможно точномъ*

предвидѣннѣи всѣхъ явленій, которая представитъ тѣло, находящееся при какой угодно заданной совокупности условій, за исключеніемъ, однако, такихъ которыя могли бы измѣнить его природу. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что совершенное, а главное, точное достиженіе этой цѣли удается очень рѣдко; но изъ этого слѣдуетъ только, что наука несовершенна. Если бы даже ея дѣйствительное несовершенство было бы еще гораздо значительнѣе, всетаки ея истинное назначеніе очевидно нисколько бы не измѣнилось. Я замѣтилъ уже въ другомъ мѣстѣ, что для яснаго постиженія истиннаго общаго характера какой нибудь науки, слѣдуетъ прежде всего представить ее себѣ совершенною, а затѣмъ уже надлежащимъ образомъ считаться съ тѣми большими или меньшими основными трудностями, которыя въ дѣйствительности всегда представляетъ достиженіе этого идеальнаго совершенства; такъ мы уже поступили относительно астрономіи.

Но изъ одного этого бѣглаго изложенія общаго предмета физическихъ изслѣдованій легко понять, насколько большую сложность должны представлять эти изслѣдованія въ сравненіи съ изслѣдованіями астрономическими. Эти послѣднія ограничиваются разсмотрѣніемъ тѣлъ только съ двухъ сторонъ, самыхъ простыхъ, какія только можно вообразить, со стороны ихъ формы и ихъ движенія, причемъ они строго отвлекаются отъ всякой другой точки зрѣнія. Въ физикѣ, наоборотъ, тѣла, доступныя всѣмъ нашимъ чувствамъ, неизбѣжно разсматриваются въ совокупности всѣхъ общихъ условій, характеризующихъ ихъ дѣйствительное существованіе; слѣдовательно, они изучаются при весьма многоразличныхъ, обыкновенно взаимно усложняющихся условіяхъ. Если правильно оцѣнить всю трудность задачи, то *à priori* легко будетъ понять, что такая наука не только неизбѣжно должна быть гораздо менѣе совершенною, чѣмъ астрономія, но что она въ дѣйствительности была бы даже невозможна, если бы возрастаніе этихъ основныхъ трудностей естественно не уравнивалось до извѣстной степени увеличеніемъ числа способовъ изслѣдованія. Здѣсь-то слѣдуетъ примѣнить философскій законъ, установленный мною въ девятнадцатой лекціи и относящійся къ той неизбѣжной и постоянной компенсаціи, которая заключается въ въ томъ, что по мѣрѣ того, какъ явленія усложняются, они тѣмъ самымъ съ гораздо большаго числа различныхъ сторонъ становятся доступными изслѣдованію.

Изъ трехъ общихъ методовъ, составляющихъ, какъ я изложилъ выше, наше искусство наблюденія, послѣдній, т. е. методъ сравненія, въ дѣйствительности здѣсь примѣнимъ не болѣе, чѣмъ въ явленіяхъ астрономическихъ. Хотя онъ иногда и можетъ здѣсь примѣняться удачно, тѣмъ не менѣе приходится признавать, что по своей природѣ этотъ методъ въ сущности предназначенъ главнымъ образомъ для изученія явленій, существенныхъ организованнымъ тѣламъ, какъ мы это и покажемъ ниже. Зато физика, очевидно, допускаетъ самое полное развитіе двухъ другихъ основныхъ способовъ наблюденія. Первый, т. е. наблюденіе въ собственномъ смыслѣ слова, которое въ астрономіи поневолѣ ограничивалось пользованіемъ только однимъ изъ органовъ чувствъ, здѣсь начинаетъ пріобрѣтать наиболѣе широкое развитіе. Многообразность точекъ зрѣнія, съ которыхъ могутъ быть разсматриваемы физическія свойства, въ сущности вытекаетъ изъ характернаго условія, позволяющаго намъ пользоваться при этомъ всѣми нашими органами чувствъ одновременно. Тѣмъ не менѣе, если-бы эта наука должна была ограничиваться только

чистымъ наблюденіемъ, то, какъ бы разнообразно она имъ ни пользовалась, безъ всякаго сомнѣнія она была бы чрезвычайно несовершенна. Но здѣсь въ естественной философіи само собою вводится употребленіе второго общаго метода изслѣдованія—опыта, удачно направленное примѣненіе котораго составляетъ главную силу физикѣ при изученіи всѣхъ болѣе или менѣе сложныхъ вопросовъ. Это счастливое и основное искусство заключается въ постоянномъ наблюденіи явленій внѣ ихъ естественныхъ условий, что достигается помѣщеніемъ тѣлъ въ искусственныя обстановки, спеціально подобранныя для облегченія изслѣдованія хода явленій, которыя мы предполагаемъ изучить съ нѣкоторой определенной точки зрѣнія. Легко понять, въ какой степени подобное искусство приложимо для физическихъ изслѣдованій, предназначенныхъ по самой своей природѣ для изученія тѣхъ общихъ и постоянныхъ свойствъ тѣлъ, которыя отличаются только степенью напряженности, и допускающихъ безъ всякихъ ограниченій любую совокупность условий, которую только окажется полезнымъ ввести. И дѣйствительно, въ физикѣ мы находимъ торжество опыта, ибо наша способность измѣнять тѣла ради болѣе удобнаго наблюденія происходящихъ въ нихъ явленій не подвержена здѣсь почти никакимъ ограниченіямъ, или по меньшей мѣрѣ она развертывается здѣсь гораздо свободнѣе, чѣмъ въ какой бы то ни было другой отрасли естественной философіи.

Когда мы въ слѣдующемъ томѣ будемъ изучать науку о жизни, мы узнаемъ съ какими фундаментальными трудностями связана тамъ постановка опытовъ вслѣдствіе необходимости комбинировать ихъ такъ, чтобы поддержать состояніе жизни и даже въ степени нормальной, что неизбѣжно требуетъ крайне сложной совокупности какъ внѣшнихъ, такъ и внутреннихъ условий, допустимыя измѣненія которыхъ заключены въ весьма тѣсныхъ предѣлахъ, причѣмъ эти измѣненія какъ бы вызываютъ другъ друга.

Вслѣдствіе этого въ физиологіи почти никогда не удается установить двухъ случаевъ, которые были бы совершенно одинаковы во всѣхъ отношеніяхъ, кромѣ только въ томъ отношеніи, которое требуется подвергнуть анализу; въ физикѣ же такое тождество условий легко достигается. Между тѣмъ это-то тождество и составляетъ необходимую основу вполне раціональнаго и дѣйствительно убѣдительнаго экспериментированія. Итакъ примѣненіе опытовъ въ физиологіи должно быть крайне ограничено, хотя, конечно, при достаточно осмотрительной постановкѣ они и здѣсь могутъ принести дѣйствительную пользу; позднѣе мы рассмотримъ, какимъ образомъ до извѣстной степени это средство здѣсь замѣняется наблюденіемъ патологическимъ. Въ химіи область экспериментированія обыкновенно представляется еще болѣе обширною, чѣмъ въ физикѣ, потому что до сихъ поръ въ химіи только и разсматриваются факты, вытекающіе изъ искусственной обстановки, установленной нашимъ вмѣшательствомъ. Но произвольность обстоятельствъ не составляетъ, какъ мнѣ кажется, главной отличительной философской черты экспериментированія; эта черта состоитъ прежде всего въ самомъ свободномъ выборѣ частнаго случая, наиболѣе способнаго привести къ разоблаченію хода явленія, безразлично, будетъ ли этотъ случай естественный или искусственный. Но въ дѣйствительности этотъ выборъ можетъ быть сдѣланъ гораздо произвольнѣе въ физикѣ, чѣмъ въ химіи, такъ какъ большинство химическихъ явленій можетъ происходить только при условіи непремѣннаго стеченія значи-

тельнаго числа разнородныхъ вліяній, а потому и не допускаетъ столькихъ измѣненій обстоятельствъ ихъ возникновенія, въ особенности же столь полного изолированія отдѣльныхъ условий, опредѣляющихъ явленіе; мы подробно разсмотримъ это въ слѣдующемъ томѣ. Резюмируя все сказанное, мы видимъ, что не только созданіемъ искусства экспериментированія вообще мы обязаны развитію физики, но что въ дѣйствительности подобный методъ и предназначенъ главнымъ образомъ для этой науки, какое-бы драгоценное средство онъ ни представлялъ для другихъ болѣе сложныхъ отраслей естественной философіи.

Вслѣдъ за рациональнымъ примѣненіемъ экспериментальныхъ методовъ главная основа усовершенствованія физики лежитъ въ болѣе или менѣе полномъ приложеніи математическаго анализа. Здѣсь нынѣ кончается область примѣненія этого анализа въ естественной философіи; и продолженіе нашего труда покажетъ, насколько химеричны надежды на то, что бы царство математическаго анализа когда либо распространилось за эти предѣлы, хотя бы даже ограничиваясь явленіями химическими<sup>(8)</sup>. Постоянство и относительная простота физическихъ явленій естественно должны допускать широкое примѣненіе математики, хотя она здѣсь всетаки примѣняется съ меньшею легкостью, чѣмъ въ астрономіи. Это примѣненіе возможно здѣсь въ двухъ весьма различныхъ формахъ: одной—прямой, другой—косвенной. Первая имѣетъ мѣсто тогда, когда непосредственное разсмотрѣніе явленій позволило подмѣтить основной численный законъ, образующій исходную точку для болѣе или менѣе длиннаго ряда аналитическихъ выводовъ; выдающимся примѣромъ можетъ служить прекрасная математическая теорія распредѣленія теплоты, созданная великимъ Фурье исключительно на основаніи принципа пропорціональности между тепловымъ взаимодействіемъ двухъ тѣлъ и разностью ихъ температуръ. Чаще всего однако математическій анализъ примѣняется только косвеннымъ путемъ, т. е. послѣ того какъ явленіе длиннымъ и болѣе или менѣе труднымъ рядомъ экспериментальныхъ изслѣдованій было приведено къ какому либо геометрическому или механическому закону: тогда анализъ примѣняется собственно уже не къ физикѣ, а къ геометріи или къ механикѣ. Таковы между прочимъ въ геометрическомъ отношеніи теоріи отраженія и преломленія, а въ механическомъ—ученіе о тяжести и нѣкоторыя части акустики<sup>(9)</sup>.

Будетъ-ли введеніе аналитическихъ теорій въ физическія изслѣдованія посредственнымъ или непосредственнымъ, важно только употреблять ихъ съ чрезвычайною осторожностью, послѣ строгаго изслѣдованія дѣйствительности исходной точки, единственно обуславливающей основательность выводовъ; при такомъ методѣ эти выводы могутъ быть продолжаемы и видоизмѣняемы съ удивительною плодотворностью<sup>(10)</sup>. Истинный духъ физики долженъ неустанно направлять рациональное употребленіе этого могущественнаго орудія. Приходится согласиться, что совокупность указанныхъ условий крайнѣ рѣдко правильно исполнялась геометрами; ибо, принимая средство за цѣль, они часто загромождали физику большимъ числомъ аналитическихъ изслѣдованій, основанныхъ на весьма рискованныхъ гипотезахъ или даже на совершенно фантастическихъ предположеніяхъ<sup>(11)</sup>. Во всѣхъ этихъ работахъ здравомыслящіе люди въ дѣйствительности могутъ видѣть только простые математическія упражненія, отвлеченная цѣлность которыхъ иногда и очень высока, но вліяніе которыхъ ничуть не можетъ ускорить естественнаго развитія физики<sup>(12)</sup>. Несправедливое презрѣніе къ чисто экспериментальнымъ

работамъ слишкомъ часто вызываемое преобладаніемъ анализа, способно даже непосредственно натолкнуть всѣ физическія изслѣдованія на ложный путь<sup>(13)</sup>, и, если бы ихъ тамъ ничто не сдерживало, они лишили бы физику ея необходимыхъ основъ и заставили бы ее возвратиться въ состояніе неясности и мрака, которое, несмотря на внушительную строгость формъ, въ сущности мало отличалось бы отъ прежняго метафизическаго состоянія этой науки. Единственное для физиковъ радикальное средство избѣжать этихъ роковыхъ набѣговъ, это — не поручать примѣненія анализа лицамъ, не имѣющимъ никакого яснаго и мало мальски глубокаго понятія объ изслѣдуемыхъ ими явленіяхъ, но стать отнынѣ самимъ геометрами и столь же привычною рукою управлять аналитическимъ орудіемъ, какъ и всякимъ другимъ приборомъ, которымъ имъ приходится пользоваться<sup>(14)</sup>. Несомнѣнно, что это условіе рационально поставленное уже самимъ положеніемъ физики въ нашей энциклопедической шкалѣ, конечно, могло бы быть надлежащимъ образомъ выполнено, если-бы первоначальное образованіе физиковъ было основательнѣе организовано. Тогда имъ приходилось бы обращаться къ помощи геометровъ лишь въ тѣхъ, конечно, крайне рѣдкихъ случаяхъ, которые требовали бы абстрактнаго усовершенствованія аналитическихъ приѣмовъ. Такимъ образомъ они не только непосредственно избавились бы отъ въ своемъ родѣ ложнаго научнаго положенія, которое такъ часто тяготитъ ихъ въ настоящее время, но и значительно улучшили бы всю совокупность научной системы, ускоривъ развитіе здоровой математической философіи. Философія анализа становится теперь все болѣе извѣстною, хотя, какъ я указалъ въ предыдущемъ томѣ, она и, способна еще къ важнымъ усовершенствованіямъ; что-же касается истинной математической философіи, состоящей въ правильной установкѣ отношенія конкретнаго къ абстрактному, то пока она находится еще въ почти совершенно младенческомъ состояніи, такъ какъ развитіе ея конечно должно было начаться позднѣе. Она могла зародиться только на основаніи достаточно широкаго сравненія математическихъ изслѣдованій, произведенныхъ надъ явленіями различнаго рода; она можетъ развиваться только при постоянномъ умноженіи подобныхъ изслѣдованій произведенныхъ въ истинно-положительномъ духѣ, естественно болѣе развитомъ у физиковъ, такъ какъ онъ имъ болѣе необходимъ, чѣмъ геометрамъ. Вниманіе послѣднихъ должно, вообще говоря, само обращаться преимущественно на самый инструментъ, а не на его примѣненіе; только физики могутъ обыкновенно достаточно ясно сознать необходимость видоизмѣнять средства сообразно той цѣли, которую они имѣютъ въ виду. Таковы соотвѣтственно обязанности тѣхъ и другихъ, опредѣляемые рациональнымъ распредѣленіемъ между ними всей совокупности научной работы.

Хотя примѣненіе анализа къ изученію физическихъ явленій до сихъ поръ еще и недостаточно философски установлено, и хотя вслѣдствіе этого оно и оказывалось не рѣдко иллюзіей, тѣмъ не менѣе оно успѣло оказать уже не мало важныхъ услугъ дѣйствительному прогрессу нашихъ познаній, какъ я и постараюсь показать при послѣдовательномъ изученіи различныхъ основныхъ частей этой науки. Когда явилась возможность удовлетворительно выполнить основныя условія такого примѣненія, анализъ внесъ въ различныя вѣтви физики ту удивительную точность и въ особенности ту совершенную стройность, которыя всегда характеризуютъ правильное его примѣненіе.

Тѣмъ было-бы безъ него ученіе о тяжести, о теплотѣ, о свѣтѣ и т. д.? (15). Это были бы ряды почти безсвязныхъ фактовъ, на основаніи которыхъ нашъ умъ могъ-бы предсказывать, только обращаясь, такъ сказать, на каждомъ шагѣ къ опыту; теперь же эти ученія въ весьма удовлетворительной степени носятъ характеръ раціональности, дающей имъ возможность въ высокой степени выполнить конечное назначеніе всякаго ученаго труда. Тѣмъ не менѣе не слѣдуетъ скрывать и того, что физическія явленія, вслѣдствіе ихъ большей сложности, гораздо менѣе поддаются математическимъ методамъ, чѣмъ явленія астрономическія какъ относительно обширности, такъ и относительно достовѣрности примѣняемыхъ приемовъ. Въ особенности съ механической точки зрѣнія нѣтъ ни одной физической задачи, которая не была бы дѣйствительно гораздо сложнѣе любой астрономической, если только будемъ считаться со всѣми обстоятельствами, способными оказать дѣйствительное вліяніе на явленіе. Ученіе о тяжести, какъ-бы просто въ сравненіи съ другими оно ни казалось и дѣйствительно бы ни было, представляетъ намъ весьма убѣдительно доказательство, даже если мы ограничимся только случаемъ твердыхъ тѣлъ; ибо при нашихъ вычисленіяхъ мы не можемъ еще достаточно строго принять во вниманіе сопротивленія воздуха, однако весьма рѣзко измѣняющаго дѣйствительное движеніе тѣла. То же самое, и съ еще большимъ основаніемъ, можетъ быть сказано о другихъ физическихъ изслѣдованіяхъ, способныхъ стать математическими, но обыкновенно допускающихъ такое преобразование только, если отбросить болѣе или менѣе существенную часть всѣхъ условій задачъ; отсюда вытекаетъ настоятельная необходимость большой осторожности въ примѣненіи выводовъ такого несовершеннаго анализа. Тѣмъ не менѣе мы могли-бы значительно увеличить дѣйствительную пользу примѣненія анализа къ физическимъ вопросамъ, еслибы мы, не отдавая ему такого исключительнаго предпочтенія, правильнѣе отнеслись къ эксперименту; тогда, не ограничиваясь болѣе простымъ опредѣленіемъ коэффициентовъ, какъ это слишкомъ часто бываетъ нынѣ, опытъ доставилъ-бы менѣе отдаленныя другъ отъ друга исходныя точки для математическихъ методовъ; этотъ путь уже оказался удачнымъ въ нѣкоторыхъ, къ сожалѣнію слишкомъ не многочисленныхъ случаяхъ. Безъ сомнѣнія стройность становится при этомъ менѣе совершенною; но стоитъ-ли сожалѣть о такомъ воображаемомъ совершенствѣ, если оно можетъ быть достигнуто только цѣною болѣе или менѣе глубокаго искаженія истиннаго вида явленій? Это искусство тѣсно связывать анализъ и опытъ, не подчивая одинъ другому, еще почти неизвѣстно (16); оно то естественно и составляетъ послѣдній основной прогрессъ метода, необходимаго для болѣе глубокаго изученія физики. Въ дѣйствительности это искусство можетъ правильно развиваться только тогда, когда при этихъ изслѣдованіяхъ, какъ я только что предложилъ, физики, а не геометры наконецъ возьмутся направлять орудіе анализа.

Разсмотрѣвъ достаточно полно и обще спеціальныя предметъ физики и свойственные ей основныя методы, я теперь долженъ установить ея истинное энциклопедическое положеніе. Помѣщенное въ началѣ этой лекціи разсужденіе, конечно, освобождаетъ меня отъ большихъ подробностей по этому поводу; тѣмъ не менѣе здѣсь слѣдуетъ привести бѣглое оправданіе того положенія, которое я назначилъ этой отрасли естественной философіи въ научной іерархіи, установленной въ самомъ началѣ этого труда.

Если разсматривать физику по отношенію къ наукамъ, которыя я поставилъ раньше ея, прежде всего легко убѣдиться, что не только явленія физическія очевидно сложнѣе явленій астрономическихъ, но что изученіе ихъ можетъ приобрѣсти истинно раціональный характеръ только, основываясь на глубокомъ, хотя и общемъ знакомствѣ съ астрономіею безразлично, будетъ-ли послѣдняя служить образцомъ или даже основой. Въ первой части этого тома мы признали, что, благодаря характерной простотѣ своихъ явленій, небесная наука какъ съ механической, такъ и съ геометрической точки зрѣнія, даетъ намъ наиболѣе совершенный типъ того всеобщаго метода, который по мѣрѣ возможности долженъ быть примѣняемъ къ открытію естественныхъ законовъ.

Какою-же болѣе непосредственную и болѣе цѣлесообразную подготовку могли-бы мы измыслить для нашего ума, прежде чѣмъ предаться сложнѣйшимъ физическимъ изслѣдованіямъ, чѣмъ подготовка, которая вытекаетъ изъ философскаго разсмотрѣнія подобнаго образца. Какимъ образомъ разумно приступить къ анализу болѣе сложныхъ явленій, не давъ себѣ предварительно общаго удовлетворительнаго отчета въ способѣ изученія болѣе простыхъ? Прогрессъ индивидуума проходитъ здѣсь черезъ тѣ-же самыя фазисы развитія, какъ и прогрессъ рода. Черезъ астрономію началъ дѣйствительно проникать въ естественную философію въ обыкновенномъ смыслѣ слова духъ положительности послѣ того, какъ онъ уже достаточно успѣлъ развиться на почвѣ чисто математическихъ изслѣдованій. Возможно-ли, чтобы наше индивидуальное развитіе уклонилось отъ этого пути? Если небесная наука первая показала намъ, что означаетъ положительное объясненіе явленія, не вдающееся ни въ какія недоступныя разсужденія ни относительно первоначальной или конечной причины явленія, ни относительно способа его возникновенія, то изъ какого же болѣе чистаго источника могли бы мы теперь почерпнуть наши основныя руководящія указанія? Физика болѣе, чѣмъ кака-бы то ни было другая естественная наука, должна прежде всего задаться подражаніемъ такому образцу, ибо, такъ какъ вслѣдъ за явленіями астрономическими, ея явленія суть наименѣе сложныя изъ всѣхъ, то такое подражаніе необходимо должно быть въ ней наиболѣе полное (<sup>17</sup>).

Независимо отъ этого основнаго соотношенія, касающагося метода, совокупность небесныхъ теорій составляетъ предварительныя данныя, необходимыя, какъ я указалъ уже въ девятнадцатой лекціи, для раціональнаго изученія физики земли. Положеніе и движеніе нашей планеты во вселенной, часть которой мы составляемъ, ея величина, фигура и общее равновѣсіе ея массы очевидно должны быть извѣстны прежде, чѣмъ явится возможность дѣйствительно понять хоть одно изъ физическихъ явленій, происходящихъ на ея поверхности (<sup>18</sup>). Самое элементарное явленіе, повторяющееся при всѣхъ другихъ явленіяхъ, а именно тяжесть, не можетъ быть подвергнуто глубокому изслѣдованію независимо отъ того универсальнаго явленія, частный случай, котораго оно въ дѣйствительности и представляетъ (<sup>19</sup>). Наконецъ въ другомъ мѣстѣ я уже указалъ, что нѣкоторые важныя явленія, въ особенноти-же явленія приливовъ и отливовъ, естественно устанавливаютъ формальный и почти незамѣтный переходъ отъ астрономіи къ физикѣ. Итакъ съ какой-бы точки зрѣнія мы ни смотрѣли, указанное подчиненіе неизбѣжно (<sup>20</sup>).

Вслѣдствіе такой гармоніи физика находится въ тѣсной, хотя и косвенной зависимости отъ математики, очевидной основы астрономіи. Но, кромѣ этой косвенной связи, мы видѣли выше и непосредственную связь, тѣсно соединяющую физику съ общемою и первоначальною основою всей естественной философіи. Въ большинствѣ отраслей физики, какъ и въ астрономіи, дѣло касается явленій въ сущности геометрическихъ или механическихъ, хотя и происходящихъ обыкновенно при значительно болѣе сложныхъ обстоятельствахъ. Конечно, эта сложность явленій, согласно предыдущему изслѣдованію, ни относительно общности, ни относительно точности не допускаетъ такого-же совершеннаго примѣненія геометрическихъ и механическихъ теорій въ физикѣ, какъ въ случаѣ явленій небесныхъ. Но отвлеченные законы пространства и движенія должны въ физикѣ наблюдаться не менѣе точно; примѣненіе этихъ законовъ, съ общей точки зрѣнія, не можетъ не дать чрезвычайно цѣнныхъ основныхъ указаній. Однако, какъ-бы ни было очевидно это подчиненіе съ точки зрѣнія доктрины, я считаю особенно важнымъ указать на преемственную связь математики съ физикою по отношенію къ методу. Дѣйствительно, никогда не слѣдуетъ забывать, что общій духъ положительной философіи выработался прежде всего занятіями математикою и, что необходимо вернуться къ этому источнику, чтобы познать этотъ духъ во всей его первоначальной чистотѣ.

Теоремы и формулы математики рѣдко допускаютъ полное ихъ приложеніе къ дѣйствительному изученію естественныхъ явленій, если мы не пожелаемъ ограничиваться самою крайнею простотою дѣйствительныхъ условій задачъ. Но истинный духъ математики столь отличный отъ духа алгебры, съ которымъ его смѣшиваютъ слишкомъ часто \*), наоборотъ, примѣнимъ всегда; глубокое пониманіе его и является въ моихъ глазахъ наиболѣе интереснымъ результатомъ, котораго могли бы достигнуть физики при философскомъ изученіи математики. Только полнѣйшее усвоеніе чрезвычайно простыхъ и ясныхъ истинъ геометріи и механики можетъ прежде всего правильно развить естественную положительность нашего ума, и подготовить его къ созданію реальныхъ выводовъ въ самыхъ сложныхъ изслѣдованіяхъ. Для полнаго воспитанія органа мысли такая школа ничѣмъ не замѣнима. слѣдуетъ даже признаться, что, такъ какъ геометрическія понятія болѣе ясны и болѣе фундаментальны, чѣмъ механическія, то, какъ воспитательное средство, изученіе первыхъ для физиковъ наиболѣе важно, хотя въ дѣйствительности вторыя имѣютъ болѣе непосредственное и широкое примѣненіе въ различныхъ отрасляхъ науки. Во всякомъ случаѣ, какъ бы ни было очевидно значеніе такой предварительной подготовки, не слѣдуетъ думать, чтобы даже съ точки зрѣнія только умственнаго развитія она могла бы быть дѣйствительно достаточною, если бы философское изученіе астрономіи не дополняло ея, указывая на простомъ и въ то же время важномъ приложеніи,

\*) Тѣ самые геометры, которые больше всего увлекаются математическою разработкою чрезвычайно рискованныхъ или даже совершенно фантастическихъ физическихъ гипотезъ, въ чистой математикѣ доводятъ обыкновенно до смѣшного привычки къ педантичной осторожности и мелочной строгости. Мнѣ кажется, что эта замѣчательная противоположность можетъ выдѣлнить глубокое различіе, существующее между духомъ алгебры и духомъ истинно математическимъ; ибо для послѣдняго исчисленіе есть только инструментъ, какъ и вслѣдъ за тѣмъ, существенно подчиненный своему назначенію.



какъ долженъ видоизмѣняться духъ математики, чтобы дѣйствительно приспособиться къ изслѣдованію явленій природы. Резюмируя сказанное, мы видимъ, что первоначальное научное воспитаніе, способное выработать рациональныхъ физиковъ, по необходимости должно быть сложнѣе воспитанія астрономовъ, такъ какъ кромѣ общаго для тѣхъ и другихъ математическаго основанія, вполне достаточнаго для послѣднихъ, первые должны, по меньшей мѣрѣ въ общихъ чертахъ, изучить еще небесную науку.

Итакъ съ этой первой точки зрѣнія назначенное мною энциклопедическое положеніе физики неоспоримо.

Положеніе ея не менѣе очевидно и въ обратномъ отношеніи, т. е. съ точки зрѣнія ея основныхъ соотношеній съ науками, которыя я распредѣлилъ послѣ нея.

Не можетъ быть случайностью, что не только на нашемъ языкѣ, но и вообще на языкахъ всѣхъ мыслящихъ народовъ, общій терминъ, первоначально обозначавшій изученіе природы вообще, около столѣтію тому назадъ повсюду сдѣлался спеціальнымъ обозначеніемъ разсматриваемой нами здѣсь науки. Столь всеобщее употребленіе этого термина несомнѣнно вытекаетъ изъ глубокаго, хотя и смутнаго сознанія преобладающаго значенія физики, въ собственномъ смыслѣ слова, въ системѣ естественной философіи, которую она себѣ вполне подчиняетъ, за исключеніемъ одной астрономіи, по существу непосредственно вытекающей изъ математики. Достаточно непосредственно разсмотрѣть это общее соотношеніе, чтобы тотчасъ же понять, что изученіе свойствъ, общихъ всѣмъ тѣламъ и проявляющихся въ нихъ лишь въ различной степени во всѣхъ возможныхъ состояніяхъ, свойствъ, составляющихъ, слѣдовательно, основу существованія всякой матеріи, безусловно должно предшествовать изученію измѣненій, свойственныхъ веществамъ и различнымъ ихъ сочетаніямъ. Необходимость такого порядка, какъ видно, чувствуется даже и помимо философскаго закона, относящагося къ методу и столь ясно обязывающаго насъ изучать болѣе сложныя явленія только послѣ менѣе сложныхъ. Что же касается науки о жизни въ частности, то съ какимъ бы мнѣніемъ относительно природы явленій, отличающихъ организованныя тѣла, мы ни согласились, очевидно, что прежде всего тѣла, какъ таковыя, подчинены всеобщимъ законамъ матеріи, видоизмѣненнымъ, однако, въ своихъ проявленіяхъ характерными обстоятельствами, обуславливающими состояніе жизни. Развивая философію этой науки въ слѣдующемъ томѣ, мы увидимъ, сколь ошибочны всѣ тѣ разсужденія, на основаніи которыхъ такъ часто пытались доказывать, что жизненные явленія не согласуются съ общими законами физики. Съ другой стороны жизнь можетъ существовать только подъ постояннымъ неизбѣжнымъ вліяніемъ определенной системы внѣшнихъ условий; а посему возможно ли положительное изученіе ея безъ разсмотрѣнія законовъ, относящихся къ этимъ внѣшнимъ измѣняющимся причинамъ? Такимъ образомъ всякая фізіологія, не основанная на предварительномъ изученіи физики, не можетъ имѣть никакого истинно-научнаго значенія. Такая подчиненность въ еще болѣе поразительной степени относится къ химіи, и мы спеціально покажемъ это въ началѣ слѣдующаго тома.

Не принимая преждевременной и въ сущности, можетъ быть, весьма рискованной гипотезы, при помощи которой нѣкоторые выдающіеся физики стремятся нынѣ отнести всѣ химическія явленія къ

чисто физическимъ дѣйствіямъ, тѣмъ не менѣе очевидно, что каждый химическій актъ всегда происходитъ при нѣкоторыхъ физическихъ условіяхъ, совокупность которыхъ столь же необходима, сколь и неизбѣжна. Какъ могло бы быть понято какое бы то ни было явленіе соединенія или разложенія, если бы при этомъ не были приняты во вниманіе вѣсъ, теплота, электричество и т. д.? Какъ возможна была бы оцѣнка химической силы этихъ различныхъ агентовъ, если бы первоначально не были извѣстны законы, вообще касающіеся вліянія, свойственнаго каждому изъ нихъ. Въ настоящій моментъ достаточно бѣлаго указанія этихъ различныхъ мотивовъ, чтобы сдѣлать несомнѣнною тѣсную зависимость химіи отъ физики и показать, что послѣдняя, наоборотъ, по самой своей природѣ существенно независима отъ первой.

Предыдущія соображенія, точно устанавливая мѣсто, которое должна занимать физика въ рациональной іерархіи основныхъ наукъ, въ то же время заставляютъ понять ея высокое философское значеніе, ибо они представляютъ ее, какъ необходимую основу всѣхъ наукъ, помѣщенныхъ послѣ нея въ моей энциклопедической формулѣ. Что же касается до непосредственнаго вліянія подобной науки на всю систему интеллектуальнаго развитія человѣка, то прежде всего слѣдуетъ признать, что оно по необходимости менѣе глубоко, чѣмъ вліяніе двухъ крайнихъ членовъ естественной философіи въ собственномъ смыслѣ слова, т. е. астрономіи и фізіологіи. Эти двѣ науки, непосредственно останавливая нашу мысль на двухъ всеобщихъ предметахъ, связанныхъ со всѣми нашими воспріятіями, а именно, на вселенной и на человѣкѣ, по самой своей природѣ несомнѣнно должны глубже и непосредственнѣе дѣйствовать на человѣческую мысль, чѣмъ промежуточныя науки, въ родѣ физики или химіи, какъ бы ни было необходимо посредничество послѣднихъ. Тѣмъ не менѣе вліяніе этихъ наукъ на общее развитіе и окончательную эмансипацію человѣческаго ума чрезвычайно велико.

Ограничиваясь, какъ здѣсь и слѣдуетъ, одною физикою, мы ясно видимъ, что основной характеръ полнѣйшей противоположности между положительною философіею и философіею теологическою или метафизикою чувствуется въ ней весьма сильно, хотя въ дѣйствительности онъ и выраженъ здѣсь менѣе рѣзко, чѣмъ въ астрономіи, уже въ силу меньшаго научнаго совершенства физики. Такое относительно низкое положеніе, мало замѣтное для обыкновенныхъ умовъ, несомнѣнно должно быть вполне компенсировано значительно большимъ разнообразіемъ изучаемыхъ физикою явленій, откуда и вытекаетъ гораздо болѣе многообразный и, вслѣдствіе того, болѣе очевидный антагонизмъ съ теологіею и метафизикою. Интеллектуальная исторія послѣднихъ вѣковъ дѣйствительно показываетъ намъ, что главнымъ образомъ на почвѣ физики формально и произошла общая и рѣшительная борьба положительнаго духа съ метафизическимъ. Въ астрономіи споръ былъ мало замѣтенъ, и позитивизмъ одержалъ побѣду почти самъ собою; исключеніемъ представляется развѣ только вопросъ о движеніи земли.

Здѣсь слѣдуетъ еще замѣтить, что, начиная съ физики, естественныя явленія становятся способными подвергаться измѣненіямъ, благодаря вмѣшательству человѣка, что не было возможно въ астрономіи, но отнынѣ будетъ обнаруживаться все болѣе и болѣе во всѣхъ остальныхъ наукахъ нашего энциклопедическаго ряда. Если бы чрезвычай-

ная простота астрономическихъ явленій не позволила намъ прости- рать наши научныя предсказанія до высшихъ предѣловъ полноты и точности, то невозможность какимъ бы то ни было образомъ вмѣшаться въ ходъ этихъ явленій сдѣлала бы чрезвычайно труднымъ окончательное ихъ освобожденіе отъ теологическаго и метафизическаго господства; но это полное предвидѣніе явленій должно было быть гораздо дѣйствительнѣе небольшого вліянія человѣка на всѣ другія естественныя явленія.

Что касается послѣднихъ, то наоборотъ, это вліяніе при всей своей ограниченности пріобрѣтаетъ въ силу компенсаціи широкое философское значеніе вслѣдствіе несовершенства соотвѣтствующаго этимъ явленіямъ раціональнаго предвидѣнія. Какъ я уже замѣтилъ въ другомъ мѣстѣ, основной характеръ всякой теологической философіи состоитъ въ допущеніи, что всѣ явленія подчинены сверхестественной волѣ и, слѣдовательно, могутъ въ значительной степени и неправильно измѣняться. Но для публики, неспособной дѣйствительно вѣдать въ какія бы то ни было глубокія умозрительныя разсужденія о наилучшемъ способѣ философскаго мышленія, такого рода объясненія могутъ быть окончательно опровергнуты только двумя общими способами, успѣхъ которыхъ въ концѣ концовъ безошибоченъ, а именно: точнымъ и раціональнымъ предвидѣніемъ явленій, немедленно уничтожающимъ всякую мысль о направляющей волѣ, или же возможностью измѣнять явленія по нашему желанію, что съ другой точки зрѣнія приводитъ къ тому же результату, представляя тогда эту волю подчиненною нашей. Первый способъ наиболѣе философскій; это именно онъ лучше всего увлекаетъ за собою убѣжденіе толпы, если только онъ вполне примѣнимъ, что до сихъ поръ въ высокой степени достигнуто только по отношенію къ небеснымъ явленіямъ. Но и второй способъ, когда наличность его очевидна, столь же неизбежно заслуживаетъ всеобщаго одобренія. Такимъ именно способомъ, напр., Франклинъ даже для самыхъ неразвитыхъ умовъ навѣки разрушилъ мистическую теорію грозы, доказавъ направляющее вліяніе, которое въ извѣстныхъ предѣлахъ человѣкъ можетъ оказывать на этотъ метеоръ; между тѣмъ же его остроумные опыты, довазывавшие тождественность этого явленія съ обыкновеннымъ электрическимъ разрядомъ, несмотря на все ихъ высокое научное значеніе, могли быть доказательны только въ глазахъ физиковъ. Итакъ открытіе возможности управлять молніею имѣло такое же значеніе для опроверженія теологическихъ предразсудковъ, какое въ другомъ случаѣ имѣло точное предсказаніе возвращенія кометъ. Неизвѣстный до сихъ поръ философскій законъ, который я подробно изложу въ слѣдующемъ томѣ, покажетъ намъ по этому поводу, что, чѣмъ несовершеннѣе становится наша способность научнаго предвидѣнія вслѣдствіе возрастающей сложности явленій, тѣмъ обширнѣе и разнообразнѣе становится естественно наше вліяніе на нихъ, благодаря нѣкоторому другому слѣдствію такого же характера. Такимъ образомъ, чѣмъ менѣе выраженъ антагонизмъ между положительною философіею и теологическою съ первой точки зрѣнія, тѣмъ болѣе онъ проявляется со второй; что же касается общаго вліянія этой борьбы на толпу, то конечный результатъ остается приблизительно одинъ и тотъ же, хотя компенсація и далеко не строго полна.

Разсматривая теперь философское значеніе физики со стороны ея метода и совершенства ея научнаго характера, независимо отъ

важности ея законовъ, мы видимъ вообще, что истинное значеніе этой основной науки въ сравненіи съ другими науками строго гармонируетъ съ положеніемъ, которое она занимаетъ въ установленной мною энциклопедической іерархіи. Съ философской точки зрѣнія, совершенство всякой науки должно главнымъ образомъ опредѣляться двумя основными соображеніями, всегда и неизбѣжно между собою связанными, хотя вообще и рѣзко отличными: болѣе или менѣе полною координаціею и болѣе или менѣе точнымъ предвидѣніемъ. Въ особенности эта послѣдняя черта даетъ намъ самый ясный и рѣшительный критерій, ибо она непосредственно относится къ конечной цѣли всякой науки. Итакъ, прежде всего, по разнообразію и сложности своихъ явленій, физика съ обѣими точекъ зрѣнія должна, очевидно, всегда стоять гораздо ниже астрономіи, каковы бы ни были возможные будущіе ея успѣхи. Въмѣсто той совершенной математической гармоніи, которую мы любовались въ наукѣ о небѣ, уже приведенной къ строгому единству, физика представитъ намъ множество вѣтвей, почти совершенно изолированныхъ другъ отъ друга, изъ которыхъ каждая отдѣльно устанавливаетъ лишь слабую и сомнительную связь между главными ея явленіями: также точно рациональное предвидѣніе совокупности небесныхъ явленій въ любую эпоху на основаніи очень небольшого числа непосредственныхъ наблюденій замѣнится здѣсь предвидѣніемъ на краткій срокъ, которое, изъ опасенія сдѣлаться сомнительнымъ, едва можетъ обойтись безъ немедленной опытной повѣрки<sup>(21)</sup>. Но съ другой стороны, съ философской точки зрѣнія превосходство физики надъ всею остальною естественною философіею, и въ томъ, и въ другомъ отношеніи, такъ же неоспоримо даже по отношенію къ химіи, а тѣмъ болѣе по отношенію къ физиологіи, какъ я это спеціально покажу при философскомъ изслѣдованіи этихъ двухъ наукъ, явленія которыхъ по природѣ еще менѣе связаны между собою и, слѣдовательно, допускаютъ еще гораздо менѣе совершенное предвидѣніе. Кромѣ того, здѣсь важно замѣтить на основаніи уже указанного въ этой лекціи разсужденія, что философское изученіе физики, какъ средство общаго интеллектуальнаго воспитанія, представляетъ совершенно исключительныя преимущества, которыхъ ни въ какой другой наукѣ нельзя найти въ такой же степени: оно заключается въ глубокомъ знакомствѣ съ основнымъ искусствомъ экспериментированія, которое, какъ мы уже показали, имѣетъ особое значеніе для физики. Къ этой наукѣ придется всегда обращаться истиннымъ философамъ, каковы бы ни были спеціальныя предметъ ихъ обычныхъ изслѣдованій, чтобы понять, въ чемъ заключается истинный духъ экспериментированія, чтобы узнать, каковымъ условіямъ необходимо удовлетворять при постановкѣ опытовъ, могущихъ безъ недоразумѣній раскрыть истинный ходъ явленій, и, наконецъ, чтобы составить себѣ правильное представленіе о тѣхъ остроумныхъ предосторожностяхъ, при помощи которыхъ можно избѣгать ошибочныхъ результатовъ, даже примѣняя самые тонкіе экспериментальные приемы. Такимъ образомъ, каждая основная наука, кромѣ существенныхъ чертъ положительнаго метода, обязательно проявляющихся въ ней въ большей или меньшей степени, естественно представить намъ еще и нѣкоторыя другія, спеціально ей присущія философскія указанія, какъ мы это уже замѣтили по поводу астрономіи; въ самомъ источникѣ должны быть изслѣдованы подобныя указанія универсальной логики, чтобы не быть ложно по-

нятыми. По духу этого труда только математика вполне знакомитъ насъ съ элементарными условіями положительности; астрономія даетъ ясную характеристику истиннаго изученія природы; физика специально развиваетъ теорію экспериментированія; у химіи мы должны въ особенности заимствовать общее искусство составленія номенклатуры и, наконецъ, только наука объ организованныхъ тѣлахъ можетъ раскрыть передъ нами правильную теорію какихъ бы то ни было классификацій.

Чтобы пополнить окончательное сужденіе, которое я долженъ высказать здѣсь по поводу философіи физики, разсмотрѣнной во всей ея совокупности, мнѣ остается только разсмотрѣть ее съ послѣдней, но очень важной стороны, изслѣдованіе которой я старательно отлаживалъ до сихъ поръ, и по поводу которой мнѣ придется непосредственно столкнуться съ мнѣніями, и теперь еще пользующимися большимъ довѣріемъ среди физиковъ, въ особенности же съ глубоко укоренившимися среди нихъ привычками. Дѣло касается истиннаго общаго духа рациональнаго построенія и научнаго употребленія *гипотезъ*, признанныхъ могучимъ и необходимымъ вспомогательнымъ орудіемъ нашего изученія природы. Этотъ великій философскій вопросъ представить намъ, я надѣюсь, прекраснѣйшій случай формально признать дѣйствительную пользу для истиннаго прогресса наукъ той общей и всетаки положительной точки зрѣнія, на которую я первый сталъ въ этомъ трудѣ. Ибо точку опоры для такого изслѣдованія, которое безъ этого метода привело бы насъ къ безконечнымъ спорамъ, я возьму въ философіи астрономіи, охарактеризованной въ первой части этого тома. Основная и трудно поддающаяся анализу роль, которую въ физикѣ играютъ гипотезы, естественно заставляетъ меня помѣстить здѣсь эту общую проблему положительной философіи. Я не былъ обязанъ специально заняться этимъ вопросомъ въ астрономіи, хотя ни одна наука не пользуется этимъ необходимымъ орудіемъ столь широко и въ то же время столь рационально: вслѣдствіе чрезвычайной простоты явленій всѣ существенныя условія ея правильнаго примѣненія почти всегда въ ней соблюдались, такъ сказать, сами собою, не прибѣгая ни къ какому особому философскому правилу, специально предназначенному для этой цѣли. По моему, наоборотъ, только достаточно глубокой анализъ искусства составленія гипотезъ въ наукѣ, умозрительное превосходство которой признано теперь единодушно, и можетъ прочно установить общія правила, которыми должно управляться примѣненіе этого драгоценнаго искусства въ физикѣ и тѣмъ болѣе во всѣхъ остальныхъ отрасляхъ естественной философіи. Таковъ въ общемъ мой взглядъ. Метафизики и между прочимъ Кондильякъ (Condillac\*), желавшіе трактовать этотъ трудный вопросъ независимо отъ этой

\*) Посмотрите его странный *Трактатъ о системахъ*. Съ тѣхъ поръ гораздо болѣе значительный философъ, знаменитый Бартезъ (Barthez), несравненно лучше разобралъ этотъ предметъ въ столь выдающемся по своей философской силѣ предварительномъ разсужденіи, помѣщенномъ имъ во главѣ его *Новыхъ элементовъ науки о человѣкѣ* (второе изданіе). Но и у него не было достаточно глубокаго знанія философіи математики и философіи астрономіи, чтобы дать своему общему анализу удовлетворительное положительное основаніе. Поэтому его чудная логика, которую онъ такъ энергично старался установить, привела его въ физиологій только къ глубоко ошибочному приложенію; мы специально докажемъ это въ слѣдующемъ томѣ.

необходимой основы, пришли по этому поводу лишь къ немногимъ смутнымъ и недостаточнымъ положеніямъ, которыя замѣчательны своимъ ребяческимъ или даже совершенно нелѣпымъ характеромъ.

*Основная теорія гипотезъ.*

Существуютъ только два общихъ способа непосредственнаго и вполне рациональнаго раскрытія истиннаго закона какого-нибудь явленія, а именно: или непосредственный анализъ хода явленія, или опредѣленіе точнаго и очевиднаго отношенія этого явленія къ какому-нибудь предварительно установленному болѣе общему закону; однимъ словомъ, индукція или дедукція. Но для всякаго, кто хорошо созналъ существенныя трудности глубокаго изученія природы, и тотъ, и другой путь несомнѣнно оказался бы недостаточнымъ даже по отношенію къ простѣйшимъ явленіямъ, если бы часто не начинали съ предугадыванія результатовъ посредствомъ предварительныхъ и сначала по существу гадательныхъ предположеній, касающихся нѣкоторыхъ понятій, составляющихъ конечный предметъ изслѣдованія. Отсюда вытекаетъ совершенно неизбежное введеніе гипотезъ въ естественную философію. Безъ этой удачной уловки, общая идея которой была первоначально подсказана геометрическими методами приближенія, дѣйствительное открытіе естественныхъ законовъ было бы, очевидно, невозможно даже въ наименѣ сложныхъ случаяхъ; по крайней мѣрѣ, дѣйствительный прогрессъ науки былъ бы чрезвычайно замедленъ. Но пользованіе этимъ могущественнымъ орудіемъ должно быть всегда подчинено нѣкоторому основному условію, безъ соблюденія котораго, наоборотъ, оно неизбежно сдѣлалось бы препятствіемъ къ дальнѣйшему развитію нашихъ истинныхъ познаній. Это условіе, до сихъ поръ очень не ясно анализированное, состоитъ въ томъ, что слѣдуетъ придумывать только такія гипотезы, которыя, по самой своей природѣ, допускали бы хотя бы и болѣе или менѣе отдаленную, но всегда до очевидности неизбежную положительную провѣрку, степень точности которой строго согласовалась бы со степенью точности, допускаемою изученіемъ соответствующихъ явленій. Другими словами, истинно философскія гипотезы всегда должны носить характеръ простаго предваренія того, что непосредственно могли бы раскрыть опытъ и разсужденіе, если бы условія задачи были болѣе благопріятны. Если бы только всегда тщательно соблюдалось это единственное необходимое правило, и гипотезы, очевидно, могли бы безъ всякихъ опасеній вводиться каждый разъ, когда это представлялось бы необходимостью или просто разумнымъ желаніемъ. Ибо такимъ образомъ мы ограничиваемся замѣною прямого изслѣдованія косвеннымъ въ тѣхъ случаяхъ, когда первое или невозможно, или слишкомъ трудно. Но если бы, наоборотъ, оба эти рода изслѣдованій не имѣли одной общей цѣли, или если бы пытались гипотезою постигнуть то, что само по себѣ совершенно недоступно наблюденію и разсужденію, то основное условіе было бы забыто, и гипотеза, выйдя за предѣлы истинно научной области, неизбежно сдѣлалась бы вредною. Всѣ здравомыслящіе люди признаютъ теперь, что наши дѣйствительныя изслѣдованія строго ограничены анализированіемъ явленій съ цѣлью раскрытія ихъ дѣйствительныхъ законовъ, т. е. ихъ постоянныхъ соотношеній послѣдовательности и сходства, но совершенно не могутъ касаться ни ихъ внутренней при-

роды, ни ихъ первоначальной или конечной *причины*, ни существенныхъ способовъ ихъ возникновенія (<sup>22</sup>). Возможно ли дѣйствительно, чтобы произвольныя предположенія имѣли большее значеніе? Итакъ, всякая гипотеза, выходящая за предѣлы этой положительной сферы, имѣя претензію высказываться о вопросахъ, совершенно неразрѣшимыхъ для нашего ума, можетъ породить только безконечные споры.

Въ настоящее время ни одинъ физикъ, конечно, не станетъ непосредственно оспаривать предыдущее правило. Но, очевидно, этотъ принципъ понимается еще очень несовершенно, такъ какъ въ дѣйствительности, при примѣненіяхъ, онъ постоянно нарушается и притомъ въ основныхъ своихъ чертахъ, что, по моему мнѣнію, радикально измѣняетъ истинный характеръ физики. Какъ общее правило, область предположенія предназначена только для временнаго заполнения тѣхъ промежутковъ, которые неизбежно остаются въ области реального; рассмотрите затѣмъ, что происходитъ на практикѣ, и обѣ области окажутся, наоборотъ, совершенно раздѣленными, реальное же почти всегда даже болѣе или менѣе подчиненнымъ воображаемому. Теперь, послѣ этихъ предварительныхъ общихъ замѣчаній, необходимо непосредственно опредѣлить истинное современное положеніе вопроса по отношенію къ философіи физики.

Различныя гипотезы, употребляемыя нынѣ физиками, должны быть тщательно раздѣлены на два класса: однѣ, пока еще очень многочисленныя, относятся только къ законамъ явленій, другія же, роль которыхъ въ настоящее время гораздо обширнѣе, касаются опредѣленія общихъ агентовъ, съ которыми связываютъ различныя роды естественныхъ явленій. Но по вышеизложенному основному правилу допустимы только первыя; вторыя же, по существу фантастическія, носятъ противонаучный характеръ и могутъ только серьезно мѣшать дѣйствительному прогрессу физики, но отнюдь не содѣйствовать ему; таково философское правило, которое я теперь намѣреваюсь развить.

Въ астрономіи исключительно примѣняется первый родъ гипотезъ уже съ тѣхъ поръ, какъ небесная наука достигла положительнаго состоянія съ обѣихъ точекъ зрѣнія, съ которыхъ она намъ представляется: съ геометрической и съ механической. Положимъ, такой то фактъ мало изслѣдованъ, или такой то законъ совершенно неизвѣстенъ; въ такомъ случаѣ создаютъ гипотезу, какъ можно болѣе согласующуюся съ совокупностью уже добытыхъ данныхъ; наука, получая благодаря этому, возможность свободно развиваться, въ концѣ концовъ всегда приводитъ къ новымъ слѣдствіямъ, доступнымъ наблюденію и способнымъ неоспоримо подтвердить или опровергнуть первоначальное предположеніе. Въ первой части этого тома мы указали многочисленные и удачныя примѣры, касающіеся открытія главныхъ астрономическихъ истинъ. Но, со временъ установленія основного закона тяготѣнія, геометры и астрономы окончателно отказались отъ созданія воображаемыхъ жидкостей ради объясненія общаго порядка возникновенія небесныхъ движеній; по крайней мѣрѣ тѣ, кто это дѣлалъ, какъ между прочимъ Эйлеръ, слѣдовали только своимъ личнымъ склонностямъ, въ нѣкоторомъ родѣ подобнымъ той, которая внушила нѣкогда Кеплеру его знаменитый астрономическій сонъ; они при этомъ вовсе не претендовали на какое бы то ни было реальное вліяніе на дѣйствительный ходъ науки.

Почему же физикамъ не подражать этой достойной удивленія осторожности въ наукѣ, въ которой гораздо труднѣе избѣгать ошибокъ, и которая, по своей природѣ, требуетъ гораздо большаго осторожности? Почему не ограничиться и имъ, подобно астрономамъ, только такими гипотезами, которыя относились бы исключительно къ неизвѣстнымъ еще сторонамъ самихъ явленій или къ невѣдомымъ ихъ законамъ, но ни въ какомъ случаѣ не касались бы ихъ способа возникновенія, совершенно недоступнаго нашему разуму? (20).

Какую научную пользу могутъ принести эти, играющія до сихъ поръ столь важную роль, фантастическія предположенія о воображаемыхъ флюидахъ и эфирахъ, къ которымъ относятъ явленія тепла, свѣта, электричества и магнетизма? (21). Не должно ли это полное смѣшеніе дѣйствительности съ фантазій неизбѣжно и глубоко извращать основныя понятія физики, порождать безконечныя споры и внушать многимъ здравымъ умамъ естественное, хотя и прискорбное отвращеніе къ наукѣ, носящей столь произвольный характеръ?

Уже одно обычное опредѣленіе этихъ непонятныхъ агентовъ кажется мнѣ достаточнымъ для немедленнаго исключенія ихъ изъ всякой реальной науки; ибо даже по заданію очевидно, что вопросъ не разрѣшимъ, такъ какъ существованіе этихъ предполагаемыхъ флюидовъ не можетъ быть ни доказано, ни опровергнуто, и обуславливается это старательно приписываемымъ имъ строеніемъ, вслѣдствіе котораго они неизбѣжно ускользаютъ отъ всякаго положительнаго контроля. Какое серьезное доказательство можно привести за или противъ существованія тѣлъ или средъ, основной признакъ которыхъ—не имѣть никакихъ признаковъ? Они и предположены именно невидимыми, неосознаваемыми, даже невѣсомыми и, кромѣ того, неотдѣлимыми отъ веществъ, которыя ими одушевляются: при такихъ условіяхъ нашъ умъ никоимъ образомъ не можетъ за нихъ взяться. Если бы тѣхъ, кто теперь твердо вѣритъ въ существованіе теплорода, свѣтового эфира, электрическихъ жидкостей и т. д., не поддерживало всемогущество привычки, осмѣлились ли бы они презрительно отнестись къ элементарнымъ духамъ Парацельса, понятіе о которыхъ, конечно, не болѣе странно? Не явная ли это непослѣдовательность, если они отказываются признавать существованіе ангеловъ и духовъ? Чтобы ограничиться болѣе подходящимъ примѣромъ, я укажу, что были физики, которые съ презрѣніемъ отвергли, какъ недостойную научнаго разсмотрѣнія, теорію звукового флюида, предложенную первокласснымъ натуралистомъ, знаменитымъ Ламаркомъ; а между тѣмъ единственный, хотя и дѣйствительно непоправимый, недостатокъ этой гипотезы заключался только въ томъ, что она появилась слишкомъ поздно, гораздо позднѣе того, какъ акустика была уже вполне сформирована; если бы эта гипотеза была создана при самомъ зарожденіи науки, подобно гипотезамъ о теплотѣ, свѣтѣ и электричествѣ, она, по всей вѣроятности, имѣла бы ту же судьбу, что и другія.

Природа этого труда не позволяетъ мнѣ указывать всѣ частныя подробности, которыя допустилъ бы такой предметъ. Образованный читатель легко дополнитъ ихъ послѣ того, какъ онъ ясно пойметъ мою главную идею. Я укажу еще, какъ на замѣчательный симптомъ, на удивительную легкость, съ которою эти различныя гипотезы разбиваютъ другъ друга въ великому соблаву поверхностныхъ умовъ, начинающихъ считать науку произвольною, потому что въ ихъ гла-



захъ она и заключается главнымъ образомъ въ этихъ безцѣльныхъ разсужденіяхъ. Въ различныхъ спорахъ этого рода, слѣдовавшихъ одинъ за другимъ съ полвѣка тому назадъ, каждая секта легко находила сильнѣйшіе доводы противъ мнѣнія своихъ антагонистовъ. Затрудненіе всегда заключалось въ отысканіи рѣшительныхъ доказательствъ въ пользу своей собственной гипотезы. Обыкновенно оказывалось возможнымъ придумать еще и третью фикцію, способную съ успѣхомъ выдержать конкуренцію обѣихъ другихъ.

Правда, физики старательно удерживаются теперь отъ придаванія какой бы то ни было существенной реальности этимъ гипотезамъ, которыя они цѣнятъ только, какъ необходимыя средства для облегченія пониманія и комбинированія явленій. Но не есть ли это иллюзія несовершенной положительности, чувствующей глубокую тщетность подобныхъ системъ и все же не рѣшающейся обойтись безъ нихъ? Возможно ли въ дѣйствительности, допустивъ понятіе, не допускающее никакой провѣрки, постоянно пользоваться имъ, тѣсно переплестать его со всѣми реальными идеями, и ни разу невольно не увлечься до того, чтобы не приписать ему реального существованія, которое, однако, не могло бы быть полнымъ? Да даже допустивъ, что безопасность въ этомъ отношеніи обезпечена, на какихъ разумныхъ побужденіяхъ могли бы мы философски основать необходимость такого страннаго образа дѣйствій? Астрономія вполне обходится безъ этого средства, и всетаки всѣ явленія понимаются ею очень ясно и комбинируются превосходно. Не заключается ли въ сущности истинная причина этого въ томъ, что, какъ я сейчасъ укажу, астрономія, будучи и проще, и древнѣе физики, должна была ранѣе послѣдней достигнуть полного развитія своего истинно научнаго характера?

При непосредственномъ изслѣдованіи предполагаемаго научнаго назначенія этихъ гипотезъ, намъ трудно было бы понять, напримѣръ, какимъ образомъ расширеніе тѣла отъ нагрѣванія могло бы быть сколько нибудь объяснено, т. е. освѣщено единственнымъ предположеніемъ, что такая то воображаемая жидкость, находящаяся въ промежуткахъ между молекулами, постоянно стремится увеличить эти промежутки, ибо осталось бы не объясненнымъ, откуда является у этой жидкости столь произвольная упругость, которая конечно еще менѣе понятна, чѣмъ первоначальный фактъ.

Также точно и свѣтовые свойства тѣла въ дѣйствительности стали не болѣе понятны послѣ того, какъ мы приписали ихъ непонятой способности тѣла испускать какую то фиктивную жидкость или производить колебанія воображаемаго эѳира; подобное же можно сказать и объ электрическихъ или магнитныхъ явленіяхъ. Всѣ эти предполагаемыя объясненія въ сущности не болѣе научны, чѣмъ метафизическія объясненія человѣческихъ явленій таинственнымъ воздѣйствіемъ души на тѣло; въ самомъ дѣлѣ въ томъ и другомъ случаѣ не только въ дѣйствительности не устраняются никакіи трудности, но искусственно создается еще великое множество новыхъ. Всякая, даже чисто фиктивная, попытка постигнуть способъ возникновенія явленій неизбѣжно призрачна и прямо противорѣчитъ духу истинной науки.

Способность представлять себѣ самыя явленія можетъ вытегать только изъ внимательнаго ихъ наблюденія; что же касается способности легко сочетать явленія, то она можетъ основываться только

на близкомъ знакомствѣ съ существующими между ними положительными связями. Въ настоящее время эти гипотезы въ крайнемъ случаѣ могутъ быть полезны развѣ только, какъ простые мнемонические способы; однако онѣ неудобны даже и въ этомъ отношеніи, благодаря тому, что они отвлекаютъ наше вниманіе отъ истиннаго предмета нашихъ изслѣдованій. Итакъ всѣ доводы, приводимые обыкновенно въ пользу этихъ противонаучныхъ приемовъ, очевидно, лишены всякой реальности. Единственный уважительный въ пользу ихъ доводъ— это власть всякой глубоко вкоренившейся привычки; поэтому дѣйствительно весьма вѣроятно, что если бы современное поколѣніе физиковъ захотѣло сразу освободить свои идеи отъ этой тѣсной, хотя и разнородной смѣси, то имъ стало бы труднѣе связывать эти идеи между собою. Чтобы исполнѣ провести эту важную реформу, пришлось бы надлежащимъ образомъ исправить языкъ, т. е. научную терминологию, потому что до сихъ поръ она образовывалась подъ преобладающимъ вліяніемъ этого ложнаго способа философскаго мышленія. Тѣмъ не менѣе я думаю, что обыкновенно сильно преувеличиваютъ трудности, вытекающія изъ этого обстоятельства. Чтобы убѣдиться въ этомъ, достаточно принять во вниманіе, что вотъ уже полвѣка, какъ неоднократный переходъ отъ одной физической системы къ противоположной не встрѣчаетъ большихъ затрудненій въ первоначально принятомъ языкѣ. Несомнѣнно, что въ этомъ отношеніи затрудненіе было бы немногимъ больше, если бы были отброшены всѣ эти бесполезныя гипотезы. Въ оптикѣ, на примѣръ, слово лучъ, столь удобно построенное для гипотезы истеченія, продолжаетъ употребляться нынѣ сторонниками волненій; не болѣе трудно было бы придать ему значеніе, независимое отъ какой бы то ни было гипотезы и относящееся только къ явленію<sup>(25)</sup>. Подобныя видоизмѣненія даже своеобразно облегчаютъ этотъ окончательный переходъ, постепенно приучая насъ отдѣлять въ научныхъ терминахъ реальное и постоянное значеніе отъ воображаемыхъ и перемѣнныхъ его толкованій.

Какъ бы ни былъ очевиденъ неправиленъ такой способъ философскаго мышленія, предыдущее разсужденіе было бы не полно по существу, если бы я не далъ удовлетворительнаго объясненія естественнаго введенія этого метода, первоначально, конечно, представлявшаго собою дѣйствительный шагъ впередъ. Но моя основная теорія необходимыхъ и дѣйствительныхъ законовъ общаго развитія человѣческаго ума, бѣгло изложенная въ началѣ этой работы, даетъ мнѣ возможность доказать безъ труда, что этотъ противонаучный методъ дѣйствительно зависѣлъ, и нынѣ зависитъ только отъ послѣдняго и неизбѣжнаго косвеннаго вліянія метафизической философіи, ядро которой въ столь многихъ отношеніяхъ продолжаетъ до сихъ поръ тяготѣть надъ нами. Хотя съ исторической точки зрѣнія это доказательство естественно должно быть отнесено къ четвертому тому, я считаю необходимымъ по крайней мѣрѣ указать на него здѣсь, какъ на дополнительное соображеніе, чрезвычайно пригодное для освѣщенія настоящаго вопроса.

Метафизическое происхожденіе этого ложнаго образа дѣйствій должно быть прежде всего легко предугадано всякимъ безпристрастнымъ умомъ, который обратитъ вниманіе на то, что флюиды занили мѣсто прежнихъ сущностей (entités), преобразование которыхъ состояло только въ ихъ матеріализаціи. Что такое въ дѣйствительности, какъ бы намъ ее ни толковали, теплота, существующая отдѣльно отъ

нагрѣтаго тѣла, свѣтъ, независимый отъ свѣтящагося тѣла, электричество, отдѣльное отъ наэлектризованнаго тѣла? Развѣ это не чистыя сущности, такія же точно, какъ мысль разсматриваемая, какъ существо, независящее отъ мыслящаго тѣла, или пищевареніе, изолированное отъ переваривающаго пищу существа? Единственное отличие ихъ отъ древнихъ схоластическихъ сущностей состоитъ въ замѣнѣ абстрактныхъ по существу существъ воображаемыми флюидами, тѣлесность которыхъ весьма сомнительна, ибо, вслѣдствіе ихъ основного опредѣленія, они лишены всѣхъ свойствъ, которые способны характеризовать какую бы то ни было матерію; мы не имѣемъ даже возможности разсматривать ихъ, какъ идеальный предѣлъ, къ которому стремится все болѣе и болѣе разрѣжающийся газъ. Какая же связь идей могла бы быть допущена, если эта послѣдняя не признается? Основной характеръ метафизическихъ концепцій заключается въ разсмотрѣніи явленій независимо отъ тѣлъ, въ которыхъ они проявляются, и въ допущеніи существованія свойствъ каждаго вещества независимо отъ послѣдняго. Не все ли равно, создаютъ ли потомъ изъ этихъ олицетворенныхъ абстракцій души или флюиды? Происхожденіе ихъ все тоже—неизбѣжно вытекающее изъ того способа разслѣдованія внутренней природы вещей, который во всѣхъ отношеніяхъ характеризуетъ дѣтство человѣческаго ума, и который первоначально внушилъ мысль о богахъ, затѣмъ превратившихся въ души и въ концѣ концовъ преобразовавшихся въ мнимые флюиды.

Это раціональное и непосредственное разсужденіе строго гармонируетъ съ историческимъ анализомъ. При зарожденіи всякой положительной науки умъ нашъ всегда проходилъ черезъ этотъ необходимый, хотя и переходный фазисъ развитія. Подобное состояніе составляетъ, по моему мнѣнію, неизбѣжный и даже необходимый переходъ отъ метафизическаго состоянія къ чисто положительному, до сихъ поръ вполне и окончательно достигнутому только математикой и затѣмъ астрономіею. Метафизическій духъ и положительный слишкомъ радикально противоположны для того, чтобы нашъ слабый умъ могъ сразу перейти отъ одного къ другому. Хотя, какъ я доказалъ, сама метафизика и представляетъ собою только великій общій переходъ отъ теологіи къ реальной наукѣ, тѣмъ не менѣе вслѣдъ за тѣмъ является необходимость второстепеннаго и потому гораздо болѣе быстрого перехода отъ метафизическихъ идей къ чисто положительнымъ. Физики, химики, фізіологи и публицисты находятся въ настоящее время именно въ этомъ послѣднемъ переходномъ періодѣ,—первые вполне готовы окончательно выйти изъ него вслѣдъ за геометрами и астрономами; всѣ другіе остаются связанными еще на болѣе или менѣе длинный срокъ вслѣдствіе большей или меньшей сложности ихъ изслѣдованій, какъ будетъ мною показано позднѣе при специальномъ изслѣдованіи каждой изъ нихъ. Безъ такой не настоящей положительности человѣческой умъ никогда не могъ бы отказаться отъ метафизическихъ теорій, дававшихъ ему хотя бы кажущуюся возможность познавать внутреннюю природу вещей и способъ возникновенія явленій. Рождающаяся наука должна была удовлетворить прежде всего этой глубоко вкоренившейся потребности и обмануть нашъ умъ, предложивъ ему, вмѣсто схоластическихъ сущностей, новыя, болѣе понятныя, предназначенныя для той же цѣли, а слѣдовательно, и болѣе предпочтительныя: въ то же самое время природа ихъ должна была постепенно приводить насъ къ все болѣе и болѣе

исключительному разсмотрѣнію явленій и ихъ законовъ. Таково было важное временное назначеніе этой общей системы гипотезъ: сдѣлать возможнымъ для человѣческаго ума переходъ отъ метафизическихъ привычекъ къ положительнымъ.

Въ дѣйствительности, астрономія не болѣе физики или всякой другой отрасли естественной философіи избѣжала этой общей судьбы; но по отношенію къ ней этотъ необходимый фазисъ развитія законченъ уже давно; никто уже не обращаетъ на него вниманія, ибо въ настоящее время исторія наукъ или является предметомъ поверхностнаго и бесплоднаго любопытства, или обыкновенно оставляется учеными въ полномъ пренебреженіи. Но, изучая движеніе человѣческаго ума въ XVII столѣтіи, мы тотчасъ же замѣчаемъ, насколько геометры и астрономы того времени были заняты вообще гипотезами, совершенно аналогичными съ тѣми, которые мы здѣсь обсуждаемъ. Таковъ въ особенностяхъ характеръ широко разработаннаго представленія Декарта, объясняющаго движеніе небесныхъ тѣлъ вліяніемъ системы воображаемыхъ вихрей. Нельзя придумать ничего болѣе подходящаго для освѣщенія настоящаго вопроса во всей его общности, какъ раціональная исторія этой великой гипотезы, ибо здѣсь анализъ можетъ быть точно примѣненъ къ исторіи совершенно законченнаго философскаго ученія, въ которой намъ въ настоящее время легко прослѣдить послѣдовательность всѣхъ трехъ существенныхъ фазисовъ: созданія гипотезы, ея необходимаго временнаго примѣненія и, наконецъ, ея окончательнаго паденія послѣ того, какъ она исполнила свое истинное назначеніе. Эти самые знаменитые вихри, столь осмѣянные нынѣ физиками, однако, твердо вѣрящими въ теплородъ, эфиръ и электрическія жидкости, вначалѣ были могучимъ средствомъ развитія здоровой философіи, ибо они вводили основную идею существованія какого то механизма тамъ, гдѣ даже великій Кеплеръ не рѣшился предположить ничего, кромѣ дѣйствія непонятныхъ духовъ. Древняя философія, пытавшаяся все объяснить путемъ проникновенія, при помощи своихъ сущностей, до самой внутренней природы вещей и до самыхъ первоначальныхъ причинъ явленій, могла быть окончательно опровергнута только смѣлою физикою, достигавшею той же цѣли еще полнѣе и при помощи гораздо болѣе понятныхъ, хотя и столь же фантастическихъ средствъ. Кто прослѣдилъ длинный и памятный споръ, вызванный картезианцами, тотъ долженъ былъ замѣтить, до какой степени лучшіе умы этой эпохи отождествляли судьбу здраваго философскаго мышленія съ судьбою подобнаго ученія; конечно, они были вполне правы, до тѣхъ поръ, пока все дѣло заключалось въ борьбѣ съ метафизическою философіею. Но позднѣе, когда споръ былъ перенесенъ на почву истинной небесной механики, основанной на ньютоновской теоріи тяготѣнія, первоначально прогрессивное вліяніе системы вихрей должно было безповоротно падать въ силу общей печальной судьбы, заставляющей доктрины стремиться продолжать свое существованіе за предѣлами тѣхъ болѣе или менѣе временныхъ обязанностей, которые назначило имъ общее движеніе человѣческаго ума. И все же послѣдніе картезианцы тщетно пытались доказать, впрочемъ, при помощи аргументовъ, настолько же допустимыхъ, какъ и аргументы нашихъ современныхъ физиковъ, что нѣтъ возможности философски разсуждать, не прибѣгая къ такого рода гипотезамъ. Въ концѣ концовъ, какъ же имъ отвѣтили? Философскимъ разсужденіемъ?

другого рода. Переходная роль Декартовской гипотезы кончилась сама собою, какъ только сознаніе истиннаго предмета научныхъ изслѣдованій, благодаря окончательному толчку, данному фундаментальнымъ открытіемъ Ньютона, сдѣлалось въ достаточной мѣрѣ преобладающимъ у геометровъ и астрономовъ. Вихри существовали бы и нынѣ или бы по отношенію къ небесной наукѣ не было совершенно ясно сознано то, что въ концѣ концовъ должно быть послѣдовательно понято и по отношенію ко всѣмъ другимъ наукамъ, а именно: что такъ какъ ни одна реальная наука не можетъ узнать ни первоначальныхъ агентовъ, ни способовъ возникновенія явленій, то она должна касаться только дѣйствительныхъ законовъ наблюдаемыхъ явленій, и что поэтому всякая вспомогательная гипотеза, имѣющая иное предназначеніе, тѣмъ самымъ радикально противорѣчила бы истинно научному духу. Польза картезианства состояла въ томъ, что оно постепенно привело наше сознаніе къ такому, нынѣ обычному, состоянію, и только въ этомъ смыслѣ господство этой гипотезы и оказало могущественное, хотя и кратковременное содѣйствіе общему воспитанію человѣческаго ума. Почему же должно быть иначе съ аналогичными гипотезами, употребляемыми физиками нынѣ? Если, какъ они полагаютъ, умъ ихъ дѣйствительно достигъ того положительнаго состоянія, которое я только что характеризовалъ, и истинный типъ котораго мы нынѣ находимъ въ астрономіи, то къ чему же могутъ теперь послужить подобныя гипотезы, хотя первоначально и необходимыя, чтобы незамѣтно перевести насъ отъ метафизическаго режима къ положительному? Не будетъ ли дальнѣйшее ихъ употребленіе стоять въ очевидномъ противорѣчій съ тою самою цѣлью, которою, по единодушному признанію, задаются теперь при всякомъ научномъ изысканіи?

Разсмотрѣнный выше переходъ всецѣло наблюдается не только въ одной астрономіи. Въ настоящее время она въполнѣ совершилась также въ наиболѣе разившихся частяхъ физики, и въ особенности, въ ученіи о тяжести. Въ XVII вѣкѣ, даже много лѣтъ послѣ Галилея, не было, можетъ быть, ни одного мало-мальски выдающагося ученаго, который не построилъ бы или не принялъ бы какого-нибудь ученія о причинахъ паденія тѣлъ. Кто станетъ теперь заниматься этими гипотезами, безъ которыхъ, однако, въ то время изученіе тяжести казалось невозможнымъ? <sup>(26)</sup> Если употребленіе подобныхъ гипотезъ прекратилось въ барологій, то почему оно должно безъ конца продолжаться въ другихъ частяхъ физики? Акустика освободилась отъ нихъ почти въ ту же самую эпоху. Философское вліяніе работъ великаго Фурье по теоріи теплоты дало счастливый толчокъ, который теперь, очевидно, ведетъ къ окончательному освобожденію термолוגіи отъ всякихъ воображаемыхъ флюидовъ и эфировъ <sup>(27)</sup>. Остается только ученіе о свѣтѣ и электричествѣ, но, конечно, и по отношенію къ нимъ невозможно было бы найти ни одного истиннаго мотива, который заставилъ бы исключить ихъ изъ общаго правила. Итакъ я надѣюсь, что для всѣхъ тѣхъ, кто считаетъ историческое развитіе человѣческаго ума подчиненнымъ естественнымъ однообразнымъ и определеннымъ законамъ, эта великая философская задача окажется рѣшеною разъ на всегда предыдущимъ разсужденіемъ; слѣдовательно, въ физикѣ будетъ принято за основной принципъ истинной теоріи построенія гипотезъ, что *всякая научная гипотеза, чтобы имѣть реальное значеніе,*

должна касаться исключительно законовъ явленій и ни въ какомъ случаѣ не способъ ихъ возникновенія (*modes de production*)<sup>(28)</sup> \*).

Я не нахожу достаточно словъ, чтобы рекомендовать во всѣхъ аналогичныхъ затрудненіяхъ, которыя могутъ представиться въ философіи наукъ, всегда пользоваться только что примѣненнымъ мною сравнительно-историческимъ методомъ: по крайней мѣрѣ, я былъ всегда обязанъ именно такой системѣ не только тѣмъ, что я достигъ удовлетворительнаго анализа только что рассмотрѣннаго вопроса, но и яснымъ рѣшеніемъ всѣхъ моихъ философскихъ задачъ. Этотъ универсальный методъ, въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ столь ясно сознанный нѣсколькими философами позитивистами и, въ томъ числѣ, великимъ Лагранжемъ, до сихъ поръ ни разу не былъ формулированъ непосредственно и рационально; его изложеніе, разумѣется, принадлежитъ послѣдней части этого труда. Здѣсь я долженъ ограничиться только тѣмъ, что приму за принципъ, что философія наукъ не можетъ быть правильно изучена отдѣльно отъ ихъ исторій, приводя въ противномъ случаѣ только къ смутнымъ и бесплоднымъ поверхностнымъ обзорамъ; точно такъ же и наоборотъ: эта исторія отдѣльно отъ этой философіи была бы непонятна и бесполезна \*\*).

Теперь мнѣ остается только вкратцѣ намѣтить общій планъ, котораго я буду держаться въ слѣдующихъ лекціяхъ при философскомъ изслѣдованіи различныхъ существенныхъ частей физики.

При опредѣленіи этого порядка я старался, насколько возможно, всегда строго согласоваться съ основнымъ принципомъ, установленнымъ мною въ самомъ началѣ этой работы при построеніи общей іерархіи наукъ, и затѣмъ при внутреннемъ распредѣленіи частей математики и астрономіи. Итакъ, я долженъ былъ распредѣлить различныя главныя отрасли физики въ зависимости отъ степени общности соответствующихъ явленій, отъ ихъ большей или меньшей сложности, отъ относительнаго совершенства ихъ ученій и, наконецъ, отъ ихъ взаимной связи. Полученный такимъ образомъ порядокъ можетъ притомъ быть провѣренъ анализомъ исторіи развитія физики, которое по существу должно было

\*) Со строгою откровенностью я долженъ указать здѣсь на случайное, но въ настоящее время очень могущественное вліяніе, способное значительно замедлить или по меньшей мѣрѣ сильно затруднить эту великую и неизбежную реформу философіи физики. Я говорю о вліяніи геометровъ или вѣрнѣе алгебристовъ, столь злоупотреблявшихъ въ наше время математическимъ анализомъ, примѣняя его къ этимъ химернымъ гипотезамъ; естественно, что они будутъ стараться по возможности отдалить научное обезцѣненіе ихъ многочисленныхъ вычисленій, которыя будутъ сведены къ своему, часто весьма посредственному, совершенно отвлеченному значенію. Но физики, конечно, поймутъ великую выгоду, заключающуюся для нихъ въ дискредитированіи этихъ средствъ, въ настоящее время (со времени столь счастливаго во многихъ другихъ отношеніяхъ распространенія алгебраическаго искуства) легко захватывающихъ кратковременное господство въ естественной философіи; а всѣ истинные геометры, конечно, будутъ стараться содѣйствовать этому необходимому очищенію.

\*\*) Стремленіе раздѣлить эти двѣ нераздѣльныя стороны одной и той же основной идеи и послужило главною причиною того, что обширные умы, весьма свѣдущіе къ тому же въ основныя естественныхъ наукахъ, тѣмъ не менѣе такъ бесплодно занимались философіею наукъ и пришли только къ созданію бесполезныхъ системъ научной классификаціи, основанныхъ на разсужденіяхъ, по существу произвольныхъ и столь же радикально призрачныхъ и шаткихъ, какъ и системы, почти ежедневно создававшіяся наиболѣе лицеприятными какъ бы то ни было положительныхъ свѣдѣній энциклопедистами метафизиками. Амперъ только что представилъ намъ знаменитый и къ сожалѣнію непоправимый примѣръ.

слѣдовать тому же пути. Кромѣ того, уже точно опредѣленное общее положеніе физики между астрономією и химією вводитъ сюда второстепенное соображеніе, пригодное для провѣрки и облегченія такого распредѣленія; ибо первая категорія физическихъ явленій естественно должна заключать тѣ явленія, которые наиболѣе приближаются къ явленіямъ астрономическимъ; послѣдняя же неизбѣжно должна быть составлена изъ тѣхъ, которые непосредственнѣ всего связаны съ явленіями химическими. Совокупность всѣхъ этихъ условій не оставляетъ, кажется, никакихъ серьезныхъ сомнѣній по вопросу о рациональномъ расположеніи различныхъ существенныхъ частей физики, хотя до сихъ поръ это расположеніе и считается обыкновенно болѣе или менѣе произвольнымъ.

Всѣ эти разнородные мотивы, очевидно, одинаково указываютъ, что первое мѣсто въ физикѣ должно принадлежать науцѣ о явленіяхъ тяжести въ твердыхъ и жидкихъ тѣлахъ, разсматриваемыхъ съ обѣихъ точекъ зрѣнія, статической и динамической <sup>(29)</sup>. Это единственная часть классификаціи, относительно которой всѣ физики нынѣ совершенно согласны. Полнѣйшая общность этихъ явленій не подлежитъ сомнѣнію, ибо они не только проявляются во всякомъ тѣлѣ, какъ и всѣ другія чисто физическія явленія, но (что ихъ исключительно характеризуетъ) тѣло не можетъ перестать ихъ обнаруживать, въ какія бы условія оно ни было поставлено; поему эти явленія становятся самымъ неопровержимымъ, на дѣлѣ даже часто и единственнымъ, признакомъ, который позволяетъ намъ констатировать наличность матеріи. Ихъ относительная простота и ихъ полная независимость отъ всѣхъ другихъ явленій не менѣе очевидны. Въ то же время, какъ необходимое слѣдствіе этихъ основныхъ свойствъ, ученіе объ этихъ явленіяхъ, къ тому же болѣе или менѣе необходимое для всѣхъ другихъ отраслей физики, составляетъ несомнѣнно наиболѣе удовлетворительную часть этой науки, прежде всего въ силу вышеуказанной большей чистоты ея положительности, и затѣмъ въ силу ея большей точности, гораздо болѣе полной систематичности, и возможности болѣе рациональнаго предвидѣнія. Здѣсь находится естественная и общая точка соприкосновенія физики съ астрономією, а также и истинная волыбель физики.

Тѣ же самыя соображенія, приложенныя, однако, въ прямо противоположномъ смыслѣ, такъ же, хотя и менѣе очевидно, приводятъ къ тому, что въ энциклопедической шкалѣ физики ученіе объ электрическихъ явленіяхъ должно быть поставлено на противоположномъ концѣ. Эти явленія, отъ которыхъ я не считаю нужнымъ отдѣлять явленія магнитныя, суть несомнѣнно наименѣе общія изъ всѣхъ, такъ какъ возникновеніе ихъ требуетъ гораздо болѣе исключительнаго стеченія обстоятельствъ. Въ то же время они наиболѣе сложны, и рациональное ученіе о нихъ составляетъ послѣднюю и несомнѣнно во всѣхъ отношеніяхъ еще самую несовершенную отрасль физики, несмотря на выдающіеся успѣхи, сдѣланные ею въ этомъ столѣтіи; здѣсь-то въ настоящее время и искаженъ глубже всего научный характеръ тѣми непонятными гипотезами, которые мы только что разсмотрѣли. Наконецъ, особенно въ этой области происходитъ уже нынѣ и, конечно, будетъ происходить и далѣе естественный переходъ отъ физики къ химіи.

Между этими двумя крайними членами вставляются на основаніи тѣхъ же принциповъ, такъ сказать, сами собою термологія, аку-

стика и оптика. Теорія теплоты, мнѣ кажется, должна быть помѣщена въ настоящее время вслѣдъ за ученіемъ о тяжести, въ особенности въ виду общности ея явленій, почти столь же универсальныхъ, какъ и явленія тяжести; ибо проявленіе ихъ могло бы быть устранено только совершенно исключительнымъ и въ нѣкоторомъ родѣ искусственнымъ, хотя и возможнымъ въ дѣйствительности, стеченіемъ обстоятельствъ. Истинный научный характеръ выраженъ въ ней гораздо рѣзче, чѣмъ въ ученіи объ электричествѣ и даже о свѣтѣ. Несмотря на то, что примѣненіе математическаго анализа началось въ ней значительно позднѣе, она имѣетъ несравненно болѣе рациональный характеръ, благодаря высокому философскому превосходству ея знаменитаго творца, который, пренебрегая легко доступными алгебраическими рассужденіями о воображаемыхъ флюидахъ, строго держался суроваго условія совершенной положительности.

Это послѣднее соображеніе, присоединенное къ соображеніямъ объ относительной общности, и заставляетъ помѣстить акустику передъ оптикой. Позитивность ея, конечно, весьма высока, ибо никто нынѣ не олицетворяетъ звукъ, какъ это дѣлается со свѣтомъ, если не считать одного предположенія, не имѣвшаго никакихъ послѣдствій. Съ нѣкоторой точки зрѣнія можно признать даже превосходство акустики надъ термологіей, такъ какъ вслѣдъ за теоріею тяжести теорія звука представляетъ намъ наиболѣе широкое и непосредственное приложеніе рациональной механики. Но степень общности явленій, являющаяся въ моихъ глазахъ преобладающимъ мотивомъ, не позволила бы мнѣ принять такого расположенія, которое, впрочемъ, представлялось бы вполне допустимымъ. Кроме того, мнѣ кажется, что во многихъ отношеніяхъ ученіе о звукѣ представляетъ еще существенные пробѣлы, заставляющіе считать, что въ настоящее время оно дѣйствительно менѣе подвинуто, чѣмъ ученіе о теплотѣ.

Итакъ, вотъ каковъ по моему окончательный порядокъ различныхъ главныхъ отраслей физики: барологія, термологія, акустика, оптика и электрологія\*). Не слѣдуетъ однако придавать вопросу о расположеніи преувеличеннаго значенія въ виду малой, къ несчастью, связи, донныя существующей между этими отдѣльными частями физики. По этому поводу я долженъ только обратить вниманіе на старательность, съ которою я основывалъ всѣ мои сравненія на самихъ явленіяхъ, не обращая никакого вниманія ни на бесполезныя сопоставленія, ни на столь же неосновательныя противоположенія, внушаемыя противонаучными гипотезами, къ которымъ еще относятся эти явленія; такъ можно было замѣтить, напримѣръ, что если я помѣщаю оптику вслѣдъ за акустикою, то это вовсе не потому, что въ наше время сдѣлалось преобладающимъ ученіе о свѣтовыхъ колебаніяхъ; я поступилъ бы точно такъ же если бы

\*) Для сокращенія рѣчи мнѣ показалось удобнымъ дать отраслямъ физики, относящимся къ тяжести, теплотѣ и электричеству, спеціальныя названія по аналогіи съ обычаемъ, уже давно принятымъ по отношенію къ двумъ остальнымъ. Изъ этихъ трехъ выраженій первое, хотя и не общеупотребительно, но существуетъ въ дѣйствительности по крайней мѣрѣ сорокъ лѣтъ; я построилъ только два другихъ; и даже, образовавъ слово термологія, я узналъ, что оно употреблялось уже иногда Фурье. Итакъ, мнѣ принадлежитъ только слово электрологія, полезность котораго, я надѣюсь, извинитъ его. Къ тому же никто лучше меня не сознаетъ важныя научныя недостатки этого упрямаго неологизма, такъ часто покрывающаго истинную пустоту идей, приписываемымъ иностранцыи именамъ несуществующимъ наукамъ или поверхностно понятымъ качествамъ.



господствовала теорія истеченія. Научная классифікація, безъ сомнѣнія, должна быть свободна отъ неустойчивости, свойственной этимъ произвольнымъ представленіямъ.

Мнѣ кажется, что совокупность всѣхъ общихъ соображеній, изложенныхъ въ этомъ длинномъ разсужденіи, весьма удовлетворительно характеризуетъ физику во всѣхъ основныхъ отношеніяхъ, ибо мы послѣдовательно проанализировали самый предметъ физики, различные свойства ея основные способы изслѣдованія, ея истинное энциклопедическое положеніе, вліяніе на общее образованіе человѣческаго ума, дѣйствительную степень ея научнаго совершенства, современную неполноту ея положительности, равно какъ и возможность избѣжать этой неполноты при помощи здравой постановки гипотезъ и, наконецъ, раціональное расположеніе ея главныхъ частей. Важное разсужденіе о теоріи гипотезъ, которое я долженъ былъ привести здѣсь, способно въ высокой степени упростить философское изслѣдованіе различныхъ отраслей физики, къ которому я долженъ теперь непосредственно перейти согласно установленному мною порядку; ибо отнынѣ мнѣ вовсе не придется упоминать о всемъ томъ, что касается этихъ противонаучныхъ гипотезъ, и я строго ограничусь разсмотрѣніемъ однихъ только дѣйствительныхъ законовъ явленій. Кромѣ того, понятно, что по самой природѣ этого труда здѣсь не можетъ быть и рѣчи о какомъ бы то ни было, хотя бы и поверхностномъ, изложеніи даже и части физики; это не болѣе, какъ рядъ философскихъ этюдовъ о совокупности каждой изъ нихъ, предполагаемой уже извѣстною и рассматриваемой съ двухъ обычныхъ нашихъ точекъ зрѣнія: специально присущаго ей метода и главныхъ ея результатовъ,—но вовсе не вдаваясь въ какое бы то ни было специальное изложеніе. Величайшая сложность явленій и въ особенности столь значительное несовершенство ихъ теорій не позволяютъ даже охарактеризовать здѣсь каждую часть науки такъ же точно и полно, какъ мы могли это сдѣлать въ столь раціональной наукѣ, каковою является астрономія.

## ДВАДЦАТЬ ДЕВЯТАЯ ЛЕКЦІЯ.

### Общая разсужденія о барологiи (30).

Изъ предыдущаго разсужденія мы уже знаемъ, что это основное ученіе по общности и простотѣ своихъ явленій дѣйствительно составляетъ въ настоящее время единственную часть физики, положительный характеръ которой совершенно безупреченъ, т. е. которая безповоротно освобождена отъ какихъ бы то ни было прямыхъ или косвенныхъ метафизическихъ примѣсей. Такимъ образомъ, независимо отъ высокой важности, присущей тѣмъ законамъ, о которыхъ въ ней говорится, эта первая отрасль представляетъ особую неотразимую прелесть для каждаго философскаго ума, ибо она даетъ наиболѣе совершенный (хотя, конечно, уступающій астрономическому типу) и въ то же время наиболѣе непосредственный и полный образецъ основнаго метода, примѣнимаго къ физическимъ изслѣдованіямъ, и разсматриваемаго во всѣхъ общихъ характеризующихъ его отношеніяхъ, а именно: точности наблюденія, хорошей постановки опытовъ, здраваго построенія и рациональнаго употребленія гипотезъ, и наконецъ, осторожнаго примѣненія математическаго анализа. Во всѣхъ этихъ отношеніяхъ глубокое изученіе барологiи имѣетъ для каждаго рациональнаго физика чрезвычайно драгоцѣнное воспитательное значеніе, какой бы отрасли физики ему впоследствии ни пришлось бы посвятить свои труды, и даже въ томъ случаѣ, если бы эта отрасль не имѣла никакого прямого отношенія къ ученію о тяжести, что врядъ-ли возможно. Но истинный философскій духъ еще такъ мало развѣтъ, что несмотря на всѣ эти вѣскіе мотивы, до сихъ поръ не существуетъ правильно построеннаго, полнаго ученія о тяжести; существуютъ только отрывки, разбросанные тамъ и сямъ въ трактатахъ по рациональной механикѣ или физикѣ, но вовсе не скоординированные, такъ что даже съ простой учебной точки зрѣнія было бы весьма выгодно въ первый разъ рационально соединить ихъ въ одно однородное и связанное ученіе (31).

Чтобы произвести строго философское изученіе барологiи, необходимо раздѣлить ее соответственно тому, разсматриваетъ ли она статическія явленія, производимыя тяготѣніемъ, или динамическія. Каждая изъ этихъ двухъ главныхъ частей должна быть затѣмъ подраздѣлена на три, сообразно важнымъ видоизмѣненіямъ, которыя пред-

ставляетъ статическое или динамическое явленіе соотвѣтственно твердому, жидкому или газообразному состоянію разсматриваемаго тѣла. Таково раціональное распредѣленіе, непосредственно указываемое природою предмета и къ тому же по существу согласное съ историческимъ ходомъ развитія барологіи.

Разсмотримъ сначала въ общихъ чертахъ совокупность статической части.

Мнѣ кажется, что въ этомъ отношеніи еще недостаточно было обращено вниманія на то, что первыя элементарныя понятія, послѣщая истинно научный характеръ, по крайней мѣрѣ, въ томъ, что касается твердыхъ тѣлъ восходятъ въ дѣйствительности до Архимеда. Съ него, однако, въ дѣйствительности, и началась положительная барологія, и труды его по этому вопросу имѣютъ характеръ совершенно отличный отъ его чудныхъ изслѣдованій по чистой математикѣ. Обобщая грубое наблюденіе, онъ первый точно установилъ, что статическое напряженіе, производимое въ тѣлѣ тяжестью, т. е. его *вѣсъ*, совершенно не зависитъ отъ формы поверхности, и зависитъ только отъ объема, конечно, до тѣхъ поръ, пока природа и строеніе тѣла остаются неизмѣнными. Сколь бы простымъ ни казалось намъ теперь такое указаніе, тѣмъ не менѣе оно-то и составляетъ истинный первоначальный зародышъ одного изъ важнѣйшихъ предложеній естественной философіи, получившаго общее и окончательное дополненіе только въ концѣ прошлаго вѣка, а именно: вѣсъ тѣла не только вполнѣ не зависитъ ни отъ формы, ни даже отъ его размѣровъ, но онъ не зависитъ также ни отъ способа соединенія его частицъ, ни отъ какихъ бы то ни было измѣненій его внутренняго состава, могущихъ произойти хотя бы даже при разнаго рода жизненныхъ процессахъ. Однимъ словомъ, какъ я уже указалъ въ двадцать четвертой лекціи, это основное свойство казалось бы абсолютно постояннымъ, если бы оно не зависѣло, очевидно, отъ разстоянія тѣла отъ центра земли; это единственное дѣйствительное условіе, отъ котораго зависитъ его напряженность. Архимедъ могъ точно опредѣлить въ этомъ отношеніи, конечно, только простое вліяніе чисто геометрическихъ условій. Но въ этомъ элементарномъ отношеніи его работа была дѣйствительно полна. Ибо, выходя изъ таковой исходной точки, онъ не только доказалъ, что въ однородныхъ массахъ вѣса всегда пропорціональны объемамъ, но онъ и открылъ наилучшій общій способъ измѣренія для каждаго твердаго тѣла того удѣльнаго коэффиціента, который позволяетъ вычислять по основному закону вѣсъ и объемъ тѣла одинъ посредствомъ другого; этимъ способомъ, основаннымъ на его знаменитомъ гидростатическомъ принципѣ, вѣчно будутъ пользоваться физики. Наконецъ, Архимеду же мы, какъ извѣстно, обязаны и основнымъ понятіемъ о центрѣ тяжести, равно какъ и первымъ развитіемъ соотвѣтствующей геометрической теоріи. Уже одно это понятіе немедленно вводитъ всѣ задачи о равновѣсіи твердыхъ вѣсомыхъ тѣлъ въ область раціональной механики. Такимъ образомъ, мы видимъ, что, за исключеніемъ важнаго отношенія вѣса къ массѣ, которое могло быть точно понято только новѣйшими учеными, во всѣхъ другихъ существенныхъ отношеніяхъ слѣдуетъ смотрѣть на Архимеда, какъ на дѣйствительнаго основателя статической барологіи, на сколько она относится къ твердымъ тѣламъ.

Историческая точность заставляетъ, однако, отмѣтить еще одинъ важный законъ, который былъ недостаточно ясенъ во времена Архи-

меда, но былъ выясненъ вскорѣ послѣ него, а именно — законъ, касающійся направленія тяжести; сначала человѣкъ естественно долженъ былъ считать это направленіе вездѣ одинаковымъ; но, какъ показала, наконецъ, Александрійская школа, оно измѣняется отъ одного мѣста къ другому, всегда совпадая съ нормалью къ поверхности земного шара; этимъ существеннымъ открытіемъ мы, очевидно, обязаны астрономіи, ибо она одна давала способы сравненія, способные обнаружить и измѣрить расхожденіе вертикалей.

Что касается равновѣсія вѣсомыхъ жидкостей, то нельзя сказать, чтобы древніе дѣйствительно имѣли о немъ какое бы то ни было правильное представленіе. Ибо прекрасный принципъ Архимеда въ сущности касался только равновѣсія твердыхъ тѣлъ, поддерживаемыхъ жидкостями; это хорошо видно и изъ самаго названія его сочиненія по сему предмету, которое, исходя изъ этого принципа, содержало, впрочемъ, не болѣе какъ удивительный рядъ чисто геометрическихъ изслѣдованій равновѣсія различныхъ тѣлъ строго опредѣленныхъ формъ. Кромѣ того, и самый этотъ принципъ, непосредственное созданіе одного взмаха Архимеда гения, не вытекалъ, какъ нынѣ, изъ точнаго анализа различныхъ давленій жидкости на стѣнки сосуда, анализа, дающаго возможность вычислить все давленіе, посредствомъ котораго жидкость стремится поднять погруженное въ нее твердое тѣло. Поэтому приходится разсматривать теорію равновѣсія вѣсомыхъ жидкостей, какъ принадлежащую въ дѣйствительности новѣйшимъ ученымъ.

Здѣсь при краткомъ разсмотрѣніи совокупности всей теоріи, было бы нелогично снова обсуждать, какъ это часто дѣлается, общіе принципы рачіональной гидростатики, образующей совершенно отдѣльную систему, предварительно изслѣдованную въ предыдущемъ томѣ. Теперь вопросъ можетъ состоять только въ дѣйствительномъ примѣненіи этихъ принциповъ въ данному случаю; единственною основою подраздѣленій, которыя должны быть установлены, могутъ служить только относящіяся къ этому примѣненію физическія понятія, что, наоборотъ, совершенно не годилось бы въ отвлеченной механикѣ.

Во всякомъ случаѣ физикъ дѣйствительно надлежитъ изслѣдовать прежде всего, въ достаточной ли мѣрѣ допустимо то общее опредѣленіе жидкостей, на которое опирается математическая гидростатика. Но физики узнали безъ труда, что ни общій характеръ математической текучести, состоящей въ полной независимости молекулъ другъ отъ друга, ни совершенная несжимаемость, посредствомъ которой геометры опредѣляютъ жидкое состояніе, не суть и даже не могутъ быть строго вѣрными. Взаимное сдѣпленіе жидкихъ молекулъ даетъ себя чувствовать во множествѣ второстепенныхъ явленій, и главные результаты этого сдѣпленія дѣйствительно составляютъ теперь, какъ я сейчасъ покажу, интересный отдѣлъ физики, естественное дополненіе нашего настоящаго изслѣдованія. Что касается сжимаемости жидкостей, то извѣстно, что она долго отрицалась, хотя различныя явленія и въ особенности передача звука черезъ воду указывали на нее съ большимъ правдоподобіемъ; наконецъ, она была непосредственно обнаружена неоспоримыми опытами нѣкоторыхъ современныхъ физиковъ. Тѣмъ не менѣе самыя сильныя наблюдавшіяся давленія производили всегда лишь весьма слабое сжатіе, и мы до сихъ поръ еще вовсе не знаемъ, какому закону слѣдуетъ это явленіе при измѣненіяхъ давленія; это не позволяетъ намъ принимать во вниманіе сгущеніе въ теоріи равновѣсія естественныхъ жидкостей. Но по счастью сама незначительность подобнаго явленія позво-

леть пренебрегать имъ почти во всѣхъ реальныхъ случаяхъ; то же самое относится и къ несовершенной текучести; необходимо только, чтобы масса имѣла извѣстное протяженіе. Тѣмъ не менѣе мы безусловно должны были указать здѣсь на эти два первоначальныхъ и общихъ обстоятельства, изслѣдованіе которыхъ пока мало подвинуто. Устраняя ихъ теперь, мы должны будемъ различать дѣйствительное равновѣсіе вѣсомыхъ жидкостей, смотря потому, касается ли оно массы настолько ограниченной, что всѣ вертикали могутъ быть принимаемы параллельными, а это бываетъ чаще всего, или же, наоборотъ, очень большой массы жидкости, напримѣръ, моря, въ какомъ случаѣ приходится принимать во вниманіе измѣняющееся направленіе силы тяжести.

Естественно, что сначала долженъ былъ разсматриваться одинъ только первый случай; къ нему то въ дѣйствительности исключительно и относятся работы Стевина, съ которыхъ начался настоящій анализъ равновѣсія вѣсомыхъ жидкостей. Въ подобной задачѣ форма поверхности равновѣсія, очевидно, не представляла никакого затрудненія; всѣ усилія должны были сосредоточиться на опредѣленіи давленій, производимыхъ жидкостью, вслѣдствіе ея вѣса, на стѣнкѣ сосуда, ее заключающаго. Руководствуясь принципомъ Архимеда, Стевинъ вполне установилъ правило для вычисленія этихъ давленій, доказавъ сначала, что какова бы ни была форма сосуда, давленіе на горизонтальную стѣнку всегда равно вѣсу жидкаго столба съ такимъ же основаніемъ, доходящаго до поверхности жидкости; затѣмъ онъ привелъ къ этому основному случаю случай давленія на стѣнку, произвольно наклоненную, разлагая ее на горизонтальные элементы, что мы дѣлаемъ и теперь при нашихъ интегрированіяхъ. Такъ было доказано вообще, что давленіе всегда равно вѣсу жидкаго вертикальнаго столба, имѣющаго основаніемъ разсматриваемую стѣнку, а высотой высоту свободной поверхности надъ центромъ тяжести этой стѣнки. На основаніи этого анализъ безконечно малыхъ даетъ возможность безъ труда вычислить давленіе, производимое на произвольно выбранную часть какой угодно кривой поверхности. Самое интересное физическое слѣдствіе этого закона состоитъ въ возможности опредѣленія всего давленія, испытываемаго цѣлымъ сосудомъ; оказывается, что оно всегда и безусловно равно вѣсу содержащейся въ немъ жидкости, что не трудно объяснить, принявъ во вниманіе взаимное уравновѣживаніе горизонтальныхъ составляющихъ противоположно направленныхъ элементарныхъ давленій. Такимъ именно образомъ и былъ вполне разрѣшенъ знаменитый парадоксъ Стевина, относящійся къ тому случаю, когда жидкость производитъ на дно сосуда давленіе, значительно превосходящее ея собственный вѣсъ, что казалось противорѣчіемъ только благодаря вредной путаницѣ, которая вслѣдствіе невниманія въ дѣло приводила къ смѣшенію понятія о давленіи, испытываемомъ дномъ, съ понятіемъ о полномъ давленіи жидкости; при этомъ не принимались во вниманіе боковыя давленія, которые могли стремиться, и въ парадоксальномъ случаѣ дѣйствительно стремились поднять сосудъ и такимъ образомъ отчасти уравновѣсить давленіе на дно, такъ что разность обоихъ усилій въ дѣйствительности всегда была равна вѣсу жидкости. Опыты, произведенные въ этомъ отношеніи различными физиками, были полезны только тѣмъ, что они служили для проверки этихъ важныхъ представлений способами, легко доступными умамъ, незнакомымъ съ математическими изслѣдованіями; эти опыты не играли никакой роли въ самомъ открытіи.

Этотъ общій способъ измѣренія давленій тотчасъ же приводитъ къ полной теоріи равновѣсія плавающихъ тѣлъ, представляющей простое его примѣненіе. Ибо, разсматривая погруженную часть твердаго тѣла, какъ стѣнку, мы сейчасъ же замѣчаемъ, что общее давленіе жидкости, стремящееся поднять это тѣло, эквивалентно вертикальной силѣ, равной вѣсу вытѣсненной жидкости и приложенной къ центру тяжести погруженной части тѣла. Но это правило, которое есть не что иное, какъ принципъ Архимеда, связанный такимъ образомъ съ общими основами гидростатики, немедленно приводитъ изслѣдованіе положеній равновѣсія различныхъ однородныхъ тѣлъ, плавающихъ въ однородныхъ жидкостяхъ, къ простой геометрической задачѣ, такъ хорошо разобранной Архимедомъ: въ тѣлѣ данной формы провести плоскость, разсѣкающую его на двѣ части, центры тяжести которыхъ находились бы на одной и той же прямой линіи, перпендикулярной къ сѣкущей плоскости, и объемы которыхъ находились бы между собою въ заданномъ отношеніи; эта задача можетъ представить только детальныя, хотя подчасъ и большія затрудненія. Единственное дѣйствительно сложное изслѣдованіе по данному вопросу касается условій устойчивости такого равновѣсія, и точнаго анализа колебаній плавающего тѣла вокругъ его устойчиваго положенія, что составляетъ одно изъ самыхъ сложныхъ приложеній динамики твердыхъ тѣлъ. Если бы мы ограничились вертикальными колебаніями центра тяжести, то изслѣдованіе было бы не трудно, потому что легко опредѣлить, какимъ образомъ, всегда стремясь къ возстановленію первоначальнаго состоянія, давленіе увеличивается при погруженіи тѣла и уменьшается при его поднятіи. Но нельзя сказать того же при колебаніяхъ, относящихся къ вращеніямъ, которыя происходятъ при боковой качкѣ или при килевой; теорія ихъ представляла бы однако гораздо большій интересъ для морского искусства. Здѣсь работы геометровъ, которые могутъ справиться съ чрезвычайными математическими трудностями задачи только при условіи пренебреженія сопротивленіемъ и волненіемъ жидкости, становятся по существу чисто математическими упражненіями, хотя подчасъ и весьма остроумными; но для практики они не могутъ дать ни одного цѣннаго указанія, если только мы желаемъ выйти за предѣлы простого общаго независимаго отъ вычисленія анализа явленія. Почти то же самое можно сказать и объ опытахъ, произведенныхъ въ этомъ направленіи различными физиками по просьбѣ нѣкоторыхъ геометровъ.

Разсматривая далѣе равновѣсіе большихъ жидкихъ массъ, составляющихъ бѣльшую часть земной поверхности, мы видимъ прежде всего, что этотъ вопросъ непосредственно примыкаетъ къ общей теоріи формы планетъ, характеризованной въ двадцать пятой лекціи. Но, разсматривая форму поверхности равновѣсія, какъ достаточно извѣстную, и для простоты полагая ее даже сферическою, мы все-таки найдемъ, что дѣйствительный анализъ задачи представляетъ трудности, еще не вполне преодолимыя. Ибо рациональная гидростатика научаетъ здѣсь, что равновѣсіе возможно только при предположеніи одинаковой плотности во всѣхъ точкахъ, равно удаленныхъ отъ центра земли, а это, очевидно, не соответствуетъ дѣйствительности, благодаря неизбѣжной разности температуръ, обуславливающей уже различіемъ положеній этихъ точекъ. Эта теоретическая невозможность строгаго равновѣсія превратила бы задачу въ неподдающееся рациональному

изслѣдованію ученіе о различныхъ теченіяхъ, усложняющееся еще неизвѣстнымъ закономъ температуръ, свойственныхъ различнымъ частямъ массы. Кромѣ того слѣдуетъ еще замѣтить, что природа такого изслѣдованія несомнѣнно потребовала бы, чтобы мы приняли также во вниманіе сжимаемость жидкостей, законъ которой пока еще совершенно неизвѣстенъ, но которая, однако, не можетъ оставаться безъ вліянія въ болѣе глубокихъ слояхъ океана вслѣдствіе громадности давленія, которымъ эти слои подвержены. Итакъ, не удивительно, что столь сложный вопросъ не допускаетъ пока никакого раціональнаго рѣшенія, и что единственныя реальныя познанія наши по сему предмету суть лишь результаты чисто эмпирическихъ изслѣдованій. Но даже эти изслѣдованія, къ тому же собственно не относящіяся къ физикѣ, но къ естественной исторіи земного шара, пока еще чрезвычайно несовершенны; ибо до сихъ поръ, напримѣръ, мы не знаемъ, чему, дѣйствительно, приписать простыя разности уровней различныхъ частей океана, однако, точно констатированныя, но повидимому противорѣчащія основнымъ положеніямъ гидростатики; такова между прочимъ измѣренная около Суэцкаго перешейка разность уровней Средиземнаго и Краснаго морей, или еще болѣе замѣчательная, хотя менѣе значительная разность уровней Великаго океана и Атлантическаго, наблюдаемая у Панамскаго перешейка (<sup>32</sup>).

Теорія приливовъ и отливовъ, разсмотрѣнная въ двадцать пятой лекціи, очевидно, могла бы быть помѣщена и здѣсь, какъ естественное прибавленіе къ той части барологіи, для которой анализъ періодическихъ пертурбацій равновѣсія океановъ составляетъ необходимое дополненіе. Дѣйствительно, весьма вѣроятно, что, когда физическія изслѣдованія достигнутъ той силы и стройности, которыми они должны были бы обладать, и слѣдовательно, когда будутъ они всегда предшествовать надлежащимъ изученіемъ астрономіи, то это ученіе само войдетъ въ область барологіи, которой по существу оно, конечно, и принадлежитъ: разъ дѣло идетъ о земномъ явленіи, то не все ли равно въ сущности, что истинная причина его — небесная?

Теперь слѣдуетъ разсмотрѣть послѣднюю часть статической барологіи, относящуюся къ равновѣсію газовъ, и въ особенности атмосферы, подъ вліяніемъ ихъ вѣса.

Въ этомъ отношеніи физикѣ пришлось преодолѣть прежде всего великое предварительное затрудненіе, не существовавшее по отношенію къ твердымъ и жидкимъ тѣламъ, а именно: открыть вѣсъ той общей среды, въ которой мы живемъ. Дѣйствительно, воздухъ не могъ быть непосредственно взвѣшенъ, какъ жидкость, простымъ сравненіемъ вѣсовъ наполненнаго сосуда и пустаго; ибо сосудъ можетъ быть лишенъ воздуха только при помощи остроумныхъ приемовъ, основанныхъ на знакомствѣ съ тѣмъ же самымъ вѣсомъ атмосферы, правильно анализированномъ въ его главныхъ статическихъ проявленіяхъ. Этотъ вѣсъ могъ быть констатированъ, слѣдовательно, только косвеннымъ путемъ изслѣдованія давленія, которое, въ силу общихъ законовъ равновѣсія жидкостей, должна была производить атмосфера на тѣла, помѣщенныя у ея основанія. Очевидно, что подобное открытіе было невозможно до появленія математической теоріи этихъ давленій, созданной, какъ мы только что видѣли, въ началѣ XVII вѣка трудами Стевина, чрезвычайная важность которыхъ была недостаточно оцѣнена. Но съ другой стороны эта теорія неизбѣжно должна была

привести къ быстрому открытію этого великаго факта, ибо хотя Стевинъ и не имѣлъ въ виду атмосферы, но его анализъ давленій былъ удобно примѣнимъ и къ этому случаю; иной характеръ жидкой массы не могъ этому помѣшать. Итакъ, эпоха открытія разсматриваемой важной истины была, такъ сказать, предназначена; она была задержана только влияніемъ метафизическихъ привычекъ: дѣйствительно, послѣ того, какъ раціональными средствами изслѣдованія были надлежащимъ образомъ приготовлены, оставалось только рѣшиться взглянуть на общее равновѣсіе атмосферы съ положительной точки зрѣнія. Таково и было намѣреніе Галилея въ послѣдніе годы его жизни, намѣреніе такъ удачно выполненное затѣмъ его знаменитымъ ученикомъ Торичелли. Существованіе и величина атмосфернаго давленія сдѣлались неоспоримыми послѣ того, какъ Торичелли открылъ, что эта сила поддерживаетъ различныя жидкости на высотахъ, обратно пропорціональныхъ ихъ плотностямъ. Остроумный опытъ Паскаля вскорѣ утвердилъ всеобщее убѣжденіе, доказавъ съ безусловною очевидностію необходимое уменьшеніе этого давленія по мѣрѣ поднятія въ высшіе слои атмосферы. Наконецъ, прекрасное изобрѣтеніе знаменитаго магдебургскаго бургомистра, представляющее болѣе отдаленное, но неизбѣжное слѣдствіе основнаго открытія Торичелли, дало возможность непосредственнаго доказательства существованія вѣса воздуха, позволивъ произвести пустоту, и слѣдовательно, точно опредѣлить до тѣхъ поръ весьма неточно измѣренный удѣльный вѣсъ окружающаго насъ воздуха. Мы видимъ, какъ эта великая истина, независимо отъ непосредственно присущей ей чрезвычайной важности, немедленно обогатила естественную философію двумя изъ наиболѣе драгоцѣнныхъ средствъ изслѣдованія, коими она вообще владѣетъ: барометромъ и пневматическою машиною. Вообще созданіе и усовершенствованіе инструментовъ наблюденія и опыта въ физикѣ всегда являлось необходимымъ и окончательнымъ результатомъ главныхъ научныхъ открытій, отъ которыхъ исторія ихъ дѣйствительно неотдѣлима: чѣмъ болѣе мы познаемъ природу, тѣмъ лучше мы изслѣдуемъ ее въ новыхъ направленіяхъ, а это должно придавать особую цѣнность новымъ инструментамъ, какъ бы грубъ ни былъ ихъ первоначальный видъ.

Разъ только былъ констатированъ вѣсъ воздуха и газовъ вообще, оставалось выполнить одно послѣднее предварительное условіе, чтобы получить возможность примѣнить къ атмосферному равновѣсію основные законы гидростатики: безусловно необходимо было узнать зависимость между плотностію упругой жидкости и давленіемъ, которое она испытываетъ<sup>(33)</sup>. Въ жидкостяхъ, по крайней мѣрѣ въ томъ случаѣ, если считать ихъ совершенно несжимаемыми, эти два явленія абсолютно независимы другъ отъ друга; но въ газахъ они неизбѣжно связаны; это-то и составляетъ, какъ извѣстно, существенную разницу механическихъ теорій обоихъ родовъ жидкостей<sup>(34)</sup>. Важное открытіе искомой связи было сдѣлано почти одновременно Мариоттомъ во Франціи и Бойлемъ въ Англіи, двумя учеными, въ высокой степени обладавшими истиннымъ талантомъ физика. Естественно было, конечно, предположить прежде всего, что характерная сжимаемость газовъ не зависитъ отъ ихъ плотности; и дѣйствительно эти два знаменитыхъ физика показали въ своихъ опытахъ, что различныя объемы, послѣдовательно занимаемые одною и тою же газообразною массою, съ точностію обратно пропорціональны тѣмъ различнымъ давленіямъ, которыя они испыты-



вають. Этотъ законъ, установленный сначала въ очень тѣсныхъ предѣлахъ, былъ въ послѣднее время весьма тщательно протѣренъ при давленіяхъ, доходившихъ приблизительно до тридцати атмосферъ<sup>(35)</sup>. Итакъ, онъ долженъ былъ быть принятъ за основаніе всей механики газовъ и паровъ. Во всякомъ случаѣ трудно было бы допустить, чтобы онъ былъ математическимъ выраженіемъ дѣйствительности, ибо онъ очевидно эквивалентенъ съ допущеніемъ, что упругія жидкости всегда одинаково сжимаемы, какъ бы сжаты онѣ уже ни были, или, наоборотъ, всегда одинаково способны расширяться, до какого бы расширенія онѣ ни дошли. Но при разсмотрѣніи давленій или очень слабыхъ, или очень сильныхъ и то и другое слѣдствіе представляется по меньшей мѣрѣ весьма невѣроятнымъ: расширенныя до крайнихъ предѣловъ, эти два слѣдствія несомнѣнно привели бы къ уничтоженію въ первомъ случаѣ идеи о газѣ, въ другомъ же случаѣ идеи даже какого бы то ни было тѣла или системы. Итакъ, этотъ законъ можетъ быть только приближеніемъ къ дѣйствительности, достаточно точнымъ только въ извѣстныхъ предѣлахъ, къ счастью охватывающихъ почти всѣ тѣ случаи, которые намъ приходится изучать<sup>(36)</sup>. Не слѣдуетъ, однако, думать, чтобы подобное замѣчаніе исключительно относилось къ этому важному соотношенію. Тоже самое необходимо должно относиться ко всѣмъ случаямъ примѣненія нашихъ отвлеченныхъ идей къ толкованію природы, истинные математическіе законы которой могутъ быть намъ извѣстны только въ формѣ аналогическихъ же приближеній, предѣлы допустимости которыхъ, даже для самыхъ простыхъ и хорошо изученныхъ явленій, лишь болѣе или менѣе раздвинуты. Таковое философское разсужденіе уже было особо отмѣчено по поводу самого закона тяготѣнія въ концѣ двадцать четвертой лекціи, гдѣ я старался показать, какъ неосторожно было бы считать этотъ законъ безусловно примѣнимымъ на всякомъ разстояніи, какъ бы велико или мало оно ни было. Не только всѣ наши реальныя познанія строго ограничены анализомъ явленій и открытіемъ ихъ дѣйствительныхъ законовъ, но даже при такомъ ограниченіи наши изслѣдованія никоимъ образомъ не могутъ придти къ абсолютнымъ результатамъ, и могутъ дать лишь болѣе или менѣе совершенныя приближенія, правда всегда удовлетворяющія нашимъ дѣйствительнымъ потребностямъ: таковъ основной духъ положительной философіи, и я не долженъ бояться слишкомъ частаго повторенія его въ этомъ трудѣ.

По закону Мариотта и Бойля общая теорія атмосфернаго равновѣсія непосредственно входитъ въ область раціональной механики<sup>(37)</sup>. Прежде всего мы видимъ, что атмосфера никогда не можетъ быть въ дѣйствительномъ состояніи строгаго равновѣсія по причинамъ, указаннымъ выше по отношенію къ океану; только вліяніе ихъ здѣсь гораздо рѣзче, потому что теплота гораздо менѣе расширяетъ воду, чѣмъ воздухъ. Тѣмъ не менѣе, оставляя въ сторонѣ эти неизбѣжныя колебанія, необходимо разсмотрѣть частное равновѣсіе весьма тонкаго вертикальнаго столба воздуха, чтобы составить себѣ правильное общее понятіе объ основномъ законѣ уменьшенія плотности и давленія въ различныхъ слояхъ воздуха. Задача не представляетъ никакихъ существенныхъ трудностей, если мы устранимъ тепловыя вліянія; мы видимъ безъ труда, что если бы температура могла быть одинаковою во всѣхъ точкахъ столба, то плотности и давленія уменьшались бы въ геометрической прогрессіи по мѣрѣ: увеличенія высоты въ прогрессіи арифме-

тической; такъ было бы по крайней мѣрѣ, если бы мы пренебрегли почти незамѣтнымъ уменьшеніемъ вѣса воздуха съ высотой, которое, впрочемъ, безъ труда и точно вычисляется. Но и весьма значительное пониженіе температуры атмосферныхъ слоевъ по мѣрѣ ихъ возвышенія на самомъ дѣлѣ должно значительно замедлить это теоретическое измѣненіе, придавая каждому слою большую плотность, чѣмъ соответствуетъ его положенію. Итакъ, изученіе этого важнаго явленія естественно усложняется еще новымъ элементомъ, до сихъ поръ совершенно неизученнымъ, несмотря на нѣкоторыя несовершенныя попытки, а именно: закономъ измѣненія въ вертикальномъ направленіи атмосферныхъ температуръ, закономъ, который, несмотря на весь свой многосторонній интересъ, указанный мною уже по поводу теоріи астрономической рефракціи, быть можетъ, никогда не будетъ удовлетворительно изученъ. Его пытаются обойти, очевидно, крайне грубымъ и по существу неточнымъ путемъ, предполагая для опредѣленія условий равновѣсія опредѣленной части атмосфернаго столба его температуру постоянною и равную средней ариметической между двумя непосредственно наблюдаемыми крайними температурами. Ибо неизвѣстный законъ могъ бы быть таковымъ, что среднее геометрическое или даже какое-нибудь число, очень близкое къ одному изъ двухъ крайнихъ, съ меньшею ошибкою выразило бы истинное состояніе столба, точную картину котораго, впрочемъ, не можетъ дать никакая гипотеза, допускающая вездѣ одинаковую въ немъ температуру.

Введеніе здѣсь теоріи вѣроятностей было бы къ тому же, какъ и во многихъ другихъ случаяхъ, или ребячествомъ, или софизмомъ. Все, что можно было бы сказать разумнаго въ пользу ея употребленія свелось бы въ дѣйствительности къ указанію на согласіе нѣкоторыхъ результатовъ, къ которымъ она приводитъ съ непосредственными наблюденіями; такой аргументъ имѣлъ бы большой вѣсъ, если бы это сравненіе было правильно произведено хоть разъ, въ чемъ однако приходится сомнѣваться. Поэтому слѣдуетъ съ большою осторожностью, и при томъ исключительно за неимѣніемъ геодезическихъ опредѣленій, пользоваться способомъ, предложеннымъ Буге для опредѣленія высотъ посредствомъ барометра; позднѣе формула его была усложнена множествомъ подробностей, сильно измѣнившихъ ея первоначальную простоту и быть можетъ весьма мало увеличившихъ ея дѣйствительную точность, за исключеніемъ развѣ въ отношеніи лучшаго вычисленія коэффициентовъ, опредѣляемыхъ на основаніи однихъ наблюденій. Конечно, этотъ способъ остроумень: главный недостатокъ его именно состоитъ въ чрезмѣрномъ остроуміи, съ которымъ онъ заставляетъ столь простую величину, какъ разстояніе, зависѣть отъ множества другихъ, косвенно являющихся съ нимъ представителями очень сложнаго явленія. Очевидно, однако, что развѣ мы стремимся къ точности, мы не можемъ особенно полагаться на такой косвенный методъ, основанный на предварительномъ предположеніи невозможной атмосферной неподвижности и еще болѣе недопустимой равномерности температуръ. Разсматривая въ достойномъ уваженія трудѣ Рамона длинный рядъ мельчайшихъ предосторожностей, которыхъ требуетъ точное примѣненіе такого приѣма, чтобы онъ могъ приобрести какое нибудь довѣріе, и вслѣдствіе этого нерѣдко огромную продолжительность всей этой операціи, мы видимъ, что это средство въ сущности теряетъ даже и ту легкость, которая составляетъ его главную заслугу, такъ что часто, когда об-

стоятельства позволяют, было бы меньше хлопотъ предпринять непосредственное геодезическое измѣреніе, точность котораго была бы къ тому же гораздо больше. Въ принципѣ, какъ я уже замѣтилъ по другому поводу, всякое измѣреніе тѣмъ менѣе надежно, чѣмъ болѣе косвенно оно производится. Тѣмъ не менѣе, отказываясь отъ всякой параллели между даннымъ способомъ нивеллировки и способомъ геодезическимъ, мы видимъ, что за первымъ сохраняется весьма реальное значеніе, такъ какъ онъ даетъ возможность удобно расширить наши общія познанія о рельефѣ земного шара. Я сожалею только о томъ, что до сихъ поръ провѣрка его не была правильно поставлена. Въ этомъ случаѣ, какъ и во многихъ другихъ болѣе важныхъ, физики до сихъ поръ слишкомъ подчинялись геометрамъ.

Такова въ сущности въ общихъ чертахъ совокупность статической барологіи. Чтобы дополнить ее, слѣдовало бы теперь рассмотреть тѣ важныя измѣненія ея общихъ законовъ, которыя относятся къ случаю малыхъ жидкихъ массъ, и которыя являются, какъ слѣдствіе несовершенной текучести жидкостей и газовъ. Они заключаются въ особенности въ замѣтномъ поднятіи (а иногда и пониженіи) обычной поверхности равновѣсія столбиковъ жидкости, заключенныхъ въ весьма узкихъ трубкахъ; въ газахъ они изучены пока весьма мало. Здѣсь, слѣдовательно, по моему, естественное мѣсто теоріи капиллярности. Нѣкоторые физики уже помѣщали ее такимъ образомъ, но дѣлали это по причинамъ, не зависящимъ отъ природы явленій, а связаннымъ только съ современными способами ихъ объясненія, т. е. въ силу неясной аналогіи между тяжестью, связанною съ всемірнымъ притяженіемъ, и тою молекулярною силою, которой приписываются эти замѣчательныя явленія. Признаюсь, подобное сопоставленіе меня весьма мало интересуетъ, такъ какъ мнѣ кажется, что оно основывается главнымъ образомъ на употребленіи неудачнаго слова притяженіе для обозначенія всеобщаго тяготѣнія. Уничтожьте это произвольное выраженіе, важныя неудобства котораго я уже отмѣтилъ въ двадцать четвертой лекціи, и не будетъ болѣе никакого подобія между тяжестью и капиллярностью, такъ какъ ихъ проявленія въ дѣйствительности прямо противоположны. Итакъ, только потому, что капиллярныя явленія состоятъ въ значительномъ измѣненіи основныхъ законовъ тяжести, мнѣ и кажется, что они должны быть помѣщены здѣсь, какъ естественное и необходимое дополненіе къ барологіи въ собственномъ смыслѣ слова<sup>(38)</sup>.

Что касается сущности этого вопроса, т. е. существующей нынѣ теоріи этихъ явленій, то хотя я и не могу заняться здѣсь ея специальнымъ изслѣдованіемъ, но я долженъ заявить, что несмотря на внушительную внѣшность, которую придалъ ей Лапласъ, выказавъ въ ней столько аналитическаго блеска, она всегда казалась мнѣ мало удовлетворительною, благодаря своему смутному, темному и въ сущности даже произвольному характеру. Клеро, такъ сказать, забавляясь, придумалъ главную идею этого объясненія, самъ не придавая ей большого значенія; Лапласъ, желая придать ей математическое основаніе и точность, которой она не допускала, только яснѣе выразилъ ея недостатки въ глазахъ всѣхъ, кто не увлекается бесполезнымъ алгебраическимъ механизмомъ. Эта таинственная и неопредѣленная сила, очевидно, созданная желаніемъ объяснить явленія, и по самому своему опредѣленію неизбѣжно ускользающая отъ всякаго реального

контроля, — сила, внимательство которой прекращается или снова появляется почти по желанію, — сила, которой придаютъ, или отъ которой отнимаютъ существенныя признаки для того только, чтобы заставить ее соответствовать явленію, — развѣ это дѣйствительно не чистая „сущности“ (entités)? Развѣ эта теорія усовершенствовалась хоть сколько нибудь ученіе о капиллярности, не сдѣлавшее почти никакихъ успѣховъ въ теченіе вотъ уже болѣе полустолѣтія? Главный числовой законъ явленій капиллярности, законъ обратной пропорціональности высотъ подъема діаметрамъ различныхъ трубокъ, былъ хорошо извѣстенъ задолго до этой теоріи, которая сама не произвела ничего подобнаго. Не ослабило ли, наоборотъ, господство этой теоріи въ послѣднее время энергію физиковъ, направленную къ непосредственнымъ изслѣдованіямъ, завѣдомо осужденнымъ къ мало поощряющему пріему въ случаѣ, если бы результаты не подтвердили апалитическихъ предписаній (30)? Если, напримѣръ, мы до сихъ поръ такъ мало знаемъ о вліяніи теплоты и электричества на явленія капиллярности, то не въ этомъ ли слѣдуетъ искать главную причину?

Какъ бы то ни было, реальное изученіе этихъ явленій въ высшей степени интересно само по себѣ. Независимо отъ полезнаго примѣненія его къ увеличенію точности нѣкоторыхъ важныхъ инструментовъ, это ученіе непосредственно занимаетъ весьма выдающееся мѣсто въ естественной философіи, благодаря существенной роли волосности во всѣхъ физиологическихъ явленіяхъ, что и будетъ доказано общимъ изслѣдованіемъ послѣднихъ. Замѣчательныя явленія, открытыя Дютроше и названныя эндосмосомъ и экзосмосомъ, примыкаютъ къ нимъ сами собою: это капиллярное дѣйствіе, разсмотрѣнное въ поверхности, вмѣсто простой линейной капиллярности, до тѣхъ поръ изслѣдовавшейся физиками.

Разсмотримъ теперь во всей ея совокупности вторую главную часть барологіи, а именно ту, которая касается законовъ движенія тяжелыхъ тѣлъ, и прежде всего тѣлъ твердыхъ.

Прекрасное основное наблюденіе, касающееся одинаковости паденія всѣхъ тѣлъ въ пустотѣ, прежде всего безповоротно установило послѣдній элементарный законъ, относящійся къ тяжести, и недоставшій статической барологіи, а именно, необходимую пропорціональность между вѣсомъ и массою. И явленій чистаго равновѣсія могло бы быть вполне достаточно для открытія этого закона, но способомъ, гораздо менѣе убѣдительнымъ: соответственнымъ анализомъ явленій удара, которыя, позволяя непосредственно вычислить отношеніе двухъ массъ, также привели бы къ констатированію тождественности этого отношенія съ отношеніемъ ихъ вѣсовъ. Послѣ этого предварительнаго указанія, мы должны въ особенности изслѣдовать здѣсь открытіе основныхъ законовъ движеній, производимыхъ тяжестью. Ибо не только, исходя отсюда, должна была исторически создаться истинная физика, но и во всѣхъ отношеніяхъ этотъ вопросъ представляетъ намъ самый совершенный примѣръ свойственнаго этой наукѣ способа философскаго мышленія.

Естественное ускореніе при паденіи тяжелыхъ тѣлъ не ускользнуло отъ столь выдающагося генія Аристотеля, наиболѣе близкаго къ положительной философіи изъ всѣхъ философовъ древности, хотя ему же мы обязаны и приведеніемъ въ систему метафизической философіи. Однако незнаніе элементарныхъ принциповъ рациональной ди-

намики, очевидно, не могло въ то время позволить открыть истиннаго закона этого явленія. Гипотеза Аристотели, состоящая въ предположеніи, что скорость возрастаетъ пропорціонально пройденному пространству, могла казаться вѣроятною до тѣхъ поръ, пока не была создана общія теорія переменныхъ движеній. Это-то великое твореніе, вызванное трудностями задачи о паденіи тѣлъ, и составляетъ безсмертную славу великаго Галилея. Эта теорія, указанная въ первомъ томѣ настоящаго труда, немедленно обнаруживаетъ нелѣпность гипотезы Аристотели; посредствомъ весьма элементарнаго интегрированія она показываетъ съ полною очевидностію, что подобный законъ движенія соотвѣтствовалъ бы предположенію, что сила тяжести во время паденія постепенно увеличивается пропорціонально пройденному пространству. Чтобы на основаніи общей теоріи приступить къ открытію истиннаго закона, Галилей естественно долженъ былъ предположить, что тяжесть всегда сохраняетъ одно и то же напряженіе, и такимъ образомъ онъ открылъ, что скорость и пространство неизбѣжно должны быть пропорціональными, первая — протекшему времени, а второе — его квадрату. Экспериментальная провѣрка могла быть произведена двумя одинаково убѣдительными способами, указанными Галилеемъ: или непосредственнымъ наблюденіемъ обыкновеннаго паденія, или же произвольнымъ замедленіемъ паденія посредствомъ достаточно наклоненной плоскости, при чемъ, если приняты всѣ необходимыя предосторожности для уменьшенія тренія, основной законъ движенія не долженъ измѣниться. Позднѣе Атвудъ придумалъ чрезвычайно остроумный приборъ, позволяющій произвольно замедлять паденіе, оставляя его при этомъ вертикальнымъ. Онъ достигъ этого тѣмъ, что заставилъ малую массу перемѣщать очень большую, что позволяетъ удобно и всесторонне провѣрять законы Галилея.

Изъ безчисленнаго множества возраженій, вызванныхъ сначала появленіемъ этого великаго открытія, единственнымъ заслуживающимъ въ настоящее время хоть какого нибудь вниманія было возраженіе Баліани, предполагавшаго замѣнить законъ Галилея гипотезою, мало отличною отъ него по вѣншности, но недопустимою по существу. Пространства, проходимыя тѣлами въ послѣдовательныя секунды, должны въ дѣйствительности возрастать, какъ рядъ нечетныхъ чиселъ, и въ такой именно формѣ Галилей и представилъ свой законъ. Но Баліани хотѣлъ замѣнить эту прогрессію натуральнымъ рядомъ всѣхъ цѣлыхъ чиселъ. Въ эпоху, когда динамика была еще такъ мало известна, подобный споръ былъ вполне возможенъ, и, дѣйствительно, споръ тянулся бы долго, если бы не обратились къ опыту, который сейчасъ же и осудилъ теорію Баліани. Ибо, дѣйствительно, какъ и гипотеза Галилея, эта гипотеза соотвѣтствуетъ допущенію постоянной напряженности. Единственная черта, существенно отличающая обѣ гипотезы другъ отъ друга, состоитъ въ томъ, что по Галилею при достаточно маломъ промежуткѣ времени скорость можетъ быть сколь угодно мала, тогда какъ по Баліани, независимо отъ протекшаго времени, всегда существовалъ бы весьма ощутительный *minimum* скорости, которая должна была бы быть мгновенно сообщаемая тѣлу съ самаго начала движенія. Безъ сомнѣнія этого было бы достаточно для немедленнаго опроверженія подобной гипотезы, если бы съ самаго начала могла быть ясно сознаана правильность такого изъ нея математическаго вывода.

Благодаря этому одному закону Галилея, всѣ задачи, относящіяся къ движенію вѣсомыхъ тѣлъ, немедленно входятъ въ область рациональной динамики, возникновеніе которой во многихъ важныхъ направленіяхъ было вызвано въ XVII вѣкѣ этими задачами такъ же точно, какъ въ XVIII вѣкѣ вопросами небесной механики было вызвано ея общее развитіе. Что касается поступательнаго движенія свободнаго тѣла въ пространствѣ, то изученіемъ его мы обязаны по существу самому Галилею, создавшему теорію криволинейнаго движенія снарядовъ при условіи пренебреженія сопротивленіемъ воздуха. Неоднократно возобновлявшіяся съ тѣхъ поръ попытки геометровъ принять во вниманіе это сопротивленіе до сихъ поръ не привели еще ни къ какому удовлетворительному физическому результату. Во всякомъ случаѣ важно отмѣтить здѣсь, насколько строго согласовались въ этихъ работахъ съ духомъ здравой теоріи гипотезъ, ограничиваясь только предположеніемъ математическаго закона сопротивленія среды по отношенію къ скорости; ибо до сихъ поръ еще не существуетъ, а быть можетъ и никогда не явится возможности открыть этотъ законъ рационально, на основаніи однихъ только принциповъ гидродинамики, самую трудную задачу которой и составляетъ подобное изслѣдованіе. Дѣйствительно, такое предположеніе по самой природѣ чрезвычайно легко допускаетъ экспериментальную проверку, которая не можетъ оставить никакихъ сомнѣній; такимъ то путемъ и было послѣдовательно признано несовершенство всѣхъ предлагавшихся до сихъ поръ по этому поводу гипотезъ, начиная съ Ньютона, которому мы обязаны первою и наиболѣе употребительною. Рациональное построеніе этихъ предположеній представляетъ само по себѣ большія трудности, заключающіяся въ примиреніи двухъ повидимому противорѣчивыхъ и тѣмъ не менѣе одинаково необходимыхъ условій: сопротивленіе должно постоянно убывать при неопредѣленномъ уменьшеніи скорости, и все-таки законъ долженъ быть таковъ, чтобы начальная скорость движущагося тѣла въ концѣ концовъ могла совершенно уничтожиться, единственно благодаря постепенному вліянію сопротивления. Последнее изъ этихъ двухъ общихъ указаній очевидно требуетъ присутствія постояннаго члена въ алгебраическомъ выраженіи этого закона, между тѣмъ какъ первое, повидимому, непременно его исключаетъ. Какъ бы ни была велика польза непосредственныхъ экспериментальныхъ изслѣдованій, предметомъ которыхъ былъ этотъ трудный вопросъ, до сихъ они не дали еще никакихъ вполне удовлетворительныхъ результатовъ. Наконецъ, нѣкоторые новѣйшія наблюденія еще болѣе поколебали даже основныя представленія, хотя въ будущемъ они, быть можетъ, и способны представить весь вопросъ въ новомъ свѣтѣ; эти наблюденія показали, что, когда скорости становятся очень большими, онѣ могутъ возрастать, не увеличивая при этомъ сопротивленій. Это важное указаніе однако не можетъ быть принято безъ новаго и тщательнаго изслѣдованія. Итакъ, въ заключеніе можно сказать, что изученіе дѣйствительнаго движенія снарядовъ пока еще чрезвычайно несовершенно.

Что касается движеній, производимыхъ тяжестью въ несвободномъ тѣлѣ, то единственный случай, который слѣдуетъ разобрать, это тотъ, когда тѣло принуждено двигаться по нѣкоторой данной кривой; этотъ случай составляетъ общую задачу о маятникахъ, теорія котораго, цѣлкомъ созданная Гюйгенсомъ, представляетъ, какъ приложеніе

раціональной механики, лишь небольшія аналитическія трудности, если мы пренебрегаемъ сопротивленіемъ среды. Эта прекрасная теорія возбудила при своемъ появленіи значительный практическій интересъ, какъ основаніе самаго совершеннаго способа измѣренія времени. Въ этомъ отношеніи я указалъ уже въ двадцатой лекціи, какъ Гюйгенсъ, признавъ, что строго изохронны только циклоидальныя колебанія, путемъ значительнаго уменьшенія амплитудъ дошелъ до замѣны ихъ круговыми колебаніями, которыя одни только реально допустимы. При такомъ условіи продолжительность колебаній зависитъ только отъ длины простаго маятника и отъ напряженія силы тяжести; она пропорціональна квадратному корню изъ числоваго отношенія этихъ двухъ величинъ.

Независимо отъ большого значенія его для хронометріи, этотъ важный законъ Гюйгенса далъ два общихъ слѣдствія, весьма существенныхъ для прогресса барологіи. Во-первыхъ, маятникъ позволилъ Ньютону провѣрить пропорціональность вѣсовъ массамъ тѣлъ съ гораздо большею точностью, чѣмъ это можно было сдѣлать, основываясь на упомянутомъ выше паденіи тѣлъ въ пустотѣ. Ибо если бы не было этой пропорціональности, или, что то же самое, если бы тяжесть дѣйствовала различно на различныя тѣла, то это различіе непремѣнно должно было бы весьма ощутительно проявиться въ неодинаковости продолжительности колебаній маятниковъ одинаковой длины, сдѣланныхъ для сравненія изъ разныхъ веществъ. Но опытъ показываетъ здѣсь, наоборотъ, поразительное согласіе, даже въ самыхъ противоположныхъ случаяхъ, если только они подбираются такъ, чтобы вліяніе сопротивляющейся среды оставалось неизмѣннымъ; а это легко достигается указанными Ньютономъ мѣрами предосторожности. Итакъ, сила тяжести одинакова для всѣхъ тѣлъ.

Во-вторыхъ маятникъ далъ намъ возможность опредѣлить измѣненіе напряженности этой общей силы тяжести на разныхъ разстояніяхъ отъ центра земли, согласно требованію, предъявляемому основною теоріею тяготѣнія. Дѣйствительно, достаточно было обратить вниманіе на неоспоримую разницу длины секунднаго маятника въ различныхъ мѣстахъ, чтобы съ полнымъ правомъ математически заключить о неравенствѣ соотвѣтствующихъ силъ тяжести, прямо пропорціональныхъ соотвѣтствующимъ длинамъ. Затѣмъ остается еще выдѣлать изъ этого опытнаго результата часть, зависящую отъ центробѣжной силы, легко опредѣляющаяся по широтѣ мѣста, чтобы получить точное измѣненіе самой силы тяжести. Благодаря примѣненію этого принципа, и умножаясь съ каждымъ днемъ наши свѣдѣнія о величинѣ силы тяжести въ различныхъ точкахъ земнаго шара, а вмѣстѣ съ тѣмъ, какъ косвенное слѣдствіе, указанное мною въ двадцать пятой лекціи, и наши свѣдѣнія объ истинной фигурѣ земли.

Во всѣхъ этихъ различныхъ отдѣлахъ динамической барологіи твердыя тѣла разсматриваются, какъ простыя точки, назависимо отъ ихъ размѣровъ. Но всѣ эти задачи слѣдуетъ продѣлать теперь вновь, присоединивъ къ нимъ новый разрядъ трудностей, а именно, принявъ во вниманіе различныя частицы, изъ которыхъ въ дѣйствительности состоитъ тѣло. Въ этомъ отношеніи вопросъ о свободномъ движеніи неизбѣжно вовлекъ бы насъ въ ту совокупность трудныхъ и запутанныхъ изслѣдованій, которыя характеризуютъ въ отвлеченной динамикѣ анализъ вращеній даже для самаго простаго случая вращенія

въ пустотѣ, который здѣсь совершенно не зависѣлъ бы отъ дѣйствія тяжести: къ счастью, эта сторона задачи въ дѣйствительности не имѣетъ большого значенія въ вопросѣ о полетѣ нашихъ снарядовъ. По отношенію къ маятнику эта трудность сводится къ опредѣленію законовъ, по которымъ различныя точки тѣла, въ силу существующихъ между ними связей, должны вліять на неодинаковыя продолжительности соотвѣтствующихъ имъ колебаній для того, чтобы совокупность ихъ могла колебаться, какъ одна единственная точка, идеальная или реальная. Законъ этотъ, открытый Гюйгенсомъ и выведенный затѣмъ болѣе рационально Яковомъ Бернули, легко приводитъ сложный маятникъ къ изученному уже простому, если извѣстенъ моментъ инерціи тѣла. Онъ даетъ понятное объясненіе новаго средства измѣненія продолжительности колебаній путемъ измѣненія только одного распределенія колеблющейся массы. Такимъ именно образомъ ученіе о маятникахъ и связывается со всѣми существенными вопросами общей динамики твердыхъ тѣлъ. Хотя сопротивление воздуха и оказываетъ здѣсь гораздо меньшее вліяніе, чѣмъ при полетѣ снарядовъ, тѣмъ не менѣе оно должно быть принято въ соображеніе и здѣсь, дабы придать этому драгоцѣнному прибору всю точность, къ которой онъ способенъ. Попытки эти могли быть здѣсь гораздо удачнѣе, въ особенности послѣ точнаго экспериментальнаго сравненія, весьма разумно произведеннаго недавно Бесселемъ, между дѣйствительными колебаніями, неизобѣжно находящимися подъ вліяніемъ сопротивленія среды, и теоретическими, относящимися къ случаю колебанія въ пустотѣ; и дѣйствительно, переходъ отъ одного случая къ другому совершается теперь гораздо точнѣе и легче, чѣмъ прежде.

Принимая въ соображеніе огромныя и основныя трудности, представляемыя, какъ было доказано въ философіи математики, отвлеченною гидродинамикою, мы не удивимся тому, что часть динамической барологіи, относящаяся къ жидкостямъ, по крайней мѣрѣ съ рациональной точки зрѣнія, еще до сихъ поръ такъ несовершенна. Прежде всего случай газа и въ особенности воздуха былъ почти совершенно оставленъ безъ вниманія, — такъ глубоко сознавалась невозможность дѣйствительно съ нимъ справиться. Что же касается жидкостей, то до сихъ поръ удовлетворительно разобрано въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ только истеченіе ихъ черезъ очень малыя отверстія въ днѣ или въ стѣнкѣ сосуда, т. е. движеніе чисто линейное; математическое изслѣдованіе его было произведено Данииломъ Бернули на основаніи его знаменитой гипотезы параллельности слоевъ. Главный его результатъ состоялъ въ доказательствѣ правила, эмпирически предложеннаго Торичелли, и указывавшаго, что скорость жидкости въ отверстіи равна скорости, которую приобрѣло бы тяжелое тѣло, если бы оно упало съ высоты, равной высотѣ уровня жидкости въ сосудѣ. Но это правило даже при сохраненіи полной неизмѣнности уровня могло быть согласовано съ результатами наблюденій, только благодаря остроумному въ своемъ родѣ предположенію, подсказанному особеннымъ явленіемъ, *sжатіемъ* жидкой струи. Случай перемѣннаго уровня едва затронуть, а случай, когда приходится принимать во вниманіе форму и размѣры отверстія, и тѣмъ болѣе. Что же касается движенія о двухъ измѣненіяхъ и въ особенности общаго движенія по всѣмъ направленіямъ, всегда существующаго въ большей или меньшей сте-



пени, то теорія ихъ находится въ совершенно младенческомъ состояніи, хотя она и была предметомъ весьма обширныхъ математическихъ работъ, изъ которыхъ нѣкоторые и имѣютъ выдающееся отвлеченное значеніе. Въ послѣднее время Коранса (Coransez) сдѣлалъ весьма почтенную попытку примѣнить къ этому трудному изслѣдованію тѣ общія усовершенствованія, которыя Фурье ввелъ въ математическій анализъ при разработкѣ своей термодической теоріи.

Результаты экспериментальныхъ изслѣдованій, къ тому же слишкомъ малочисленныхъ и въ особенности слишкомъ непослѣдовательныхъ, не многимъ болѣе удовлетворительны, если не считать тѣхъ, которые относятся къ нѣкоторымъ числовымъ даннымъ. Вообще они были понимаемы въ духѣ, слишкомъ подчиненномъ математическимъ теоріямъ, провѣркою которыхъ они обыкновенно и служили. Но отвлеченные случаи, разсматриваемые геометрами, обыкновенно въ столь многомъ отличны отъ реальныхъ, что ихъ сопоставленіе само по себѣ представляетъ чрезвычайныя трудности и въ большинствѣ случаевъ довольно сомнительно; ибо среди обстоятельствъ, которыми пренебрегаетъ теорія, чрезвычайно трудно отличить тѣ, которыя и производятъ главнымъ образомъ наблюдаемыя отклоненія. Слѣдуетъ ли отнести ихъ къ несовершенной текучести жидкости, или къ тренію ея о стѣнки сосуда, или къ вихревымъ движеніямъ, возникающимъ внутри жидкой массы, и т. д. Обыкновенно всѣ эти вопросы остаются нерѣшенными. Тѣмъ не менѣе въ рукахъ физиковъ, умѣющихъ цѣнить истинное значеніе математическихъ теорій, и не преувеличивающихъ ихъ значеніе, эта важная отрасль барологіи могла бы извлечь большую пользу изъ рациональной системы экспериментированія. Но необходимо, что-бы опыты производились съ большимъ талантомъ и болѣе независимо, дабы они могли освѣтить многочисленные вопросы, не затрогиваемые теоріею. Несовершенство этой части науки становится весьма ощутительнымъ, когда попытаются согласовать ее съ великими естественными явленіями и не только общими движеніями океана или атмосферы, рациональное изслѣдованіе которыхъ должно считаться пока слишкомъ мало доступнымъ, а даже съ движеніями рѣкъ и каналовъ, теорія которыхъ не превзошла еще той степени глубины и точности, при которыхъ въ половинѣ предпослѣдняго столѣтія оставилъ ее мудрый Гульельмини (Guglielmini).

Таковы общія чрезвычайно бѣглыя соображенія относительно послѣдовательно разсмотрѣнныхъ главныхъ частей барологіи, которыми я долженъ здѣсь ограничиться. Мнѣ кажется, что этого достаточно, чтобы выяснитъ ихъ истинный смыслъ, а также современное состояніе каждой изъ нихъ и характеръ возможнаго для нихъ прогресса. Хотя мы и признали эту вѣтвь физики весьма несовершенною во многихъ отношеніяхъ, тѣмъ не менѣе она не только самая чистая, но и самая богатая; въ ней мы неоднократно замѣчали такую степень рациональности и стройности, отъ которой далеки другія части науки. Несовершенство ея по существу даже относительное, и представляется намъ отъ того, что мы естественно ищемъ въ ней почти астрономическую точность, которая гораздо труднѣе достижима здѣсь, чѣмъ въ небесныхъ явленіяхъ, и которой мы не осмѣлились бы требовать отъ остальныхъ частей физики. Барологія издавна вполне достигла состоянія окончательной положительности; въ ней нѣтъ ни одного отдѣла,

который не былъ бы по крайней мѣрѣ затронуть; всѣ общіе способы изслѣдованія были послѣдовательно введены и примѣнены къ ней, и такимъ образомъ ея будущіе успѣхи по существу зависятъ отнынѣ только отъ болѣе полнаго согласованія между этими различными способами и въ особенности отъ болѣе однороднаго и тѣснаго соединенія математическаго генія съ геніемъ физическимъ.

## ТРИДЦАТАЯ ЛЕКЦІЯ.

### Обція разсужденія о физической термологіи (<sup>40</sup>).

Послѣ явленій тяготѣнія явленія теплоты несомнѣнно самыя универсальныя изъ всѣхъ физическихъ явленій. Роль ихъ въ общей экономіи земной природы какъ живой, такъ и мертвой, столь же важна, какъ и роль явленій тяготѣнія, главными антагонистами которыхъ они обыкновенно являются. Если въ геометрическомъ или механическомъ изслѣдованіи реальныхъ тѣлъ особенно преобладаетъ изслѣдованіе тяготѣнія, то въ свою очередь вліяніе теплоты становится преобладающимъ, какъ только мы приступаемъ къ изслѣдованію болѣе глубокихъ измѣненій, касающихся или агрегатнаго состоянія, или внутренняго строенія молекулъ; наконецъ, жизнь по существу подчинена этому вліянію. Что же касается воздѣйствія человѣка на природу, то оно и состоитъ главнымъ образомъ въ разумномъ пользованіи теплотою. Такимъ образомъ послѣ барологіи ни одна часть физики не могла бы больше термологіи заслужить вниманіе умовъ, имѣющихъ въ виду всю совокупность естественной философіи. Первые термологическія наблюденія, предпріятыя съ научною цѣлью, почти столь же древни, какъ и открытія Стевина и Галилея относительно тяжести; ибо первоначальное изобрѣтеніе термометра относится, какъ извѣстно, къ началу XVII вѣка, а знаменитая академія del Cimento во все время своего слишкомъ кратковременнаго существованія не переставала съ настойчивостью и усердіемъ заниматься ученіемъ о теплотѣ. Тѣмъ не менѣе неоспоримо, что вслѣдствіе болѣе сложной ея явленій, термологія всегда была сильно позади барологіи. Въ концѣ XVII вѣка она была еще столь мало подвинута, что даже термометрическія показанія не были сравнимы между собою вслѣдствіе того, что не были установлены двѣ постоянныя точки, необходимость которыхъ была указана тогда Ньютономъ. Но это относительное несовершенство становится еще гораздо болѣе опутительнымъ, если мы обратимъ особое вниманіе на противоположный характеръ изслѣдованій, предметами которыхъ были тогда эти двѣ вѣтви физики. Тогда какъ въ барологіи физики давно уже совершенно отказались отъ разгадыванія внутренней природы и способовъ возникновенія явленій, и ограничились открытіемъ естественныхъ законовъ путемъ рациональнаго наблюденія, въ болѣе трудномъ

ученіи о теплотѣ они считали достойными своего вниманіи только химерическія попытки разгадать природу огня, попытки, въ которыхъ факты играли только, такъ сказать, случайную роль. Мы видимъ, какъ еще почти въ срединѣ прошлаго столѣтія Парижская Академія Наукъ удостоивала по сему вопросу наградъ диссертациі, метафизическія по существу, изъ которыхъ одна, написанная впрочемъ съ замѣчательнымъ талантомъ, принадлежала совмѣстной работѣ Вольтера и г-жи дю-Шатле (du Châtelet). Только во второй половинѣ того же столѣтія, когда всѣ главныя части барологіи были уже почти такъ же развиты, какъ и теперь, термолוגія начала пріобрѣтать истинно научный характеръ, благодаря счастливому толчку, данному главнымъ образомъ капитальнымъ открытіемъ Блэка. Съ тѣхъ поръ анализъ явленій и разъясненіе ихъ соотношеній все болѣе и болѣе начали привлекать вниманіе физиковъ, въ концѣ концовъ сдѣлавшихъ ихъ главнымъ предметомъ своихъ работъ. Однако же они еще не вполне отказались отъ первоначальныхъ гипотезъ о причинѣ и сущности огня: но они подчинили примѣненіе этихъ гипотезъ самому изслѣдованію явленій, для облегченія котораго и предназначены по ихъ словамъ эти фиктивные представленія. Но для всякаго, кто надлежащимъ образомъ прослѣдилъ это историческое движеніе, подобная перемѣна ролей представляеть для когда-то царившихъ гипотезъ несомнѣнный признакъ окончательнаго и близкаго ихъ паденія. Огромное вліяніе трудовъ знаменитаго Фурье, конечно, должно значительно ускорить естественное развитіе здѣсь здоровой философіи, какъ я уже указалъ въ предпоследней лекціи (41). Несомнѣнно, дѣйствительно, что изъ всѣхъ отраслей физики, заполоненныхъ еще этимъ противонаучнымъ духомъ, термолוגія въ настоящее время ближе всего къ тому, чтобы совершенно ускользнуть отъ его вліянія. Это важное событіе даже будетъ ускорено тѣмъ возбудженіемъ, которое съ начала этого столѣтія вызывается столкновеніемъ двухъ главныхъ гипотезъ о сущности теплоты, и которое одинаково роняетъ ихъ въ глазахъ наиболѣе рациональныхъ физиковъ.

Изъ всѣхъ отраслей физики, къ которымъ приложимъ математическій анализъ, ученіе объ общихъ законахъ теплоты рѣзко выдѣляется особенностью характера, который представляеть намъ въ настоящее время это приложеніе. Правда, какъ я указалъ уже въ прошлой лекціи, въ барологіи этотъ анализъ исполняетъ роль, совершенно рациональную, но введеніе его не представляло въ этомъ случаѣ никакой особенной трудности, ибо послѣ того, какъ физическія основы были открыты, теорія тяжести сама собою вошла въ область рациональной механики; то же самое, хотя и въ меньшей степени можетъ относиться и къ акустикѣ. Въ электрологіи, а въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ даже и въ оптикѣ пытались дѣйствовать аналогичнымъ способомъ, т. е. примѣнять математическій анализъ, сводя вопросы къ простымъ изслѣдованіямъ общей механики, но это оказалось выполнимымъ только на основаніи произвольныхъ гипотезъ о воображаемыхъ флюидахъ и эфирахъ, что въ корнѣ сдѣлало такое примѣненіе обманчивымъ (42). Аналитическая теорія теплоты (43), наоборотъ, обладаетъ столь же удовлетворительнымъ научнымъ характеромъ, какъ и ученія о тяжести и о звукѣ; и тѣмъ не менѣе она не могла быть разсматриваема, какъ часть отвлеченной механики, если только не желали основывать ее на подобныхъ же химерахъ, чего въ совершенствѣ избѣжалъ ея знаменитый основатель. Итакъ эта теорія потребовала особой непосред-

ственной концепціи, а также не менѣе новаго анализа. Чтобы лучше выяснить эти основныя свойства, я посвящу слѣдующую лекцію исключительно философскому изслѣдованію математической термологии (\*), а въ этой лекціи я ограничусь только разсмотрѣніемъ чисто физическаго ученія о теплотѣ; къ тому же это, очевидно, послужитъ необходимою основою и естественнымъ введеніемъ въ ея математическое изслѣдованіе.

Въ зависимости отъ явленій, которыя она разсматриваетъ, физическая термология рационально распадается на двѣ рѣзко различающіяся, хотя и тѣсно связанныя между собою части: въ первой изслѣдуются законы термولوجическаго дѣйствія въ собственномъ смыслѣ слова, т. е. дѣйствіе тѣлъ другъ на друга, ведущее къ измѣненію соответствующихъ имъ температуръ, при чемъ не обращается вниманія на происходящія вслѣдствіе этого измѣненія въ другихъ отношеніяхъ. Вторая часть, наоборотъ, состоитъ въ изслѣдованіи этихъ измѣненій, т. е. тѣхъ варіацій или даже превращеній, которыя можетъ испытывать физическое строеніе тѣлъ вслѣдствіе измѣненій ихъ температуры; она останавливается на той ступени, когда эти варіаціи начинаютъ захватывать и молекулярное строеніе и такимъ образомъ переходятъ въ область химіи \*). Разсмотримъ прежде всего первый рядъ явленій, анализъ которыхъ сводится къ теоріи нагрѣванія и охлажденія.

Между двумя тѣлами, температуры которыхъ равны и при томъ произвольны, никогда не происходитъ никакого термولوجическаго дѣйствія. Дѣйствіе начинается, какъ только по какой бы то ни было причинѣ температуры становятся неравными. Разсматриваемое вообще, это дѣйствіе состоитъ въ томъ, что болѣе теплое тѣло повышаетъ температуру болѣе холоднаго, а это послѣднее понижаетъ температуру перваго, такъ что взаимодѣйствіе ихъ стремится установитъ болѣе или менѣе быстро нѣкоторую общую температуру, промежуточную между двумя первоначальными. Хотя въ большинствѣ случаевъ это окончательное состояніе и не одинаково удалено отъ двухъ крайнихъ, тѣмъ не менѣе въ такого рода явленіяхъ дѣйствіе, правильно разсмотрѣнное, строго равно противодѣйствію. Изслѣдуемъ теперь вкратцѣ главные законы этихъ явленій, освободивъ ихъ отъ всякаго вмѣшательства произвольныхъ гипотезъ, которыми еще пытаются ихъ объяснить, но которыя въ дѣйствительности только затемняютъ понятія и усложняютъ изслѣдованіе \*\*).

Для этого, по мнѣнію всѣхъ физиковъ, слѣдуетъ различать два существенныхъ случая, въ зависимости отъ того, происходитъ ли тер-

\*) Часто допускается существованіе еще и третьей части, во всякомъ случаѣ гораздо менѣе рѣзко выдѣляющейся и относящейся къ источникамъ тепла и холода. Но если исключить химическіе источники, т. е. самыя главные, то эта часть входитъ по существу въ двѣ другія; исключить слѣдуетъ только случай развитія теплоты треніемъ, изслѣдованіе котораго пока еще очень несовершенно (\*\*).

\*\*\*) Это стремленіе къ „сущностямъ“ въ настоящее время хотя и сильно ослабленное, еще такъ значительно у большинства современныхъ физиковъ, что въ началѣ этого столѣтія въ термологии чуть было окончательно не допустили существованія двухъ воображаемыхъ флюидовъ, какъ въ электрологіи: одного для тепла, другого для холода; поводомъ послужили явленія, извѣстныя подъ именемъ *отраженія холода*; первоначально плохо изслѣдованныя, они, казалось, не допускали удовлетворительнаго объясненія при помощи одного только флюида, которымъ въ концѣ концовъ всетаки удовольствовались.

мологическое дѣйствіе тѣлъ другъ на друга на болѣе или менѣе значительномъ разстояніи или при непосредственномъ ихъ соприкосновеніи. Первый случай составляетъ то, что называется лучеиспусканіемъ теплоты.

Непосредственный обмѣнъ теплоты между двумя совершенно изолированными другъ отъ друга тѣлами былъ долго отрицаемъ физиками, считавшими воздухъ или какую бы то ни было другую среду необходимыми посредниками такой передачи. Но въ настоящее время онъ неоспоримъ, ибо термодогическое дѣйствіе совершается даже въ пустотѣ, не говоря уже о томъ, что незначительная плотность и слабая теплопроводность воздуха, очевидно, не могли бы одни объяснить явленій, наблюдаемыхъ въ большинствѣ обыкновенныхъ случаевъ. Это дѣйствіе такъ же, какъ и тяготѣніе, безъ сомнѣнія, распространяется чрезъ всякія разстоянія, согласно съ тѣмъ основнымъ сопоставленіемъ этихъ двухъ великихъ явленій, которое указалъ Фурье: ибо въ настоящее время мы можемъ считать, что различныя свѣтила нашего міра оказываютъ въ этомъ отношеніи ощутительное вліяніе другъ на друга; даже сама температура, свойственная нашей солнечной системѣ, по видимому, должна быть приписана по существу тому термометрическому равновѣсію, къ которому стремятся всѣ части міра.

Первый общій законъ, относящійся къ этому дѣйствію, состоитъ въ томъ, что распространеніе его всегда прямолинейное. Этотъ то важный фактъ и старались выразить по гипотезѣ теплового флюида терминомъ „лучеиспусканіе“, указывающимъ на путь тепловыхъ молекулъ, и перенесеннымъ затѣмъ въ гипотезу эфира, гдѣ этотъ терминъ обозначаетъ линейные ряды колебаній. Но законъ, самъ по себѣ, совершенно независимъ отъ того или другого предположенія, и очень важно освободить его отъ нихъ, дабы отягчить отъ столь существенной физической истины метафизическую внѣшность произвольнаго предположенія. Это нисколько не помѣшаетъ намъ сохранить полезное выраженіе „тепловой лучъ“ при условіи, что мы строго ограничимъ его значеніе тою прямою, вдоль которой двѣ точки дѣйствуютъ термодогически одна на другую; тогда оно становится отвлеченнымъ и сжатымъ выраженіемъ простаго общаго факта, столь богатаго важными слѣдствіями: по такой именно прямой и должны быть расположены поглощающія теплоту тѣла, если хотимъ помѣшать этому взаимодѣйствію.

Эта лучистая теплота, подобно свѣту, можетъ отражаться и при томъ по тому же самому правилу, т. е. подъ угломъ отраженія, равнымъ углу паденія, что доказывается прекраснымъ опытомъ съ параболическими зеркалами. Когда она соединена со свѣтомъ, она по видимому испытываетъ одинаковыя съ нимъ преломленія, за исключеніемъ нѣкоторыхъ важныхъ отличій, которыя будутъ указаны ниже: но вслѣдствіе того, что трудно удовлетворительно отдѣлать теплоту, просто прошедшую чрезъ промежуточное тѣло, отъ той, которая есть слѣдствіе этого же тѣла, мы, въ дѣйствительности, не знаемъ, можно ли сказать то же самое по отношенію къ теплотѣ темной (<sup>46</sup>).

Термодогическое дѣйствіе, непосредственно производимое двумя тѣлами другъ на друга, зависитъ, конечно, отъ ихъ взаимнаго разстоянія, ослабѣвая по мѣрѣ увеличенія этого разстоянія. Это уменьшеніе по видимому происходитъ даже быстрѣе, чѣмъ увеличивается разстояніе: но истинный законъ его еще не извѣстенъ. Обыкновенно предполагается, что уменьшеніе обратно пропорціонально квадрату

разстоянія. Можно однако думать, что этотъ законъ есть скорѣе плодъ воображенія, чѣмъ наблюденія, и былъ созданъ или для того, чтобы получить законъ, аналогичный закону тяготѣнія, или скорѣе, какъ слѣдствіе метафизическаго изслѣдованія абсолютнаго закона какихъ угодно истеченій. До сихъ поръ еще никто не предпринималъ и не производилъ правильныхъ систематическихъ опытовъ для непосредственнаго рѣшенія этого вопроса, отъ приговора надъ которымъ разумно воздержался Фурье, и который, конечно, не можетъ быть разрѣшенъ столь неосновательными предположеніями (<sup>47</sup>).

Другое общее условіе этого термологическаго дѣйствія заключается въ направленіи лучеиспусканія, рассматриваемомъ по отношенію къ поверхности какъ нагрѣвающего тѣла, такъ и нагрѣваемого. Опыты Лесли, вполне подтвержденные, какъ это будетъ показано въ слѣдующей лекціи, и математическою теоріею лучистой теплоты, показали, что и въ томъ, и въ другомъ отношеніи напряженность дѣйствія тѣмъ больше, чѣмъ ближе лучи къ той или другой нормали, и измѣняется она пропорціонально синусу угла, образуемаго лучами съ каждою изъ поверхностей.

Наконецъ, разность температуръ обоихъ рассматриваемыхъ тѣлъ составляетъ послѣдній основной элементъ, къ тому же самый важный изъ всѣхъ, если продолжать изслѣдовать явленіе самымъ общимъ способомъ. Если эта разность не слишкомъ велика, то по самымъ точнымъ опытамъ напряженность явленія ей строго пропорціональна; но это соотношеніе повидимому прекращается при слишкомъ большомъ неравенствѣ температуръ, и мы не знаемъ еще, каковъ тогда истинный законъ, хотя и несомнѣнно, что дѣйствіе продолжаетъ зависѣть исключительно отъ относительной температуры тѣлъ (<sup>48</sup>).

Таковы элементарные законы термологическаго взаимодействія двухъ какихъ-либо изолированныхъ другъ отъ друга тѣлъ при предположеніи, что теплота передается непосредственно. Свѣтлая теплота потребовала бы новаго раздѣленія по цвѣту свѣта; ибо, какъ извѣстно, различныя части солнечнаго спектра обладаютъ нагрѣвательною способностью въ весьма неодинаковой степени. Но согласно съ весьма основательными разсужденіями, недавно высказанными по сему предмету Меллони, этотъ вопросъ нуждается въ болѣе глубокомъ изслѣдованіи, при которомъ было бы принято во вниманіе термологическое вліяніе призмы, черезъ которую долженъ былъ пройти свѣтъ прежде, чѣмъ получился солнечный спектръ. Ибо по опытамъ этого физика *максимумъ* теплоты, неизмѣнно находящійся, какъ думали прежде, не много за предѣломъ красныхъ лучей, можетъ послѣдовательно переходить почти во всѣ части спектра при надлежащемъ измѣненіи природы и даже только размѣровъ призмы.

Когда лучистая теплота распространяется не непосредственно, а чрезъ какое нибудь способное передавать ее промежуточное тѣло, то указанныя выше основныя условія осложняются новыми, до сихъ поръ мало изученными обстоятельствами, относящимися къ вліянію этого, промежуточнаго тѣла. Сосюру мы обязаны цѣлымъ рядомъ прекрасныхъ опытовъ, хотя и недостаточно разнообразныхъ, касающихся вліянія ряда прозрачныхъ оболочекъ, значительно измѣняющихъ естественный ходъ скопленія или разсѣянія теплоты какъ свѣтлой, такъ и въ особенности темной. Позднѣе Меллони указалъ на существенное, остававшееся до тѣхъ поръ неизвѣстнымъ различіе

между прохожденіемъ теплоты и прохожденіемъ свѣта, доказавъ, что наиболѣе прозрачныя тѣла вовсе не всегда наиболѣе прозрачны и для теплоты, какъ обыкновенно предполагалось до него.

Какъ бы ни было удобно для физиковъ, ради лучшаго анализа термодогическихъ явленій, изучать лучеиспусканіе теплоты отдѣльно отъ ея распространенія при соприкосновеніи, тѣмъ не менѣе очевидно, что въ природѣ эти два способа всегда и неизбѣжно сопровождаютъ другъ друга, хотя часто и въ весьма различныхъ степеняхъ. Ибо независимо отъ того, что воздухъ является почти всегда неустранимымъ посредникомъ, содѣйствующимъ установленію термометрическаго равновѣсія между двумя удаленными другъ отъ друга тѣлами, мы видимъ, что какъ при повышеніи, такъ и при пониженіи температуры простое лучеиспусканіе можетъ опредѣлять тепловое состояніе только одной поверхности тѣла. Для обоихъ тѣлъ внутреннія части, такъ же точно вліяющія на окончательное состояніе, какъ и поверхности, могутъ нагрѣваться или охлаждаться только путемъ постепеннаго и непрерывнаго распространенія теплоты отъ слоя къ слою. Такимъ образомъ ученіе о лучистой теплотѣ само по себѣ еще недостаточно для полнаго анализа какого бы то ни было реального случая. Также точно и въ обратномъ случаѣ, если исключить искусственную комбинацію условий, при которыхъ оба тѣла оказались бы защищенными отъ какого бы то ни было вѣшняго лучеиспусканія, термодогическое дѣйствіе этихъ тѣлъ должно зависѣть отъ одного только простого соприкосновенія лишь въ тѣхъ, по необходимости ограниченныхъ частяхъ, въ которыхъ это соприкосновеніе дѣйствительно существуетъ, и явленіе совершается всегда при болѣе или менѣе значительномъ, но неизбѣжномъ вліяніи взаимнаго лучеиспусканія всѣхъ остальныхъ точекъ обѣихъ поверхностей. Эта тѣсная и постоянная связь дѣлаетъ чрезвычайно труднымъ точный анализъ двухъ основныхъ родовъ термодогическаго дѣйствія, хотя различіе ихъ и вполне реально.

Изъ трехъ вышеуказанныхъ общихъ условий, вліяющихъ на напряженность этого дѣйствія, когда оно совершается на разстояніи, разность температуръ, составляющая правда, самое главное изъ нихъ, есть единственное, несомнѣнно и совершенно тождественно вліяющее и на распространеніе теплоты при соприкосновеніи.

Ибо въ этомъ случаѣ температуры одновременно разсматриваемыхъ частей тѣла различаются гораздо менѣе другъ отъ друга, и законъ, по которому термодогическое вліяніе возрастаетъ пропорціонально ихъ разности, здѣсь почти всегда можетъ быть разсматриваемъ, какъ точное выраженіе дѣйствительности. Что касается закона направленія, то, повидимому, онъ остается въ силѣ и здѣсь, хотя до сихъ поръ еще и не удалось формально въ этомъ убѣдиться. Но законъ, относящійся къ разстоянію, здѣсь долженъ совершенно измѣниться; ибо съ одной стороны дѣйствіе почти соприкасающихся молекулъ другъ на друга даже приблизительно не можетъ быть такъ велико, какъ это указывали бы тѣ измѣненія, которыя мы наблюдаемъ, пока разстоянія остаются измѣримыми; съ другой стороны, сравнивая между собою различныя небольшіе промежутки, находимъ, что ослабѣваніе происходитъ здѣсь гораздо быстрѣе, чѣмъ въ случаѣ значительно удаленныхъ другъ отъ друга тѣлъ.

Каковъ бы ни былъ общій способъ, по которому совершается нагрѣваніе одного тѣла и охлажденіе другого, устанавливающаяся



согласно этимъ основнымъ законамъ конечное состояніе численно опредѣляется тремя важными коэффициентами, присущими, подобно удѣльному вѣсу въ барології, каждому естественному тѣлу въ частности; къ ихъ характеристикѣ мы теперь и перейдемъ.

До Фурье физики постоянно смѣшивали подъ общимъ названіемъ *проводимости* два весьма различныхъ тепловыхъ свойства, степени напряженности которыхъ во многихъ случаяхъ другъ другу вовсе не соответствуютъ. Во-первыхъ, способность каждаго тѣла воспринимать чрезъ поверхность внѣшнюю теплоту или наоборотъ разсѣивать во внѣшнее пространство свою собственную теплоту поверхности; во-вторыхъ, бѣльшую или меньшую легкость, съ которою постепенно распространяются во внутренность его массы, какія бы то ни было температурныя измѣненія, происшедшія на его поверхности. Фурье предложилъ обозначить эти два свойства чрезвычайно выразительными названіями *pénétrabilité* и *perméabilité*, употребленіе которыхъ сдѣлается безъ сомнѣнія всеобщимъ, когда будетъ ясно признана важность такого элементарнаго раздѣленія (<sup>49</sup>).

Внутренняя теплопроводность (*perméabilité*) зависитъ по существу только отъ природы тѣла и отъ его агрегатнаго состоянія. Для двухъ различныхъ тѣлъ она можетъ представлять огромныя различія, изъ коихъ самыя выдающіяся были признаваемы всегда и всѣми, каково напримѣръ различіе между легкимъ и быстрымъ распространеніемъ теплоты во многихъ металлахъ и медленнымъ и труднымъ движеніемъ ея въ углѣ, который, будучи раскаленъ въ однѣхъ точкахъ, оказывается едва замѣтно нагрѣтымъ на разстояніи всего нѣсколькихъ сантиметровъ отъ нихъ. Не менѣе очевидно измѣняется эта проводимость и при измѣненіи физическаго строенія тѣлъ: ожигеніе уменьшаетъ ее настолько, что такіе выдающіеся физики, какъ Румфордъ, могли дойти до полнаго ея отрицанія въ жидкостяхъ; распространеніе теплоты въ жидкостяхъ было приписано исключительно только внутреннему движенію, неизбѣжно вызываемому въ нихъ теплою. Хотя ошибочность подобнаго мнѣнія и была доказана впоследствии чрезвычайно убѣдительными опытами, тѣмъ не менѣе осталось неоспоримымъ, что теплопроводность въ собственномъ смыслѣ слова чрезвычайно мала въ жидкостяхъ и еще того меньше въ газахъ.

Что же касается внѣшней теплопроводности (*pénétrabilité*), то и она конечно измѣняется въ зависимости отъ строенія и отъ агрегатнаго состоянія тѣлъ. Но главнымъ образомъ она зависитъ, кромѣ того, отъ обстоятельствъ, касающихся исключительно внѣшней поверхности тѣлъ. Известно, напримѣръ, что цвѣтъ этой поверхности уже оказываетъ въ этомъ отношеніи большое вліяніе; тоже самое можно сказать относительно ея полировки, большей или меньшей правильности, съ которою она въ различныхъ направленіяхъ испаряна, а также относительно многихъ другихъ, на первый взглядъ мало значительныхъ измѣненій, общее вліяніе которыхъ было тщательно изучено физиками. Къ тому же всѣ эти измѣненія одинаково проявляются какъ при нагрѣваніи, такъ и при охлажденіи тѣлъ. Наконецъ, по своей природѣ внѣшняя теплопроводность должна измѣняться также и для одной и той же поверхности, въ зависимости отъ среды, въ которую ее послѣдовательно помѣщаютъ.

Въ принципѣ, какъ бы различны ни были величины этихъ двухъ родовъ проводимости, онѣ конечно не могутъ вліять на окончательное

термологическое состояніе, къ которому, вслѣдствіе своего взаимодѣйствія, стремятся какія нибудь два тѣла, но только на продолжительность того періода времени, въ теченіе котораго оно устанавливается. Во всякомъ случаѣ, такъ какъ реальные вопросы во всѣхъ отношеніяхъ суть часто только вопросы времени, то очевидно, что если эти различія очень рѣзки, то они должны фактически вліять на интенсивность наблюдаемыхъ нами явленій. Если, напримѣръ, внутренняя теплопроводность такъ слаба, что въ данный промежутокъ времени нѣкоторая опредѣленная температура внутри тѣла можетъ быть получена только сообщеніемъ нѣкоторымъ частямъ его поверхности такого количества теплоты, которое способно ихъ расплавить или сжечь, то явленіе нагрѣванія, очевидно, вовсе не произойдетъ, если только не потратимъ на это огромнаго промежутка времени. Вообще, чѣмъ совершеннѣе будетъ та или другая теплопроводность, тѣмъ лучше въ дѣйствительности тѣла будутъ согласоваться съ основными законами термологическаго дѣйствія на разстояніи или при соприкосновеніи. Посему было бы очень важно точно измѣрить для всѣхъ изучаемыхъ тѣлъ дѣйствительное значеніе этихъ двухъ коэффиціентовъ. Къ сожалѣнію, всѣ эти измѣренія до сихъ поръ крайне несовершенны. Легко понять, что опыты надъ теплопроводностью, предпринимавшіеся до элементарнаго раздѣленія, установленнаго Фурье, къ тому же и не слишкомъ пространные, какъ бы тщательно они ни производились, могли доставить только сомнительные результаты; ибо въ нихъ всегда смѣшивались понятія о теплопроводностяхъ внутренней и внѣшней. Очень трудно поставить эти опыты такъ, чтобы можно было достоверно оцѣнить точное вліяніе cadaго изъ этихъ свойствъ. Во всякомъ случаѣ Фурье въ своей математической терминологіи указалъ общіе способы непосредственнаго опредѣленія внутренней теплопроводности, а слѣдовательно, и косвеннаго опредѣленія внѣшней теплопроводности путемъ исключенія изъ единственно измѣрявшейся до тѣхъ поръ всей теплопроводности той части, которая обуславливается первымъ изъ указанныхъ свойствъ; однако примѣненіе этихъ приемовъ до сихъ поръ едва намѣчено.

Послѣдняя характерная причина, опредѣляющая, вмѣстѣ съ двумя предыдущими, окончательный результатъ термологическаго взаимодѣйствія двухъ различныхъ тѣлъ, вытекаетъ изъ того, что различныя вещества какъ при равныхъ вѣсахъ, такъ и при равныхъ объемахъ, поглощаютъ различныя количества теплоты для одинаковаго возвышенія ихъ температуры. Это важное свойство, правильное представленіе о которомъ начало вырабатываться только во второй половинѣ прошлаго вѣка, такъ же какъ и внутренняя теплопроводность, существеннымъ образомъ зависитъ отъ природы и отъ физическаго строенія тѣла; хотя послѣднее и оказываетъ здѣсь гораздо меньшее вліяніе: наоборотъ, оно повидимому совершенно не зависитъ отъ поверхностныхъ условій, столь сильно измѣняющихъ внѣшнюю теплопроводность. Оно обыкновенно обозначается довольно удачнымъ названіемъ *удѣльной теплоты*. Очевидно, что она должна непосредственно и неизбежно вліять на общую температуру термологическаго равновѣсія двухъ какихъ либо тѣлъ; послѣдняя ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть одинаково удалена отъ первоначальныхъ температуръ этихъ тѣлъ, если при совершенно одинаковыхъ прочихъ условіяхъ тѣла различаются только удѣльными теплотами. Итакъ, точное измѣненіе удѣль-

ной теплоты чрезвычайно важно для термологии. Физики усердно занялись этимъ вопросомъ и при томъ съ большимъ успѣхомъ. Основной методъ, предложенный Крауфордъ (Crawford), и названный *методомъ смѣшенія*, состоитъ именно въ сравненіи разностей между точно установленною общею и двумя начальными температурами для равныхъ вѣсовъ или равныхъ объемовъ двухъ веществъ<sup>(50)</sup>. Но такимъ образомъ трудно получить точные результаты, такъ какъ для этого нужно было бы, чтобы смѣшеніе и вызванное имъ тепловое дѣйствіе происходили бы весьма быстро, и чтобы сосудъ и среда, въ которой совершается явленіе, заблаговременно были бы приведены къ этой общей температурѣ, — условіе, очевидно, не выполнимое съ точностью. Въ дѣйствительности этотъ приемъ съ достаточнымъ приближеніемъ применимъ только въ томъ случаѣ, когда по крайней мѣрѣ одно изъ тѣлъ находится въ жидкомъ состояніи; онъ былъ удачно измѣненъ также и для газовъ. Драгоценное изобрѣтеніе калориметра Лавуазье и Лапласомъ дало позднѣе гораздо болѣе точный и въ особенности совершенно общій способъ опредѣленія удѣльныхъ теплотъ<sup>(51)</sup>. Онъ состоитъ въ непосредственномъ опредѣленіи количества теплоты, поглощеннаго тѣломъ при опредѣленномъ повышеніи температуры, по количеству льда, которое можетъ расплавить теплота, освобождаемая при возвращеніи тѣла отъ болѣе высокой температуры къ болѣе низкой. Если принять различныя необходимыя мѣры предосторожности для избѣжанія какого бы то ни было термولوجического взаимодѣйствія сосуда и среды, что легко достигается съ помощью этого прибора, то точность такого приѣма не оставляетъ желать ничего существеннаго во всѣхъ случаяхъ, кромѣ развѣ въ случаѣ газовъ, удѣльныя теплоты которыхъ пока еще не такъ хорошо извѣстны.

Таковы три основныхъ коэффиціента, служащихъ для опредѣленія конечныхъ температуръ, вытекающихъ изъ термولوجическаго равновѣсія различныхъ тѣлъ. Естественно предположить ихъ сначала по существу однообразными и постоянными, пока болѣе глубокое изслѣдованіе не раскроетъ физикамъ законовъ ихъ дѣйствительныхъ измѣненій. Тѣмъ не менѣе не рационально было бы считать теплопроводность непремѣнно одинаковою по всѣмъ направленіямъ, по крайней мѣрѣ для большого числа тѣлъ, строеніе которыхъ несомнѣнно мѣняется по нѣсколькимъ различнымъ направленіямъ<sup>(52)</sup>. Точно также и для удѣльной теплоты, очевидно, весьма вѣроятно, что она испытываетъ значительныя измѣненія для очень далекихъ другъ отъ друга температуръ, и въ особенности вблизи температуръ, опредѣляющихъ новое агрегатное состояніе; повидимому это уже довольно ясно указывается нѣкоторыми опытами. Во всякомъ случаѣ эти различныя измѣненія пока еще такъ неопредѣленны и такъ мало извѣстны, что нельзя осуждать современныхъ физиковъ за то, что обыкновенно они не принимаютъ ихъ въ соображеніе.

Характеризуемъ теперь вторую главную часть термологии, касающуюся болѣе или менѣе глубокихъ измѣненій, производимыхъ теплою въ физическомъ строеніи тѣлъ.

Быть можетъ нѣтъ ни одного тѣла, строеніе котораго въ томъ или другомъ отношеніи не измѣнялось бы навсегда при скольконибудь значительномъ измѣненіи температуры. Но здѣсь не можетъ быть и рѣчи объ этихъ не проходящихъ измѣненіяхъ, изученіе которыхъ къ тому же едва только началось и не связано пока ни съ

какимъ общимъ понятіемъ. По самой природѣ своей эти явленія принадлежать къ тому, что въ началѣ этого труда я назвалъ *конкретною физикою*, т. е. къ естественной исторіи соответствующаго тѣла, а ни въ какомъ случаѣ не къ отвлеченной физикѣ, единственно подлежащей нашему философскому изслѣдованію. Во всякомъ случаѣ они не относились бы къ теоріи теплоты, но по существу вошли бы въ область механическаго изслѣдованія различныхъ положеній устойчиваго равновѣсія, свойственныхъ каждой системѣ молекулъ. Таково, на примѣръ, столь замѣчательное вліяніе тепла и холода, состоящее въ значительномъ измѣненіи степени упругости нѣкоторыхъ тѣлъ. Но въ термолוגіи должны быть разсматриваемы измѣненія только общія и преходящія, вызываемыя въ нѣкоторомъ тѣлѣ извѣстнымъ измѣненіемъ температуры, и исчезающія при измѣненіи обратномъ. Ограничиваясь, какъ и слѣдуетъ, чисто физическими измѣненіями, мы должны раздѣлить ихъ на два класса, смотря по тому, ограничиваются ли они простымъ измѣненіемъ объема, или же они доходятъ до перевода тѣла въ новое агрегатное состояніе. И съ той и съ другой стороны эта часть термолוגіи несомнѣнно нынѣ наиболѣе совершенная.

Хотя подобныя явленія, по самой своей природѣ, всегда существуютъ одновременно съ явленіями нагрѣванія или охлажденія, тѣмъ не менѣе эти два рода явленій совершенно отличны другъ отъ друга, не только по обуславливающимъ ихъ обстоятельствамъ, что вполнѣ очевидно, но и по вызывающему ихъ термологическому дѣйствію. Какъ измѣненія объема, такъ и измѣненія состоянія должны быть отнесены къ термологическому дѣйствію, и по закону, и по степени совершенно независимому отъ дѣйствія, вызывающаго новую соответственную температуру. Когда мы нагрѣваемъ какое нибудь тѣло, то повышение температуры всегда опредѣляется только частью, при томъ часто весьма незначительною, дѣйствительно поглощенной теплоты, при чемъ остальная, не дѣйствующая на термометръ часть, тратится на измѣненіе физическаго состоянія тѣла. Въ настоящее время это выражается обыкновенно словами: вторая часть теплоты сдѣлалась *скрытою*, терминъ, который, несмотря на то, что онъ соответствуетъ нѣкоторой гипотезѣ о сущности теплоты, можетъ быть сохраненъ, какъ краткое выраженіе важнаго факта. Таковъ основной законъ, открытый знаменитымъ Блэкомъ на основаніи наблюденія случаевъ, гдѣ явленіе неоспоримо ему соответствовало, т. е. случаевъ, когда чрезвычайно ясно выраженное физическое измѣненіе не сопровождалось никакою вариациею температуры измѣненныхъ тѣлъ, какъ я указываю ниже. При одновременномъ существованіи обоихъ дѣйствій, точное раздѣленіе ихъ другъ отъ друга и въ особенности измѣненіе каждаго изъ нихъ представляетъ гораздо большія трудности, хотя наличность обоихъ и указывается, по крайней мѣрѣ, аналогіею. Къ тому же, пока еще не извѣстно, слѣдуетъ ли это раздѣленіе въ различныхъ тѣлахъ постоянно одному и тому же общему закону, за исключеніемъ неодинаковости самихъ коэффиціентовъ.

Послѣ этого важнаго предварительнаго разъясненія, общаго обоимъ классамъ производимыхъ теплою физическихъ измѣненій, мы можемъ приступить къ разсмотрѣнію общихъ законовъ каждаго изъ нихъ и прежде всего законовъ, по которымъ происходятъ измѣненія объема.

Вообще каждое однородное тѣло расширяется отъ теплоты и сжимается отъ холода; то же самое происходитъ и съ разнородными

тѣлами, въ особенности съ организованными тканями, если разсматривать отдѣльно различныя составляющія ихъ части. Это основное правило допускаетъ исключенія только для небольшого числа веществъ, и то только въ весьма ограниченной части термометрической шкалы; однако, благодаря тому, что главная аномалія касается воды, она приобрѣла большое значеніе въ естественной исторіи; но въ отвлеченной физикѣ она имѣетъ значеніе постолько, поскольку физики остроумно воспользовались ею для опредѣленія совершенно неизмѣняемой единицы плотности, легко точно воспроизводимой, по крайней мѣрѣ, если вода химически чистая. Хотя всѣ эти аномаліи, очевидно, слишкомъ рѣдки и слишкомъ ограничены для того, чтобы опровергнуть общій законъ, тѣмъ не менѣе съ философской точки зрѣнія, онъ весьма доказательно подтверждаютъ существенную недостаточность химерическихъ предположеній, посредствомъ которыхъ пытаются *a priori* объяснить эти расширенія и сжатія; ибо, по этимъ гипотезамъ, всякое возвышеніе температуры должно было бы всегда производить увеличеніе объема, всякое пониженіе—уменьшеніе, противоположное же было бы невозможно ни въ какомъ случаѣ.

При одномъ и томъ же повышеніи температуры твердыя тѣла расширяются, вообще говоря, гораздо меньше, чѣмъ жидкія, а эти послѣднія въ свою очередь меньше, чѣмъ газы; и это обнаруживается не только въ тѣхъ случаяхъ, когда одно и то же тѣло послѣдовательно проходить чрезъ всѣ три состоянія, но также и при сравненіи различныхъ веществъ.

Расширеніе твердыхъ тѣлъ, хотя и незначительное, происходитъ совершенно равномерно, по крайней мѣрѣ въ тѣхъ предѣлахъ, въ которыхъ оно наблюдалось, правда, обыкновенно очень далекихъ отъ точки ихъ плавленія. Эти предѣлы точно опредѣлены пока только для очень немногихъ тѣлъ<sup>(53)</sup>.

Гораздо полнѣе изучено расширеніе жидкостей, законы котораго естественно представляли особенно важными для правильной теоріи термометра, безъ котораго всякаго рода термологическія измѣренія были бы сомнительны по существу\*). Рядъ прекрасныхъ опытовъ Дюлонга и Пти безусловно доказалъ, что въ промежуткѣ болѣе 300° стоградуснаго термометра расширеніе ртути происходитъ совершенно равномерно, т. е. что равныя приращенія объема всегда производятся количествами теплоты, способными расплавить одинаковыя въсовыя количества льда при 0°<sup>(54)</sup>. Имѣются достаточныя причины думать, что подобное же относится и ко всякой другой жидкости между предѣлами, значительно удаленными отъ температуръ ея затвердѣванія и

\*) Чтобы дополнить мысль, на которую я уже имѣлъ случай указать въ предыдущей лекціи, я долженъ замѣтить вообще, что каждая изъ главныхъ отраслей физики можетъ быть разсматриваема, какъ цѣликомъ состоящая въ сущности изъ точной и глубокой теоріи какого нибудь важнаго инструмента. Здѣсь это очевидно по отношенію къ теоріи термометра, къ которой непосредственно приводятъ всѣ важныя части физической термологіи, и которая во многихъ отношеніяхъ допускаетъ даже и полезное примѣненіе математической термологіи. Подобнымъ образомъ теоріи маятника и барометра естественно относятся къ совокупности барологіи. То же самое очевидно въ оптикѣ для теоріи различныхъ телескоповъ и микроскоповъ, и въ электрологіи для электрической машины, Вольтова столба и компаса. Зарожденіе каждой вѣтви науки всегда выражается созданіемъ какого нибудь основнаго инструмента; по существу эта вѣтвь достигла бы полнаго совершенства, если бы ей удалось создать полную и точную теорію этого инструмента.

ея кипѣнія; но до сихъ поръ нѣтъ ни одного случая, который былъ бы изслѣдованъ съ тою удивительною тщательностью и почти астрономическою точностью, которыя характеризуютъ общій способъ экспериментированія упомянутыхъ двухъ знаменитыхъ физиковъ.

Въ газахъ расширеніе совершается съ наибольшею правильно-стью, и въ то же время оно здѣсь и гораздо значительнѣе. Это расширеніе происходитъ въ газахъ не только всегда вполнѣ равномер-но, какъ и въ большинствѣ жидкихъ и твердыхъ тѣлъ; но тогда какъ для этихъ послѣднихъ коэффициентъ расширенія значительно мѣняется отъ одного тѣла къ другому, и при томъ безъ всякой постоянной связи съ какимъ бы то ни было свойствомъ, хотя бы и термодогическимъ, коэффициентъ расширенія имѣетъ для всѣхъ газовъ одно и то же значеніе. Хотя относительно плотности, удѣльной теплоты и теплопроводности газы отличаются другъ отъ друга почти столько же, сколько и твердыя тѣла или жидкости, тѣмъ не менѣе всѣ они расширяются равномерно и одинаково, при чемъ при измѣненіи температуры отъ температуры тающаго льда до температуры кипящей воды объемъ ихъ всегда увеличивается на три восьмыхъ. Въ этомъ отноше-ніи, равно какъ и относительно многихъ другихъ физическихъ свойствъ, пары не отличаются отъ газовъ въ обычномъ смыслѣ слова. Таковы общіе удивительно простые законы расширенія упругихъ жидкостей, одновременно открытые въ началѣ этого вѣка Гей-Люссакомъ въ Парижѣ и Дальтономъ въ Манчестерѣ.

Разсмотримъ теперь общія измѣненія, производимыя теплотою въ агрегатномъ состояніи тѣлъ.

Твердость и текучесть, такъ долго считавшіяся абсолютными свойствами, при первыхъ же успѣхахъ естественной философіи были признаны чисто относительными состояніями, неизбѣжно зависящими отъ нѣсколькихъ переменныхъ условий, среди которыхъ вліяніе тепла или холода оказывается самымъ общимъ и самымъ могущественнымъ. Хотя нѣкоторыя твердыя тѣла до сихъ поръ и не могли быть обра-щены въ жидкое состояніе, тѣмъ не менѣе, теперь нѣтъ сомнѣнія, что всѣ тѣла расплавились бы, если бы возможно было подвергнуть ихъ достаточно высокой температурѣ, не вызывая въ нихъ при этомъ никакихъ химическихъ измѣненій. Также точно и обратно, до послѣд-няго времени считали, что всѣ газы въ собственномъ смыслѣ слова сохраняютъ свою упругость, какой бы степени охлажденія или давленія они ни были подвергнуты; теперь однако на основаніи интересныхъ опытовъ Бюсси (Bussy) и Фарадея извѣстно, что большинство изъ нихъ легко превращаются въ жидкость, если ихъ изслѣдовать въ моментъ ихъ выдѣленія; поэтому существуетъ достаточный поводъ думать, что соотвѣтствующею комбинаціе охлажденія и давленія возможно обра-щать ихъ въ жидкое состояніе даже тогда, когда они уже вполнѣ образовались<sup>(55)</sup>. Такимъ образомъ вещества различаются въ этомъ отношеніи только тѣми частями термометрической шкалы, которымъ послѣдовательно соотвѣтствуютъ ихъ состоянія: твердое, жидкое и газообразное. Но это простое различіе является тѣмъ не менѣе весьма важною характерною чертою, до сихъ поръ точно и опредѣленно не связанною ни съ какимъ другимъ основнымъ свойствомъ каждаго ве-щества. Наболѣе очевидно и наименѣе подвержено аномаліямъ соот-ношеніе, касающееся плотности: вообще говоря, всѣ газы менѣе плотны, чѣмъ жидкости, а эти послѣднія менѣе плотны, чѣмъ тѣла твердыя.

Но второе правило представляет нѣсколько замѣчательныхъ исключеній, и хотя мы и не знаемъ ни одного исключенія для перваго, но быть можетъ, это объясняется только тѣмъ, что до сихъ поръ мы не могли изслѣдовать газы при достаточно разнообразныхъ условіяхъ, въ особенности относящихся къ давленію. Что же касается трехъ состояній одного и того же вещества, то при плавленіи твердаго тѣла и при испареніи жидкостей всегда происходитъ разрѣженіе; хотя существуютъ нѣсколько аномалій, чрезвычайно немногочисленныхъ, но крайне важныхъ для конкретной физики, и касающихся исключительно перваго явленія.

Всѣ эти разнообразныя измѣненія состоянія были подчинены знаменитымъ Блэкомъ одному великому основному закону, составляющему какъ по чрезвычайной его важности, такъ и по строгой его общности, неоспоримо подтвержденной полувѣковыми изслѣдованіями физиковъ, одно изъ самыхъ удивительныхъ открытій естественной философіи. Этотъ законъ состоитъ въ томъ, что при переходѣ изъ твердаго состоянія въ жидкое и изъ жидкаго въ газообразное всякое тѣло всегда поглощаетъ болѣе или менѣе значительное количество тепла безъ того, чтобы при этомъ повышалась его температура; обратный переходъ, наоборотъ, всегда вызываетъ выдѣленіе теплоты въ количествѣ, точно соотвѣтствующемъ этому поглощенію. Такъ, на примѣръ, для расплавленія нѣкоторой массы льда при  $0^{\circ}$  безъ всякаго повышенія температуры необходимо поглощеніе всего количества тепла, содержащагося въ такой же массѣ воды при  $75^{\circ}$  стоградуснаго термометра; а масса воды при  $100^{\circ}$  можетъ испариться, не нагрѣваясь при этомъ, только при поглощеніи количества теплоты, въ 660 разъ (<sup>56</sup>) большаго, чѣмъ то, которое необходимо для повышенія на  $1^{\circ}$  температуры такого же вѣсового количества жидкой воды. Эта скрытая теплота, дѣлающаяся снова ощутительною для термометра при обратномъ явленіи, была тщательно измѣрена физиками для главныхъ встрѣчающихся въ природѣ веществъ, при чемъ въ особенности пользовались калориметромъ. Неизвѣстно еще, строго ли она постоянна, т. е. всегда ли она вполне независима отъ обстоятельствъ способныхъ искусственно приблизить или удалить тотъ градусъ термометрической шкалы, при которомъ обыкновенно происходитъ измѣненіе состоянія. Лучшее всего изучить въ этомъ отношеніи случай испаренія воды, нормальная температура котораго такъ легко повышается или понижается путемъ измѣненія давленія: мнѣніе, наиболѣе нынѣ распространенное, хотя по моему еще и очень далекое отъ единодушнаго одобренія физиковъ, состоитъ въ признаніи скрытой теплоты, необходимой для подобнаго испаренія, совершенно постоянною, при какой бы температурѣ явленіе ни совершалось (<sup>57</sup>).

Эти выдѣленія и поглощенія теплоты составляютъ, очевидно, самые обильные, послѣ химическихъ явленій, источники тепла и холода. Въ особенности по отношенію къ послѣднему можно сказать, что самыя низкія извѣстныя намъ температуры были получены въ прекрасномъ опытѣ Лесли посредствомъ чрезвычайно ускореннаго искусственно испаренія. Многіе знаменитые философы-натуралисты думали даже, что теплота, столь обильно выдѣляющаяся при образованіи большинства прочныхъ химическихъ соединений, и происходитъ только вслѣдствіе сопровождающихъ эти процессы измѣненій состоянія. Но мнѣніе это, хотя и вѣрное во многихъ случаяхъ, въ настоя-

щее время не можетъ быть возведено въ общій принципъ, какъ мы увидимъ въ слѣдующемъ томѣ, вслѣдствіе важныхъ и неоспоримыхъ исключеній, слишкомъ часто ему противорѣчащихъ.

Такова въ общихъ чертахъ совокупность физической терминологіи, послѣдовательно рассмотрѣнной со всѣхъ различныхъ основныхъ точекъ зрѣнія. Я думаю, что послѣ нея, какъ естественное и неизбѣжное добавленіе, должно быть поставлено изслѣдованіе законовъ, касающихся образованія и упругости паровъ, а слѣдовательно, и гигрометрія. Дѣйствительно, для жидкостей эта важная теорія составляетъ необходимое дополненіе ученія о переходахъ изъ одного состоянія въ другое. Очевидно, что она не можетъ быть присоединена ни къ какой другой изъ главныхъ вѣтвей физики; съ другой стороны она недостаточно обширна и ея специальный характеръ слишкомъ слабо выраженъ, чтобы самостоятельно составить отдѣльную по существу вѣтвь: итакъ, здѣсь ея настоящее мѣсто.

Соссюръ окончательно ввелъ въ область физики общее явленіе испаренія, до него разсматривавшееся какъ своего рода химическое явленіе, такъ какъ его приписывали растворяющему влиянію воздуха на жидкости. Онъ доказалъ, что влияніе воздуха чисто механическое, и что атмосферное давленіе не только не содѣйствуетъ испаренію, но даже всегда уменьшаетъ его быстроту, за исключеніемъ, конечно, случая постоянного обновленія окружающей среды. Во всякомъ случаѣ въ настоящее время дѣйствительно совершеннымъ представляется только ученіе объ образованіи паровъ въ замкнутомъ пространствѣ. Соссюръ нашелъ, что въ такомъ случаѣ количество паровъ, образующихся въ данный промежутокъ времени, при опредѣленной температурѣ въ извѣстномъ пространствѣ, всегда одно и то же, будь это пространство совершенно безвоздушное или наполненное какимъ-либо газомъ; то же самое относится и къ упругости выдѣлившагося пара. Масса и упругость пара непрерывно возрастаютъ при этомъ вмѣстѣ съ температурою; повидимому, нѣтъ такой степени холода, который былъ бы способенъ совершенно уничтожить это важное явленіе; ибо даже ледъ выдѣляетъ паръ, ощутительный для тонкихъ изслѣдованій современной физики, хотя упругость его и чрезвычайно мала. Неизвѣстно, какому точному закону слѣдуетъ ускореніе испаренія съ возрастаніемъ температуры, по крайней мѣрѣ до тѣхъ поръ, пока температура жидкости остается ниже ея точки кипѣнія. Но физики усердно и съ успѣхомъ занимались изслѣдованіемъ измѣненій, испытываемыхъ упругостью образовавшагося пара.

Въ этомъ отношеніи различныя жидкости представляютъ прежде всего одну общую, ясно выраженную исходную точку, а именно температуру кипѣнія каждой изъ нихъ, ясно обозначенную неподвижностью термометра, являющеюся слѣдствіемъ поглощенія тепла, необходимаго для измѣненія состоянія вещества. Въ моментъ закипанія, упругость образовавшагося пара, до тѣхъ поръ постепенно возрастающая съ возвышеніемъ температуры, для всякой жидкости неизбѣжно становится равною атмосферному давленію, что можетъ быть точно подтверждено непосредственными опытами. Исходя изъ этого, знаменитый Дальтонъ, всѣ научныя работы котораго отличались всегда признаками истинно философскаго ума, открылъ слѣдующій важный законъ, до сихъ поръ подтвердившійся всею совокупностью наблюденій: пары, образовавшіеся изъ различныхъ жидкостей, постоянно имѣютъ.



одинаковыя между собою упрукости при температурахъ, равно отстоящихъ отъ соотвѣтствующихъ точекъ кипѣнія, каковъ бы ни былъ при этомъ знакъ этой разности. Такъ, наиримѣръ, пары воды, кипящей при 100° и алкоголя при 80°, обладаютъ при этомъ одною и тою же упрукостью, равною давленію атмосферы; они будутъ обладать одинаковыми упрукостями, большими или меньшими, чѣмъ предыдущая, и въ томъ случаѣ, если мы измѣнимъ эти двѣ характерныя температуры на одно и то же число градусовъ. Благодаря работамъ химиковъ, число извѣстныхъ жидкостей уже значительно возросло со времени этого прекраснаго открытія; и эти непредвидѣнныя испытанія до сихъ поръ только подтверждали общую точность этого закона<sup>(58)</sup>. Въ интересахъ рациональнаго совершенства этого ученія приходится пожалѣть, что систематическій геній Дальтона настойчиво не занялся задачею подмѣнить какую-нибудь гармонію между температурами кипѣнія различныхъ жидкостей при обыкновенномъ давленіи атмосферы и какими либо другими изъ существенныхъ физическихъ свойствъ; до сихъ поръ не открыто ни одного подобнаго соотношенія, и температуры эти до сихъ поръ кажутся совершенно безсвязными, хотя постоянство ихъ и указываетъ на ихъ важное значеніе.

Какъ бы то ни было, законъ Дальтона, очевидно, позволяетъ значительно упростить общее изслѣдованіе закона измѣненія упрукости паровъ съ измѣненіемъ температуры, такъ какъ въ силу названнаго закона достаточно изслѣдовать эти измѣненія для одного пара, чтобы они тогчасъ же стали извѣстны и для всѣхъ остальныхъ. Рядъ опытовъ надъ водянымъ паромъ, предпринятыхъ самимъ Дальтономъ, указалъ весьма простое правило, состоящее въ томъ, что для равныхъ увеличеній температуры упрукость возрастаетъ въ геометрической прогрессіи; однако послѣдующія измѣренія, произведенныя съ большимъ стараніемъ нѣсколькими физиками, показали, что эта формула можетъ быть разсматриваема, какъ достаточно приближеніе только для температуръ, далекихъ отъ точки кипѣнія. Съ тѣхъ поръ Дюлонгъ вывелъ гораздо болѣе обширнымъ рядомъ очень точныхъ опытовъ новое эмпирическое правило, до сихъ поръ по единодушному признанію всѣхъ физиковъ соотвѣтствующее всей совокупности наблюдений: согласно его закону упрукость пара возрастаетъ пропорціонально шестой степени нѣкоторой функціи первой степени отъ температуры<sup>(59)</sup>. Нѣкоторые геометры пробовали *a priori* опредѣлить раціональный законъ; но эти черезчуръ гипотетическія попытки привели лишь къ формуламъ, которыя почти на каждомъ шагѣ опровергаются непосредственными наблюденіями.

Ученіе о гигрометрическомъ равновѣсіи между различными влажными тѣлами составляетъ естественное продолженіе общей теоріи испаренія. Это важное изслѣдованіе, которымъ такъ много занимались Соссюръ и Делюкъ, привело къ построенію ими весьма цѣннаго инструмента. Но хотя теперъ и не трудно понять вообще необходимость существованія такого равновѣсія, однако о законахъ, которымъ оно подчиняется, мы имѣемъ пока лишь смутное и несовершенное понятіе даже для случая тѣла, погруженнаго въ неограниченную среду, который почти только и разсматривался, и который дѣйствительно наиболѣе важенъ. Предвидѣніе явленій, которое во всѣхъ отношеніяхъ есть точная мѣра развитія науки, здѣсь до сихъ поръ почти равно нулю.

Незначительность вліянія гигрометрическихъ явленій въ совокупности явленій неорганической природы безъ сомнѣнія въ значительной степени вызываетъ тотъ недостатокъ интереса, съ которымъ физики относятся къ этому ученію. Но разсматривая съ общей точки зрѣнія всю систему естественной философіи, приходится признать великую важность этой теоріи для жизненныхъ явленій, что я и постараюсь выяснитъ въ слѣдующемъ томѣ. Согласно прекрасному замѣчанію де-Бленвилля (de Blainville) гигрометрическое дѣйствіе составляетъ въ живыхъ тѣлахъ дѣйствительно первую общую ступень и самый элементарный способъ ихъ питанія, также точно, какъ капиллярность есть источникъ самыхъ простыхъ органическихъ движеній. Поэтому нельзя не выразитъ крайняго сожалѣнія по поводу современнаго несовершенства этихъ двухъ отдѣловъ физики. Здѣсь представляется случай подтвердить именно то, что я указалъ уже въ началѣ этого труда, а именно: насколько вредно для дѣйствительнаго прогресса различныхъ наукъ слишкомъ узкое образованіе и вытекающее отсюда отсутствіе самостоятельныхъ возрѣній почти у всѣхъ тѣхъ, кто работаетъ въ настоящее время на поприщѣ естественной философіи. Двѣ весьма важныя отрасли, надлежащее усовершенствованіе которыхъ можетъ быть достигнуто только физиками, оказываются въ большомъ пренебреженіи только потому, что главное значеніе ихъ относится къ другой основной вѣтви общей научной системы<sup>(60)</sup>.

Различными соображеніями, кратко обозначенными въ этой лекціи, я старался охарактеризовать истинный смыслъ терминологіи, разсмотрѣнной со всѣхъ главныхъ точекъ зрѣнія. Характеръ моего труда, очевидно, не позволялъ мнѣ упоминать здѣсь ни о теоріи различныхъ важныхъ инструментовъ, созданныхъ гениемъ физиковъ и вызванныхъ необходимою усовершенствованія изслѣдованій, ни о многочисленныхъ способахъ провѣрки, обезпечивающихъ нынѣ точность добытыхъ результатовъ. Я не могъ даже указывать на особенности этихъ результатовъ и долженъ былъ строго ограничиться одною философскою оцѣнкою ихъ общихъ слѣдствій. Какъ бы ни былъ несовершененъ этотъ бѣглый обзоръ, я надѣюсь, что онъ заставитъ постигнуть истинныя существенныя характерныя черты, свойственныя этой чудной части физики; онъ укажетъ раціональную связь между различными составляющими ее классами изслѣдованій, а также и степень совершенства, достигнутаго въ настоящее время каждымъ изъ нихъ и главные пробѣлы, которые ей предстоитъ еще заполнить.

Чтобы дѣйствительно завершить этотъ философскій анализъ терминологіи<sup>(61)</sup>, намъ необходимо теперь тщательно, хотя и въ общихъ чертахъ, разсмотрѣть въ слѣдующей лекціи, какимъ образомъ самая простая и самая основная<sup>(62)</sup> часть явленій теплоты гениемъ Фурье была превращена въ удивительную математическую теорію<sup>(63)</sup>.

## ТРИДЦАТЬ ПЕРВАЯ ЛЕКЦІЯ.

### Общія разсужденія о математической термологіи (64).

Въ предыдущей лекціи было показано, что въ термологіи разсматриваются два главныхъ рода явленій: первыя, непосредственно относящіяся къ термологическому дѣйствию въ собственномъ смыслѣ этого слова, состоятъ въ способѣ нагрѣванія однихъ тѣлъ и охлажденія другихъ вслѣдствіе различныхъ взаимодѣйствій ихъ, на разстояніи или при соприкосновеніи, обусловливающихъ разностью ихъ температуръ; вторыя, наоборотъ, касаются болѣе или менѣе глубокихъ и болѣе или менѣе отдаленныхъ измѣненій первоначальнаго физическаго строенія каждаго тѣла, вызывающихся его новымъ термометрическимъ состояніемъ. Эти послѣднія явленія до сихъ поръ могли стать предметомъ какой бы то ни было математической теоріи только при обманчивомъ содѣйствіи воображаемыхъ флюидовъ или эфировъ (65); трудно даже ясно представить себѣ, какъ бы могли они когда-нибудь дѣйствительно подчиниться этимъ теоріямъ, хотя, конечно, ничто не указываетъ на то, чтобы это подчиненіе было радикально невозможно. Такимъ образомъ математическая термологія охватываетъ въ настоящее время исключительно явленія перваго порядка, для усовершенствованія глубокаго изученія которыхъ она и предназначена.

Въ самомъ дѣлѣ легко понять, что разсмотрѣнная выше физическая термологія можетъ привести насъ къ познанію законовъ, по которымъ, вслѣдствіе взаимодѣйствія двухъ тѣлъ, температура послѣдовательно повышается на поверхности одного изъ нихъ и понижается на поверхности другого. Но здѣсь по самой природѣ этой физической задачи, очевидно, охватывается область непосредственнаго изслѣдованія, и, тѣмъ не менѣе, подобное изслѣдованіе могло бы считаться полнымъ только въ чисто идеальномъ случаѣ геометрической точки. Какимъ образомъ теплота, введенная въ тѣло черезъ его внѣшнюю оболочку, постепенно распространяется во всѣ точки его массы и въ означенный моментъ обусловливаетъ для каждой изъ нихъ опредѣленную температуру? Или наоборотъ, какимъ образомъ эта внутренняя теплота разсѣивается во внѣшнее пространство путемъ постепенной и постоянной потери чрезъ поверхность? Отъ точнаго познанія всего этого намъ, очевидно, пришлось бы отказаться, если

бы математическій анализъ, естественное продолженіе невозможнаго уже болѣе непосредственнаго наблюденія, не давалъ намъ возможно-сти путемъ косвеннаго изслѣдованія разсмотрѣть законы этихъ внутреннихъ явленій, изслѣдованіе которыхъ казалось намъ совершенно недоступнымъ. Таково существенное назначеніе удивительной доктрины, созданной чуднымъ гениемъ великаго Фурье, доктрины, которую мы должны теперь точно охарактеризовать во всей ея совокупности.

Эта доктрина состоитъ изъ двухъ общихъ, но совершенно различныхъ частей: одной, касающейся законовъ распространенія теплоты въ собственномъ смыслѣ слова, послѣдовательно и непрерывно происходящаго путемъ непосредственнаго прикосновенія; второй, относящейся къ теории термодогического дѣйствія на какомъ угодно разстояніи, т. е. анализа лучеиспусканія. Прежде всего я особенно разсмотрю первую часть, составляющую главный предметъ трудовъ Фурье, и дѣйствительно, по самой своей природѣ, представляющую наиболѣе основное ученіе.

Чтобы лучше очертить сущность предмета нашего философскаго разбора (<sup>66</sup>), слѣдуетъ раздѣлить его на двѣ чрезвычайно различныя между собою вѣтви, соотвѣтственно тому, будемъ ли мы разсматривать законы постепеннаго распространенія теплоты въ твердыхъ тѣлахъ или въ жидкихъ. Первый случай до сихъ поръ не только единственный, дѣйствительно изслѣдованный, но, кромѣ того, онъ отличается еще и тѣмъ, что въ немъ эти законы наблюдаются во всей ихъ первоначальной чистотѣ; что же касается жидкихъ массъ, то дѣйствительная температура каждой изъ ихъ точекъ въ данный моментъ зависитъ не отъ одного только термодогического дѣйствія, передаваемого различными молекулами непосредственно отъ одной къ другой. Опытъ ясно показываетъ, что въ дѣйствительности она представляется главнымъ образомъ результатомъ болѣе или менѣе быстрыхъ движеній, неизбежно вызываемыхъ внутри системы неравенствомъ температуръ; вслѣдствіе этого чисто термодогическія изслѣдованія усложняются совершенно неотдѣлимыми отъ нихъ гидродинамическими задачами. Правда, Фурье сумѣлъ распространить свою основную теорію и на этотъ трудный случай по крайней мѣрѣ въ томъ, что касается составленія дифференціальнаго уравненія задачи. Но если, согласно съ 29-й лекціей, почти не выполнимо даже простое аналитическое изслѣдованіе дѣйствительныхъ движеній, происходящихъ въ жидкости подъ вліяніемъ только силы тяжести, то понятно, что гораздо болѣе трудный вопросъ математическаго распространенія теплоты по существу останется еще долго неразрѣшимымъ. Кромѣ того, слѣдуетъ замѣтить, что чрезвычайныя трудности, свойственныя такого рода изслѣдованіямъ, въ особенности сильно выступаютъ въ вопросѣ о газахъ, на примѣръ, для случая атмосферныхъ температуръ. Ибо при физическихъ опытахъ жидкости еще могутъ быть нагрѣваемы такъ, чтобы была устранена возможность образованія внутреннихъ теченій; въ этомъ, какъ и во многихъ другихъ отношеніяхъ, онѣ являются тѣмъ то въ родѣ промежуточной ступени между твердыми тѣлами и газами. Хотя такого рода способъ нагрѣванія безъ сомнѣнія и искусственъ по существу, тѣмъ не менѣе точное и глубокое его изслѣдованіе было бы весьма цѣльно въ виду обуславливающейся жидкимъ состояніемъ легкости непосредственнаго измѣренія внутреннихъ температуръ, а слѣдовательно, и возможности весьма доказательной провѣрки основныхъ законовъ распространенія теплоты,

которое въ этомъ послѣднемъ случаѣ должно происходить почти такъ же правильно, какъ и въ твердомъ тѣлѣ. Тѣмъ не менѣе очевидно, что здѣсь мы должны ограничить свои общія изслѣдованія только случаямъ твердыхъ тѣлъ.

Основное явленіе распространенія теплоты въ твердой массѣ вслѣдствіе одного только постепеннаго и непрерывнаго дѣйствія ея молекулъ всегда неизбѣжно зависитъ отъ двухъ рядовъ общихъ условій, которыя поэтому необходимо охарактеризовать прежде всего для того, чтобы точно опредѣлить всю совокупность задачи. Первый рядъ условій относится къ произвольному начальному состоянію тѣла, которое въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ опредѣляетъ первоначальную температуру какой угодно точки тѣла; второй рядъ условій касается термометрическаго состоянія внѣшней поверхности, обусловливаемаго переменнымъ или постояннымъ, общимъ или различнымъ вліяніемъ окружающей среды. Эти два ряда данныхъ необходимы въ каждомъ частномъ случаѣ для строго опредѣленнаго аналитическаго толкованія основнаго уравненія распространенія теплоты, которое, вслѣдствіе своей неизбѣжной чрезвычайной общности, не заключаетъ никакихъ непосредственныхъ слѣдовъ ни начальнаго состоянія различныхъ молекулъ, ни постоянныхъ обстоятельствъ, относящихся къ поверхности. Но уже въ силу того, что эти условія имѣютъ существенное вліяніе, необходимо разсмотрѣть прежде всего общій законъ, хотя самъ по себѣ онъ и можетъ имѣть непосредственное отношеніе только къ явленію, совершенно отвлеченному, полная реализація котораго можетъ имѣть мѣсто только въ единственномъ случаѣ неограниченной по всѣмъ направленіямъ твердой массы.

Что же касается аналитическаго предмета подобнаго изслѣдованія, то онъ всегда состоитъ въ розысканіи функціи, во всякій данный моментъ, выражающей температуру какой нибудь точки твердой массы. Итакъ, эта функція относится вообще къ четыремъ переменнымъ независимымъ, такъ какъ, кромѣ времени, она должна содержать три геометрическія координаты каждой молекулы; тѣмъ не менѣе число переменныхъ можетъ быть часто приведено къ тремъ и даже къ двумъ, что бываетъ въ тѣхъ случаяхъ, когда форма тѣла и способъ его нагрѣванія позволяютъ предположить, что температура измѣняется только по направленію одной изъ координатъ.

Съ перваго взгляда кажется необходимымъ различать въ основной задачѣ два существенныхъ случая, смотря по тому, изслѣдуется ли переменное состояніе послѣдовательно измѣняющихся температуръ, что составляетъ самое полное изслѣдованіе, или же ограничиваются разсмотрѣніемъ того постояннаго состоянія, къ которому стремится въ концѣ концовъ совокупность этихъ температуръ подъ вліяніемъ какой нибудь постоянной причины. Система очень быстро приближается всегда къ этому послѣднему состоянію, и тѣмъ быстрее, чѣмъ совершеннѣе внутренняя теплопроводность тѣла, хотя, строго говоря, это состояніе можетъ быть достигнуто только чрезъ безпредѣльно долгій срокъ. Разсматриваемая отдѣльно, искомая функція, будучи при этомъ независимой отъ времени, въ самыхъ простыхъ случаяхъ можетъ содержать не болѣе одной переменной. Безъ сомнѣнія, до известной степени эта задача можетъ быть изслѣдована и независимо отъ первой, какъ это сдѣлалъ знаменитый Ламбертъ для постоянныхъ температуръ призматическаго стержня, одинъ изъ концовъ котораго

былъ подвергнуть дѣйствию постоянного источника тепла. Но подобное изслѣдованіе, очевидно, было бы весьма несовершенно и въ особенности не рационально, такъ какъ конечное состояніе тѣла можетъ быть постигнуто только, какъ результатъ послѣдовательно вызвавшихъ его постепенныхъ измѣненій; поэтому этотъ вопросъ не долженъ разсматриваться отдѣльно отъ всей совокупности задачи; онъ составляетъ только одно изъ общихъ и самыхъ важныхъ слѣдствій общаго рѣшенія.

Что касается элементарнаго физическаго закона, необходимой основы этой математической теоріи, то онъ состоитъ въ предположеніи, что напряженность термодогического дѣйствія всегда пропорціональна разности температуръ; при этомъ нѣтъ никакой надобности въ какихъ бы то ни было предположеніяхъ относительно зависимости ея отъ разстоянія<sup>(67)</sup>. Слѣдуетъ замѣтить прежде всего, что, если бы даже эта пропорціональность и не была допущена, то истинный основной смыслъ общей, созданной Фурье, доктрины нисколько не былъ бы измѣненъ, что иногда не сознавалось физиками. Но необходимость введенія въ основаніе этой доктрины нѣкоторой новой и менѣ простой функціи, конечно, сильно усложнила бы дифференціальныя уравненія и быть можетъ сдѣлала бы непреодолимыми чисто аналитическія трудности. Но опыты различныхъ физиковъ, Дюлонга и Пти въ особенности, ясно констатировали, какъ я указалъ уже въ предыдущей лекціи, что законъ этотъ, первоначально созданный Ньютономъ, не могъ быть принятъ при очень большой разности температуръ. Тѣмъ не менѣ подобный результатъ нисколько не можетъ повліять на составленіе основныхъ дифференціальныхъ уравненій, касающихся внутренняго распространенія теплоты. Ибо, обращаясь къ этимъ уравненіямъ, намъ приходится разсматривать только кратковременное термодогическое дѣйствіе безконечно близкихъ другъ къ другу молекулъ, разность температуръ которыхъ безконечно мала. Поэтому достаточно того, чтобы это дѣйствіе зависѣло только отъ разности температуръ, что всегда останется неоспоримымъ, чтобы согласно общему смыслу метода безконечно малыхъ, такъ ясно выраженному во всѣхъ геометрическихъ и механическихъ изслѣдованіяхъ, имѣть право предположить его просто пропорціональнымъ этой разности, какова бы ни была при этомъ функція въ дѣйствительности. Только когда мы, доведя до конца каждое дѣйствительное приложеніе, дойдемъ до разсмотрѣнія термического состоянія внѣшней поверхности, измѣненнаго лучеиспусканіемъ, подобная гипотеза сдѣлается чисто приблизительною; употреблять ее придется только съ надлежащими предосторожностями, подвергая окончательные результаты различнымъ, указаннымъ опытомъ, ограниченіямъ; на основную же теорію это ни въ какомъ случаѣ не можетъ оказать существеннаго вліянія<sup>(68)</sup>.

Послѣ этихъ необходимыхъ предварительныхъ соображеній о сущности такой задачи и общемъ смыслѣ ея рѣшенія, разсмотримъ непосредственно составленіе основныхъ уравненій, выражающихъ математическіе законы распространенія теплоты. Для этого слѣдуетъ предварительно разсмотрѣть два элементарныхъ случая, по существу конечно, отвлеченныхъ, но составляющихъ тѣмъ не менѣ необходимую подготовку, такъ какъ изъ нихъ берутъ начало всѣ существенныя понятія этой теоріи, и въ нихъ же эти понятія могутъ быть изучены съ наибольшею простотою. По мудрому выраженію Фурье, они состоятъ въ равномерномъ перемѣщеніи теплоты сначала только въ одномъ, а затѣмъ

и по всѣмъ направленіямъ; дѣйствительно по отношенію ко всей математической термолוגіи они исполняютъ ту же существенную обязанность, какую исполняетъ теорія равномернаго движенія по отношенію къ раціональной механикѣ.

Первый и самый простой изъ этихъ двухъ случаевъ касается окончательнаго и уже неизмѣннаго распредѣленія температуръ въ неограниченномъ твердомъ тѣлѣ, заключенномъ между двумя параллельными плоскостями, изъ которыхъ каждая, по предположенію, постоянно поддерживается при нѣкоторой неизмѣнной температурѣ общей всѣмъ точкамъ одного основанія, но отличающейся отъ температуры точекъ другого. Каковы бы ни были начальныя температуры различныхъ точекъ, лежащихъ внутри опредѣленной такимъ образомъ массы, совокупность ихъ будетъ стремиться къ нѣкоторому окончательному распредѣленію, которое могло бы точно осуществиться только по прошествіи безконечно долгаго срока; но, разъ установившись, оно обладало-бы само по себѣ характернымъ свойствомъ вѣчнаго существованія. Эта система температуръ по природѣ совершенно независима отъ первоначальныхъ обстоятельствъ, способныхъ вліять только на время ея осуществленія и на вызвавшія ее послѣдовательныя измѣненія. Опредѣленіе даннаго тѣла показываетъ ясно, что это окончательное и неизмѣнное состояніе должно быть тождественно во всѣхъ точкахъ одного и того же сѣченія, параллельнаго обоимъ основаніямъ, и должно измѣняться только отъ одного слоя къ другому въ зависимости отъ разстоянія его отъ данныхъ основаній. Итакъ, вся трудность приведена здѣсь къ опредѣленію точнаго закона этого измѣненія. Но этотъ законъ и долженъ быть выведенъ изъ характернаго условія постоянства: каждый слой передаетъ слѣдующему столько теплоты, сколько онъ получаетъ отъ предыдущаго. Этотъ очевидный принципъ даетъ возможность тотчасъ легко уяснить себѣ, что температура каждой точки выражается функціею первой степени разстоянія ея отъ одного изъ основаній; ибо въ силу подобнаго распредѣленія температуръ нагрѣваніе разсматриваемой молекулы, вызываемое которою нибудь изъ сосѣднихъ съ нею, точно компенсировалось-бы охлажденіемъ, производимымъ симметричною молекулою. При такомъ сравненіи всѣ термологическія дѣйствія системы взаимно уничтожались-бы. Въ этой формулѣ членъ, не зависящій отъ ординаты, равенъ температурѣ основанія, отъ котораго отсчитывается эта ордината; значеніе коэффиціента переменнаго члена есть отношеніе разности двухъ крайнихъ температуръ къ извѣстному разстоянію двухъ основаній.

Этотъ послѣдній коэффиціентъ весьма замѣчательенъ, такъ какъ онъ представляетъ первый элементарный источникъ основнаго понятія, общаго всей математической термолוגіи, а именно того, что названо Фурье *потокомъ* теплоты; оно выражаетъ большее или меньшее количество теплоты, въ данный промежутокъ времени проходящей по перпендикулярному направленію черезъ площадь \*) опредѣленной величины.

\*) Принужденные мыслить при помощи языковъ, до сихъ поръ всегда образовывавшихся подъ исключительнымъ или преобладающимъ вліяніемъ теологической или метафизической философіи, мы не можемъ еще совершенно избѣгать злоупотребленія метафорами въ нашемъ научномъ стилѣ. Итакъ, не слѣдуетъ упрекать Фурье за то, что предыдущія выраженія, очевидно, содержатъ еще много иносказательнаго. Но не трудно понять, что, несмотря на это несовершенство, они выражаютъ только простой термологическій фактъ, совершенно

Такъ какъ разность температуръ всякихъ двухъ слоевъ здѣсь всегда пропорціональна ихъ разстоянію, то потокъ, отнесенный къ единицѣ времени и единицѣ поверхности, естественно измѣняется постояннымъ отношеніемъ этихъ двухъ чиселъ, что выражается даннымъ коэффициентомъ, помноженнымъ на внутреннюю теплопроводность разсматриваемаго вещества. Это единственный случай, когда потокъ можетъ быть непосредственно вычисленъ и, исходя отсюда, онъ опредѣляется и при всѣхъ другихъ обстоятельствахъ, т. е. когда состояніе системы мѣняется, и температуры не распределены равномерно.

То же самое доказательство пригодно и для анализа второго подготовительнаго случая, когда разсматривается одинаковое распределеніе теплоты, но уже не въ одномъ только направленіи, а во всѣхъ. Тогда дѣло идетъ объ окончательномъ и непреходящемъ состояніи твердой массы, заключенной между тремя парами параллельныхъ и соотвѣтственно перпендикулярныхъ плоскостей, въ которой температуры измѣняются отъ одной точки къ другой пропорціонально каждой изъ трехъ координатъ. Кроме того, доказывается еще, что въ такомъ параллелепипедѣ температура каждой молекулы выражается полною функціею первой степени относительно трехъ координатъ одновременно, если только всѣ шесть внѣшнихъ плоскостей постоянно поддерживаются при тѣхъ различныхъ температурахъ, которыя назначила бы для каждой изъ ихъ точекъ такая формула. Дѣйствительно не трудно видѣть, что, какъ и въ предыдущемъ, всѣ элементарныя термодогическія дѣйствія попарно уничтожаются при такомъ распределеніи температуръ.

Этотъ случай приводитъ къ новому основному замѣчанію, относящемуся къ термодогическому толкованію трехъ коэффициентовъ, принадлежащихъ тремъ различнымъ координатамъ, содержащимся въ этомъ уравненіи. Такъ какъ обитъ теплоты происходитъ здѣсь по всѣмъ направленіямъ, то каждый коэффициентъ служитъ для измѣренія потока, параллельнаго соотвѣтствующей координатѣ. Каждый изъ этихъ трехъ главныхъ потоковъ, какъ оказывается, всегда имѣетъ то же значеніе, какъ если-бы двухъ другихъ совершенно не существовало, подобно тому, какъ въ механикѣ различныя элементарныя движенія совершаются одновременно, не оказывая другъ на друга никакого вліянія. Вычисляя этотъ потокъ по какому нибудь новому направленію, мы видимъ, что онъ выводится изъ первыхъ по тѣмъ-же самымъ математическимъ законамъ, которые въ механикѣ опредѣляютъ сложеніе силъ, а въ геометріи теорію проекцій.

Здѣсь мы замѣчаемъ новый и важный примѣръ удивительнаго свойства, по существу принадлежащаго математическому анализу, и состоящаго въ способности раскрывать при разумномъ примѣненіи дѣйствительныя аналогіи между самыми разнообразными явленіями; ибо анализъ позволяетъ схватить въ каждомъ изъ нихъ все, что оно представляетъ отвлеченнаго, а слѣдовательно, и общаго. Первый и самый основной изъ двухъ только что разсмотрѣнныхъ нами элементарныхъ термодогическихъ случаевъ точно соотвѣтствуетъ возрастанію ординатъ прямой линіи въ геометріи, и закону равномернаго движенія

---

не зависящій отъ какой-бы то ни было безполезной гипотезы относительно природы теплоты, что, конечно, очень хорошо извѣстно всѣмъ, кто сколько нибудь знакомъ съ этою теоріею.



нія въ механикѣ. Тѣ-же самые коэффициенты, термодогическое значеніе которыхъ состоитъ въ измѣреніи потока теплоты, въ геометріи служатъ для опредѣленія направленій, а въ механикѣ для вычисленія скоростей. Хотя въ первомъ томѣ я и старался путемъ непосредственнаго и общаго изслѣдованія надлежащимъ образомъ выдвинуть эту основную характерную черту математическаго анализа, я не долженъ былъ пренебречь возможностью указать здѣсь на столь важное доказательство ея справедливости.

На основаніи вышеуказанныхъ предварительныхъ теоремъ методъ безконечно малыхъ позволяетъ составить безъ труда основныя уравненія, относящіяся къ распространенію теплоты въ какомъ угодно случаѣ. Дѣйствительно, какъ-бы ни мѣнялись послѣдовательныя температуры одной и той-же молекулы или одновременныя температуры различныхъ точекъ, всегда можно представить себѣ массу раздѣленную на безконечно малые призматическіе элементы относительно каждой изъ трехъ координатныхъ осей, вдоль сторонъ которыхъ потоки теплоты были-бы равномѣрны и постоянны въ теченіе одного и того-же момента. Тогда каждый потокъ непремѣнно выразится производною функціею отъ температуры по соотвѣтствующей координатѣ. Въ такомъ случаѣ, если-бы во всѣхъ трехъ направленіяхъ для двухъ равныхъ и противоположныхъ сторонъ, перпендикулярныхъ къ одной и той-же координатной оси, потокъ имѣлъ бы одно и то же значеніе, то очевидно, что температура элемента не могла-бы испытывать никакого измѣненія, ибо онъ настолько-же нагрѣвался-бы чрезъ одну грань, насколько охлаждался бы чрезъ другую. Такимъ образомъ измѣненіе температуры обусловливается только неравенствомъ этихъ двухъ взаимно противоположныхъ потоковъ. Вычисляя эту разность, естественно зависящую отъ второй производной температуры по разсматриваемой координатѣ, и складывая разности, соотвѣтствующія тремъ осямъ, мы точно вычислимъ все количество введенной такимъ образомъ теплоты, а слѣдовательно, если примемъ во вниманіе удѣльную теплоту и плотность этого элемента, вычислимъ и дѣйствительное мгновенное приращеніе его температуры. Отсюда непосредственно вытекаетъ основное дифференціальное уравненіе, состоящее въ томъ, что сумма трехъ частныхъ производныхъ второго порядка отъ температуры, поочередно разсматриваемой, какъ функція каждой изъ координатъ отдѣльно, всегда равна первой производной этой температуры взятой во времени, умноженной на постоянный коэффициентъ: значеніе этого коэффициента равно произведенію плотности на отношеніе удѣльной теплоты къ внутренней теплопроводности элемента объема. Если-бы надлежало непосредственно разсмотрѣть постоянное, окончательное состояніе системы, то для характеристики его достаточно было-бы приравнять нулю вторую часть этого общаго уравненія; въ такомъ случаѣ оно содержало-бы только три независимыхъ переменныхъ.

Мы видимъ, что въ силу общихъ свойствъ дифференціальныхъ соотношеній подобное уравненіе не содержитъ въ себѣ никакихъ непосредственныхъ слѣдовъ не только начальнаго термодогического состоянія, но и постоянныхъ условий, свойственныхъ внѣшней поверхности. Уравненіе выражаетъ только то, что есть въ явленіи самаго общаго и глубокаго, т. е. непрерывный обмѣнъ теплоты между всѣми молекулами системы, обусловливаемый ихъ температурами въ данный моментъ. Такимъ-же точно образомъ въ первомъ томѣ этого труда

были показаны основныя дифференціальныя уравненія геометріи и механики, одинаково представляющія одно и то же общее явленіе, независимо отъ какого-бы то ни было частнаго случая, когда подобное явленіе осуществится. Таково философское происхождение этой чрезвычайной стройности, всегда вводимой правильнымъ примѣненіемъ математическаго анализа въ тѣхъ случаяхъ, когда природа нашихъ изслѣдованій его допускаетъ. Отнынѣ безпредѣльное множество изслѣдованій, обусловливаемое безчисленнымъ множествомъ варьяцій въ формѣ и способѣ нагрѣванія тѣлъ, въ глазахъ геометровъ всегда останутся только различными аналитическими видоизмѣненіями одной и той-же задачи, неизмѣнно подчиненной одному и тому-же основному уравненію. Дѣйствительно, различные частные случаи могутъ различаться въ немъ только аналитическимъ строеніемъ произвольныхъ функций, свойственныхъ общему интегралу даннаго уравненія.

Во всякомъ случаѣ, такъ какъ значеніе подобнаго отвлеченнаго соотношенія можетъ стать вполне опредѣленнымъ только въ случаѣ, если мы примемъ во вниманіе характерныя условія каждаго частнаго вопроса, то даже для пополненія этого краткаго указанія необходимо показать теперь общій способъ, по которому Фурье произвелъ аналитическое введеніе этихъ дополнительныхъ условій. Для этого необходимо различить начальное состояніе различныхъ точекъ системы и постоянное состояніе внѣшней поверхности, два общихъ заглавія, подъ которыми могутъ быть распредѣлены всѣ эти различныя частныя условія.

Что касается разсмотрѣнія первоначальныхъ температуръ, то непосредственно оно не представляетъ никакихъ спеціальныхъ аналитическихъ трудностей за исключеніемъ развѣ выполненія интегрированій. Затѣмъ произвольныя функции должны быть подобраны такъ, что если вернуться къ начальному состоянію, приравнивая въ общей формулѣ, выражающей температуру каждой точки въ какой угодно моментъ, время нулю, то формула сдѣлается совершенно тождественною съ предварительно опредѣленною функциею координатъ, посредствомъ которой было характеризовано начальное термодогическое состояніе. Итакъ, это условіе не приводитъ ни къ какому общему дифференціальному соотношенію.

Совсѣмъ иное приходится сказать относительно состоянія поверхности. Здѣсь слѣдуетъ выразить, что если предположимъ между координатами, находящимися въ общей формулѣ температуръ, соотношеніе, свойственное предложенной поверхности, то для всякаго времени эта формула совпадаетъ съ тою, которая свойственна этой поверхности. Но такъ какъ это условіе постоянно по природѣ, то оно можетъ быть принято въ соображеніе общимъ способомъ посредствомъ вспомогательнаго дифференціальнаго уравненія, ибо оно непрерывно вліяетъ на основной способъ распространенія тепла, тогда какъ вліяніе начальнаго состоянія ограничивается только измѣненіемъ абсолютныхъ значеній температуръ, свойственныхъ нѣкоторому данному моменту. Это дифференціальное уравненіе, которое всегда перваго порядка, получается, если приравнять количество теплоты, получаемое какимъ нибудь элементомъ поверхности по направленію его нормали отъ соотвѣствующихъ внутреннихъ молекулъ, количеству теплоты, стремящемуся выйти вслѣдствіе даннаго вліянія окружающей системы. Менѣе высокой порядокъ такого уравненія въ сравненіи съ основнымъ урав-

неніемъ внутренняго распространенія зависитъ отъ того, что въ послѣднемъ необходимо было разсмотрѣть разность потоковъ чрезъ двѣ противоположныя грани каждаго элемента объема, тогда какъ для поверхности, наоборотъ, приходится разсматривать самый потокъ, непосредственно компенсируемый дѣйствіемъ среды. Если бы по какой нибудь причинѣ для пѣкотораго внутренняго слоя была напередъ задана опредѣленная система температуръ, то, какъ правильно замѣтилъ Фурье, отсюда сейчасъ же вытекало бы то же самое условіе непрерывности, какъ и для поверхности въ общемъ случаѣ распространенія теплоты.

Это вспомогательное уравненіе, относящееся ко всѣмъ точкамъ оболочки, кромѣ производныхъ функций отъ температуры по координатамъ, выражающихъ потокъ вдоль каждой изъ нихъ, необходимо содержать еще и чисто геометрическіе дифференціальныя коэффиціенты, посредствомъ которыхъ выражается аналитически направленіе нормали въ каждой точкѣ поверхности. Таковъ общій способъ, по которому въ математической термолוגіи вводится въ разсмотрѣніе формаль, всегда неизбѣжно и спеціально вліяющая на всю совокупность рѣшенія. Конечно, наблюденіе уже давно открыло это вліяніе самыми неоспоримыми указаніями; понятно, что невозможно было составить себѣ о немъ яснаго представленія до тѣхъ поръ, пока ученіе Фурье рационально не указало ему его настоящаго мѣста среди различныхъ причинъ, вліяющихъ на окончательный результатъ, непосредственное изслѣдованіе котораго могло бы дать въ этомъ отношеніи только по существу неясныя и смутныя понятія.

Таковы общіе способы выраженія уравненіемъ всѣхъ задачъ, относящихся къ распространенію теплоты въ твердыхъ тѣлахъ, а также и два рода дополнительныхъ условій, предназначенныхъ для опредѣленія въ каждомъ частномъ случаѣ произвольныхъ функций, соответствующихъ этому дифференціальному уравненію втораго порядка. Природа этого труда и необходимыя его границы не допускаютъ здѣсь даже краткога описанія совершенно новой системы аналитическихъ приемовъ, созданныхъ гениемъ Фурье для интегрированія этихъ уравненій, зависѣвшихъ отъ самой трудной и самой несовершенной части интегральнаго исчисленія. Этотъ прекрасный анализъ характеризуется въ особенности старательностью, съ которою въ немъ всегда непосредственно отыскивается интеграль, соответствующій термологической задачѣ, не прибѣгая къ выводу его изъ интеграла, представляющаго наибольшую отвлеченную общность, составленіе котораго оказалось бы почти всегда невозможнымъ. Вспомогательныя условія, касающіяся какъ первоначальнаго состоянія системы, такъ и постояннаго состоянія поверхности, ввели въ него необходимое разсмотрѣніе прерывныхъ функций, теорія которыхъ, въ настоящее время такъ хорошо разработанная, въ тѣ времена была едва намѣтена въ своихъ основаніяхъ. Общія теоремы о преобразованіи этихъ функций въ тригонометрическіе ряды, расположенные по синусамъ или косинусамъ неопредѣленныхъ кратныхъ перемѣнной, или въ эквивалентныя имъ опредѣленные интегралы, независимо отъ ихъ непосредственнаго значенія для термолוגіи, значительно расширили основную область математическаго анализа. Я указалъ уже въ первомъ томѣ, какъ, распространяя ихъ на ограниченныя части геометрическихъ мѣстъ, или на какія угодно соединенія различныхъ формъ, геометрія могла воспользоваться ими для дополненія аналитическаго выраженія всѣхъ

фигуръ; къ тому же это было необходимо и въ математической термологіи для возможности изученія распространенія теплоты въ многогранникахъ. Но способъ, по которому Фурье примѣнялъ свои аналитическіе приемы, съ философской точки зрѣнія быть можетъ не менѣе замѣчательнъ, чѣмъ самое изобрѣтеніе этихъ средствъ. Во всѣхъ важныхъ случаяхъ онъ не только добросовѣстно старался получать въ концѣ концовъ ясныя простыя и легко вычисляемыя формулы, къ чему слѣдовало бы стремиться и во всѣхъ задачахъ; но онъ вообще составилъ ихъ такъ, что онѣ съ перваго взгляда раскрываютъ существенный ходъ предложеннаго явленія; при этомъ различные члены ихъ постоянно выражаютъ различныя элементарныя термологическія состоянія, непрерывно налагающіяся другъ на друга, какъ показало бы и непосредственное изслѣдованіе, если бы оно было выполнимо съ такою степенью точности.

Съ чисто аналитической точки зрѣнія термологическія задачи по своей природѣ представляютъ основную аналогию съ тѣми, которыя возникаютъ при изслѣдованіи движенія жидкостей. Въ томъ и другомъ случаѣ дѣло идетъ о функціяхъ четырехъ независимыхъ переменныхъ, подчиненныхъ уравненіямъ въ частныхъ производныхъ второго порядка, строеніе которыхъ обыкновенно сходно. Сходство это во многихъ отношеніяхъ распространяется даже и на вспомогательныя условія. Условія, относящіяся къ первоначальнымъ температурамъ различныхъ молекулъ, въ гидродинамическихъ задачахъ замѣняются начальными скоростями различныхъ точекъ. Такъ-же точно постоянное поддержаніе данной степени вѣшняго давленія на поверхности жидкости соотвѣтствуетъ постоянному состоянію оболочки твердаго тѣла, нагрѣтой до известной температуры, не зависящей отъ внутренняго распространенія теплоты. Впрочемъ, въ этомъ послѣднемъ отношеніи между обоими случаями есть и существенная разница, ибо въ термологической задачѣ форма поверхности остается неизмѣнною въ теченіе всей продолжительности явленія, а въ гидродинамической она измѣняется по мѣрѣ совершенія явленія, что, конечно, должно увеличивать аналитическія трудности. Но хотя оба анализа и не могутъ разсматриваться, какъ совершенно тождественные, тѣмъ не менѣе существующая между ними естественная аналогія, очевидно, достаточно глубока для того, чтобы общіе успѣхи одного были бы непосредственно примѣнимы къ другому, какъ и указалъ Фурье. Поэтому надо думать, что, когда вся совокупность доктрины Фурье будетъ болѣе изучена и лучше опѣнена, геометры сдѣлаютъ изъ него обширное и важное примѣненіе для аналитическаго изслѣдованія движеній жидкости, что и пытался уже сдѣлать Корансецъ (Coransez).

При разсмотрѣніи съ философской точки (69) зрѣнія общаго духа этого термологическаго анализа, мнѣ представилось, что онъ допускаетъ основное усовершенствованіе, которое я долженъ вернуть указать здѣсь тѣмъ геометрамъ, которые способны понять его и примѣнить. Оно состояло бы по существу въ примѣненіи варіаціоннаго исчисленія къ термологіи, донинѣ лишенной этого драгоценнаго метода. Вездѣ, гдѣ какая нибудь величина получаетъ два рода приращеній не только различныхъ и независимыхъ, но и совершенно разнородныхъ, можетъ быть введено понятіе о *варіаціи*; оно всегда существенно улучшаетъ аналитическое выраженіе явленій, давая возможность въ самыхъ исчисленіяхъ удобнѣе различать по природѣ раз-

личные причины. Такимъ именно образомъ Лагранжъ столь удачно внесъ это понятіе въ механической анализъ, гдѣ оно препятствуетъ смѣшенію чисто геометрическихъ дифференцированій съ тѣми, которыя носятъ истинно динамическій характеръ. Но мнѣ кажется, что термолוגія допускаетъ такое примѣненіе такъ же естественно, какъ и механика. Ибо очевидно, что въ ней всегда разсматриваются два хорошо разграниченныхъ порядка общихъ измѣненій: измѣненія, испытываемыя въ различные моменты явленія температурою одной и той же молекулы, и измѣненія, замѣчаемыя въ одинъ и тотъ же моментъ при переходѣ отъ одной точки къ другой. Двѣ столь различныя, но до сихъ поръ постоянно смѣшивавшіяся въ термолוגическихъ уравненіяхъ точки зрѣнія всегда могли бы быть легко раздѣлены примѣненіемъ къ одной изъ нихъ спеціального обозначенія варіацій, что было бы особенно удобно для второго случая. Такое усовершенствованіе не ограничилось бы улучшеніемъ основныхъ обозначеній, хотя для всякаго аналита и это уже чрезвычайно важно. Но, кромѣ того, я не сомнѣваюсь въ томъ, что разумное примѣненіе общихъ преобразованій, указываемыхъ варіаціоннымъ исчисленіемъ, къ раздѣленію общихъ характеристикъ сильно упроститъ всю совокупность аналитическаго рѣшенія и въ тоже время разъяснитъ его и лучше согласитъ его съ ходомъ термолוגическаго явленія. Такъ какъ природа и область моихъ собственныхъ работъ не позволяютъ мнѣ надѣяться на то, чтобы когда нибудь мнѣ удалось достаточно спеціально провести эту мысль, то мнѣ и приходится непосредственно передать ее тѣмъ геометрамъ, которые пожелаютъ воспользоваться такимъ предложеніемъ. <sup>(70)</sup>.

Послѣ достаточной характеристики главныхъ сторонъ математической теоріи послѣдовательнаго и непрерывнаго распространенія тепла и холода въ твердыхъ тѣлахъ, намъ остается только философски изслѣдовать общее ученіе Фурье, поскольку оно касается ученія о лучистой теплотѣ. Но это можетъ быть сдѣлано только при помощи очень обширныхъ разсужденій, которымъ здѣсь не мѣсто. Къ тому же и предыдущія соображенія, касающіяся самаго важнаго и труднаго вопроса, показываютъ достаточно ясно, какимъ образомъ удалось безповоротно привести термолוגическія явленія къ математическимъ законамъ <sup>(71)</sup>, что и составляло мою единственную цѣль въ этомъ трудѣ. Итакъ, что касается анализа лучеиспусканія, я ограничусь здѣсь указаніемъ наиболѣе замѣчательнаго общаго результата, состоящаго въ рациональномъ объясненіи способа измѣненія напряженности лучеиспусканія въ зависимости отъ его направленія.

По этому вопросу я указалъ уже въ предыдущей лекціи, какъ Лесли открылъ путемъ остроумныхъ опытовъ непрерывное измѣненіе этой напряженности, происходящее пропорціонально синусамъ угловъ, образуемыхъ какъ испускаемыми, такъ и падающими лучами съ соответствующею поверхностью. Но Фурье доказалъ вполне, что этотъ законъ необходимъ для установленія или поддержанія термометрическаго равновѣсія между всякими двумя тѣлами. Молекула, произвольно помѣщенная внутри очень обширной оболочки, всѣ части которой находятся при совершенно одинаковой, постоянной температурѣ, всегда пріобрѣтаетъ чрезъ извѣстный промежутокъ времени ту же самую общую температуру и, разъ получивъ ее, сохраняетъ ее неопредѣленно долго; на это ясно указываютъ самыя обыкновенныя наблюденія.

Прежде всего легко доказать, что подобный результатъ не могъ бы имѣть мѣста, если бы всѣ части оболочки лучеиспускали на молекулу съ одинаковою энергіею, пренебрегая, конечно, неравенствомъ разстояній: теплота, испускаемая перпендикулярно къ поверхности оболочки, не можетъ, слѣдовательно, имѣть той же самой напряженности, какъ теплота, испускаемая по направленіямъ болѣе или менѣе наклоннымъ. Разсужденія, которыми пользовался Фурье показываютъ далѣе на основаніи болѣе глубокаго анализа, что этой общей температуры не могло бы существовать и въ томъ случаѣ, если-бы напряженность лучеиспусканія измѣнялась по какому нибудь закону, отличному отъ закона синуса наклонности: въ такомъ случаѣ термометрическое состояніе молекулы зависѣло бы отъ ея положенія и въ различныхъ положеніяхъ могло бы обнаруживать самыя невозможныя разности температуры, которая въ извѣстныхъ случаяхъ могла бы быть гораздо ниже или гораздо выше общаго и постояннаго температурнаго состоянія оболочки. Доказательство очень просто въ случаѣ, если мы примемъ во вниманіе только теплоту, непосредственно посылаемую молекулѣ каждымъ элементомъ оболочки; но оно сильно усложняется, какъ только мы начинаемъ разсматривать, какъ того требуетъ полный анализъ, теплоту, доходящую послѣ нѣкотораго числа послѣдовательныхъ отраженій. Наконецъ, достаточно замѣнить предполагаемую молекулу тѣломъ опредѣленныхъ размѣровъ, чтобы распространить то же самое математическое разсужденіе на ту часть эмпирическаго закона Лесли, которая касается не испускаемой теплоты, а поглощаемой. Такимъ образомъ эта прекрасная работа непосредственно связываетъ съ простымъ и общезвѣстнымъ фактомъ термометрическаго равновѣсія этотъ замѣчательный законъ, главную основу теоріи лучеиспусканія, законъ, который, конечно, могъ быть только приблизительно установленъ опытами физиковъ. Это сложное доказательство составляетъ, конечно, одно изъ самыхъ удачныхъ примѣненій математическаго анализа къ физическимъ изслѣдованіямъ, разсматриваемымъ съ спеціальной точки зрѣнія.

Согласно общему плану, установленному во введеніи къ этому труду, естественная философія, разсматриваемая отвлеченно, должна быть единственнымъ предметомъ нашего текущаго изслѣдованія, и обыкновенно намъ приходится воздерживаться отъ включенія въ нее конкретныхъ соображеній, относящихся къ естественной исторіи въ собственномъ смыслѣ слова, такъ какъ система второстепенныхъ наукъ можетъ быть только производною отъ системы основныхъ наукъ (смотри вторую лекцію). Поэтому не могу разсматривать здѣсь со всѣми спеціальными указаніями, необходимыми для точной философской оцѣнки, важную теорію земныхъ температуръ, составляющую, однако, самое существенное и въ то же время самое сложное приложеніе математической термодогіи. Но я не могу не указать здѣсь, хотя бы вкратцѣ, на эту столь новую и интересную часть общаго ученія Фурье.

Пренебрегая чисто мѣстными и случайными вліяніями, мы видимъ, что температура каждой точки земнаго шара зависитъ по существу отъ различной комбинаціи трехъ общихъ и постоянныхъ причинъ: 1) солнечной теплоты, неравномѣрно вліяющей на различныя точки и подверженной всюду періодическимъ измѣненіямъ. 2) внутренней теплоты, свойственной землѣ со времени ея образованія, какъ отдѣльной планеты; 3) наконецъ, общаго термометрическаго состоянія пространства, занимаемаго міромъ, часть котораго мы составляемъ.

Только вторая причина дѣйствуетъ непосредственно на всѣ точки земной массы, вліяніе же двухъ другихъ непосредственно ограничивается только внѣшнею поверхностью. При этомъ перечислены онѣ здѣсь въ томъ порядкѣ, въ какомъ онѣ были послѣдовательно обнаружены нами, т. е. въ порядкѣ ихъ болѣе или менѣе очевиднаго участія въ возникновеніи термологическихъ явленій на поверхности земли, единственныхъ, поддающихся полному наблюденію.

До Фурье всѣ физики и натуралисты приписывали эти явленія исключительно дѣйствию солнца: настолько въ тѣ времена были смутенъ и поверхностенъ ихъ анализъ. Правда предположеніе о центральной теплотѣ очень древне; но гипотеза эта, произвольно отрицавшаяся одними и съ такимъ же основаніемъ принимавшаяся другими, въ дѣйствительности не имѣла никакой научной устойчивости; ибо пренія никогда не касались того участія, которое могла-бы принимать эта первоначальная теплота въ термологическихъ измѣненіяхъ поверхности. Математическая теорія Фурье ясно показала, что температуры на этой поверхности чрезвычайно отличались бы отъ наблюдаемыхъ какъ по значенію, такъ и въ особенности по ихъ общему распредѣленію, если бы масса земли не была проникнута всюду собственной первоначальной теплотою, не зависящею отъ дѣйствія солнца и стремящеюся разсѣяться чрезъ оболочку путемъ лучеиспусканія на другія свѣтила, хотя атмосфера и должна сильно замедлять такое естественное разсѣяніе. Эта первоначальная теплота непосредственно мало вліяетъ на дѣйствительныя поверхностныя температуры; но она не позволяетъ ихъ періодическимъ измѣненіямъ слѣдовать законамъ, отличающимся отъ тѣхъ, которые должны вытекать изъ солнечнаго вліянія; ибо безъ нея это вліяніе разсѣялось бы большею частью по всей массѣ шара. Если мы станемъ разсматривать внутреннія точки, даже очень близкія къ оболочкѣ, и при томъ находящіяся на разстояніи отъ нея, тѣмъ меньшею, чѣмъ ближе онѣ къ экватору, то оказывается, что въ нихъ центральная теплота становится преобладающею; далѣе вглубь она начинаетъ исключительно опредѣлять соотвѣтствующія температуры, строгое постоянство которыхъ и постепенное возрастаніе по мѣрѣ увеличенія глубины такъ сильно привлекали въ послѣднее время вниманіе наблюдателей.

Что касается третьей общей причины земныхъ температуръ, то до Фурье никому въ голову не приходила даже мысль о ней. Тѣмъ не менѣе если-бы, какъ неоднократно указывалъ этотъ знаменитый философъ тѣмъ, кого онъ удостоивалъ дружеской бесѣды, земля, покидая какую нибудь часть своей орбиты, оставила бы тамъ термометръ, то этотъ инструментъ, будучи подверженъ дѣйствию солнца, не могъ-бы опускаться неопредѣленно: жидкость непремѣнно остановилась бы на нѣкоторой точкѣ, которая и указала бы температуру пространства, въ которомъ мы движемся<sup>(72)</sup>. Это остроумное предположеніе есть только наиболѣе простое и поразительное выраженіе общаго результата работъ Фурье по этому вопросу, ясно доказавшихъ, что дѣйствительное измѣненіе температуръ на поверхности нашего шара было-бы совершенно не объяснимо, даже если бы была принята во вниманіе внутренняя теплота, если бы окружающее пространство не имѣло собственной опредѣленной температуры, вѣроятно, очень мало отличающейся отъ температуры, дѣйствительно наблюдаемой у полюсовъ, хотя истинное ея опредѣленіе пока еще и нѣсколько сомнительно. Замѣчательно, что

изъ двухъ новыхъ термولوجическихъ причинъ, открытыхъ Фурье, первая можетъ быть непосредственно измѣрена на экваторѣ на разстояніи нѣсколькихъ сантиметровъ отъ поверхности, а вторая у полюсовъ (<sup>73</sup>), тогда какъ во всѣхъ промежуточныхъ точкахъ наблюденіе нуждается въ руководствѣ и толкованіи глубокаго математическаго анализа для того, чтобы во всѣхъ его указаніяхъ можно было отдѣлить вліяніе каждаго изъ трехъ основныхъ дѣйствій.

При такомъ опредѣленіи общихъ основъ великой задачи земныхъ температуръ ея математическое рѣшеніе составляетъ самое сложное приложеніе аналитической термولوجіи. Въ этомъ случаѣ требуется точно изслѣдовать измѣненіе температуръ въ данной сферѣ, начальное состояніе которой выражено опредѣленною, но неизвѣстною функціею отъ координатъ какой угодно молекулы, и поверхность которой, лучеиспуская въ среду, температура которой должна быть предположена постоянной, хотя и неизвѣстною, въ то же время находитъ подъ вліяніемъ нѣкоторой перемѣнной термولوجической причины выраженной очень сложною, хотя и данною періодическою функціею протекшаго времени. Кромѣ того, надо еще имѣть въ виду газообразную оболочку, окружающую эту сферу и неизбѣжно въ значительной степени измѣняющую естественное распространеніе теплоты на ея поверхности. Чрезмѣрная сложность такой задачи и неизбѣжное невѣдѣніе наше относительно одного изъ существенныхъ условій не позволило бы получить дѣйствительно полнаго раціональнаго рѣшенія, хотя она и могла бы быть упрощена предположеніемъ, что начальная температура каждой внутренней молекулы зависитъ только отъ разстоянія ея отъ центра. Во всякомъ случаѣ, такъ какъ термولوجическое состояніе поверхности или ближайшихъ къ ней слоевъ должно составлять самую интересную часть изслѣдованія, то оказалось возможнымъ, разумно направляя всѣ усилія для достиженія этой единственной цѣли, достигнуть въ этомъ отношеніи весьма удовлетворительныхъ результатовъ, свободныхъ по существу отъ недостоверныхъ гипотезъ о законѣ, относящемся къ внутренней теплотѣ, отъ которыхъ такъ мудро воздерживался Фурье. Отнынѣ общій ходъ поверхностныхъ температуръ точно характеризуемъ въ его главныхъ суточныхъ и годовыхъ измѣненіяхъ. Мы знаемъ, каково участіе, оказываемое каждою изъ трехъ термولوجическихъ причинъ, наконецъ, мы въ состояніи правильно оцѣнить существенное вліяніе атмосферы, которая вслѣдствіе періодическихъ измѣненій попеременно нагрѣваетъ и охлаждаетъ поверхность, содѣйствуя такимъ образомъ правильности явленій. Хотя это сложное ученіе и находится еще въ самомъ началѣ своего развитія, тѣмъ не менѣе главные успѣхи ея, относящіеся къ тому, что мы можемъ надѣяться достоверно узнать когда нибудь при его помощи, по существу зависятъ отнынѣ только отъ усовершенствованія способовъ наблюденія, раціональный планъ которыхъ ужѣ намѣтила теорія Фурье. Когда необходимыя данныя задачи будутъ лучше извѣстны, эта теорія позволитъ намъ съ увѣренностью дойти до нѣкоторыхъ точныхъ указаній относительно прежняго термولوجическаго состоянія нашего шара такъ же, какъ и относительно его будущихъ измѣненій. Но и теперь уже эта теорія дала намъ философски чрезвычайно важный окончательный результатъ, показавъ, что періодическое состояніе поверхности сдѣлалось теперь постояннымъ по существу, и можетъ испытывать только неощутимыя измѣненія вслѣдствіе непрерывнаго охлажденія внутренней массы въ теченіе бу-



дущих вѣковъ. Какъ бы ни былъ несовершененъ этотъ быстрый обзоръ, онъ показываетъ ясно, какое чудное научное развитіе приобрѣла, только благодаря работамъ гениальнаго человѣка, эта основная отрасль естественной исторіи земного шара, до Фурье состоявшая только изъ смутныхъ и произвольныхъ мнѣній, перемѣшанныхъ съ кое-какими безсистемными и неполными наблюденіями, изъ которыхъ не могло вытекать никакое ясное и общее представленіе.

Таковы въ общемъ главные научные признаки математической термолוגии, созданной гениемъ великаго Фурье. Много современныхъ геометровъ уже старались вступить на это новое поприще, открытое математическому уму; но до сихъ поръ они въ дѣйствительности не прибавили ничего истинно важнаго къ результатамъ работъ Фурье. Нужно даже сказать, что большинство изъ нихъ по существу видѣли въ подобныхъ изслѣдованіяхъ только новое поле для аналитическихъ упражненій, на которомъ легко было приобрести минутную славу, внося болѣе или менѣе интересныя видоизмѣненія въ разобранные знаменитымъ основателемъ частные случаи (<sup>74</sup>). Въ большинствѣ случаевъ эти второстепенныя работы не обнаруживаютъ даже того глубокаго чувства истинной математической философіи, которымъ, быть можетъ, больше, чѣмъ всякій другой геометръ, былъ проникнутъ Фурье, чувствомъ, состоящимъ главнымъ образомъ въ тѣсной и постоянной связи абстрактнаго съ конкретнымъ, что я такъ старался установить ясно. Былъ, напримѣръ, одинъ, нынѣ весьма извѣстный геометръ, который приписывалъ ребячески большое значеніе новому изслѣдованію основнаго уравненія распространенія теплоты при предположеніи, что внутренняя теплопроводность измѣняется отъ точки къ точкѣ, хотя и остается тождественною по всѣмъ направленіямъ,—Фурье предположилъ ее постоянной. Изъ всѣхъ этихъ многочисленныхъ аналитическихъ изслѣдованій по термолוגии слѣдуетъ выдѣлить однако работы Дюгамеля, какъ единственныя достойныя того, чтобы считать ихъ дѣйствительно прибавившими кое-что къ основной теоріи Фурье; они стремятся усовершенствовать аналитическое выраженіе дѣйствительныхъ явленій. Я укажу въ особенности на удачный взглядъ этого геометра на внутреннюю теплопроводность.

Дюгамель созналъ, что было бы невозможно мѣнять это свойство для различныхъ точекъ тѣла, оставляя его одинаковымъ по всѣмъ направленіямъ, ибо реальныя его измѣненія, очевидно, должны быть рѣзче по отношенію къ направленіямъ, чѣмъ по отношенію къ положеніямъ. Поэтому онъ преобразовалъ общее термологическое уравненіе, рассматривая внутреннюю теплопроводность, какъ зависящую отъ обоихъ родовъ одновременныхъ измѣненій. Анализъ привелъ его къ открытію весьма замѣчательной общей теоремы относительно постоянныхъ соотношеній, существующихъ между различными теплопроводностями одной и той же молекулы по всевозможнымъ направленіямъ. Эта теорема относится къ случаю, когда теплопроводность одинакова для всѣхъ точекъ тѣла и для каждой изъ нихъ мѣняется только въ зависимости отъ направленій. Она состоитъ въ томъ, что при подобной гипотезѣ для всякой массы всегда существуетъ три опредѣленныхъ взаимно-перпендикулярныхъ направленія, которыя Дюгамель мудро назвалъ *главными осями теплопроводности*, по которымъ потокъ теплоты имѣетъ то же самое значеніе, какъ если бы теплопроводность была постоянна; этотъ потокъ есть *maximum* относительно одной изъ осей и измѣняется по

всѣмъ другимъ направленіямъ пропорціонально косинусу соотвѣтствующаго угла. Въ общемъ совокупностью своихъ свойствъ эти термолгическія оси представляютъ интересную и выдержанную аналогію съ динамическими осями, открытыми Эйлеромъ въ теоріи вращеній. Достойно вниманія, что, какъ показалъ Дюгамель, тѣ и другія характеризуются одинаковыми аналитическими условіями. Ихъ разсмотрѣніе въ особенности имѣетъ одинаковое значеніе для облегченія аналитическаго изслѣдованія явленія, ибо, относя къ нимъ координатныя оси, Дюгамель получилъ основное уравненіе столь-же простымъ для переменнѣйшей теплопроводности, какъ и уравненіе Фурье для постоянной теплопроводности, съ тою только разницею, что три члена второго порядка не имѣютъ равныхъ коэффициентовъ <sup>(75)</sup>. Съ философской точки зрѣнія это интересное открытіе замѣчательно дополняетъ основную гармонію между термолгическимъ и динамическимъ анализомъ, во многихъ другихъ отношеніяхъ уже открытую самимъ Фурье. Дѣйствительная польза его значительно уменьшается <sup>(76)</sup> однако гипотетическою по существу природою соотвѣтствующаго термолгическаго строенія; ибо теорема, конечно, теряетъ свою силу, какъ только предположимъ, что теплопроводность измѣняется не только въ зависимости отъ направленій, но также и въ зависимости отъ точекъ, а тѣмъ не менѣе это, очевидно, и есть реальный случай; впрочемъ, Дюгамель вывелъ въ послѣдствіи и наиболѣе общее дифференціальное уравненіе явленія.

До сихъ поръ еще никто не пробовалъ разсмотрѣть тѣ видоизмѣненія, которыя должны были-бы произойти въ математической термолгіи, если бы были приняты во вниманіе тѣ измѣненія теплопроводности, свойственной какъ каждой точкѣ, такъ и каждому направленію, которыя вызываются въ разные времена постепеннымъ ходомъ самаго явленія; то же самое относится и къ аналогичнымъ измѣненіямъ удѣльной теплоты. Между тѣмъ ни одно изъ этихъ свойствъ, а въ особенности послѣднее, не можетъ быть разсматриваемо, какъ строго неизмѣнное при всякихъ температурахъ, какъ я и указывалъ уже въ прошлой лекціи. Ихъ измѣненія должны безъ сомнѣнія оказывать существенное вліяніе на всѣ тѣ случаи, когда происходятъ весьма обширныя измѣненія температуры. Трудно было бы принять ихъ во вниманіе безъ значительнаго усложненія основныхъ термолгическихъ уравненій, интегрированіе которыхъ сдѣлалось бы можетъ быть совершенно невыполнимымъ, подобно тому, какъ это обыкновенно наблюдается при аналитическомъ изслѣдованіи даже самыхъ простыхъ физическихъ явленій, когда пытаются слишкомъ приблизить отвлеченное состояніе къ конкретному. По своей природѣ эти видоизмѣненія даже больше, чѣмъ всякія другія, усложнили бы основныя трудности термолгической задачи, разсматриваемой съ аналитической точки зрѣнія; ибо, если бы они были приняты во вниманіе, дифференціальныя уравненія распространенія теплоты неизбѣжно перестали бы быть *линейными*, а слѣдовательно, ускользали-бы отъ употреблявшихся до сихъ поръ методовъ интегрированія, по существу относящихся только къ такого рода уравненіямъ. Во всякомъ случаѣ полное невѣдѣніе дѣйствительныхъ законовъ этихъ измѣненій, въ которомъ мы до сихъ поръ находимся, надолго заставитъ физиковъ и геометровъ предполагать совершенно постоянными эти характерныя свойства, хотя въ послѣдствіи и придется исправить эту первоначальную гипотезу. Философія астрономіи неоднократно показывала намъ, насколько важно.

чтобы истинно философскій умъ до тѣхъ поръ не вводилъ преждевременныхъ усложненій въ рациональныя понятія, пока болѣе внимательное изслѣдованіе не обнаружитъ ихъ безусловной необходимости.

Есть полное основаніе предполагать, что именно это, очевидно, разумное философское правило и помѣшало Фурье принять во вниманіе всѣ вышеуказанныя различныя измѣненія<sup>(77)</sup>.

По существу онъ даже долженъ былъ стараться, какъ можно менѣе останавливаться на нихъ, изъ боязни усложнить основное изложеніе столь новой теоріи введеніемъ побочныхъ трудностей, которыя только затемнили бы ея главныя характерныя черты. Въ своихъ размышленіяхъ онъ, конечно, представлялъ себѣ, какъ его послѣдователи, идя по пути, открытому его гениемъ, съумѣютъ безъ труда принять во вниманіе всѣ тѣ второстепенныя соображенія, которыя онъ разумно оставлялъ въ сторонѣ. Это окажется возможнымъ, когда всѣ эти явленія будутъ правильно опредѣлены; но тогда останутся вытекающія изъ нихъ аналитическія трудности<sup>(78)</sup>.

Въ этой лекціи я старался, не выходя изъ предѣловъ, соотвѣтствующихъ природѣ моего труда, дать по возможности ясное общее понятіе объ удивительной математической теоріи, созданной Фурье ради усовершенствованія изученія основныхъ термодогическихъ явленій. Независимо отъ гениальности не только аналитической, но въ особенности математической, такъ поразительно характеризующей эту прекрасную совокупность открытій, слѣдовало бы замѣтить въ моихъ несовершенныхъ указаніяхъ, съ какою настойчивою философскою мудростью Фурье съ самаго начала своихъ изслѣдованій добросовѣстно держался положительной термодогіи; при всей величественности полета своихъ мыслей онъ ни разу, ни на мгновенье не отклонился отъ нея, хотя это было въ эпоху, когда вокругъ него достойными вниманія мыслителей считались только труды, способные поддержать то или иное произвольное предположеніе о природѣ теплоты<sup>(79)</sup>. Безпристрастно и глубоко рассматривая гармонію этихъ высокихъ качествъ, потеря которыхъ, быть можетъ, слишкомъ свѣжа для того, чтобы быть правильно оцѣненной толпою ученыхъ, я не боюсь сказать, какъ если бы я жилъ на десять вѣковъ позднѣе, что послѣ теоріи тяготѣнія ни одна математическая работа не имѣла бы большей цѣны и значенія для общаго прогресса естественной философіи, чѣмъ работа Фурье. Изслѣдуя ближе исторію этихъ двухъ великихъ идей, мы, быть можетъ, нашли бы даже, что основаніе математической термодогіи Фурье было менѣе подготовлено, чѣмъ основаніе небесной механики Ньютономъ.

Между тѣмъ этотъ гений былъ долго не признанъ, созданія его оспаривались недостойными противниками; даже когда ужъ невозможно было далѣе отрицать его неопровержимыя права, старались уменьшить значеніе его безсмертныхъ трудовъ. Наконецъ, когда его не стало, онъ только что началъ свободно пользоваться всею полнотою столь заслуженной славы; онъ исчезъ, не воспользовавшись въ научномъ мірѣ тѣмъ мирнымъ и постояннымъ авторитетомъ учителя надъ учениками, который представляетъ послѣднюю социальную функцію, естественно предназначенную гениальнымъ людямъ; она составляетъ для нихъ главную награду послѣ свободнаго развитія свойственной имъ дѣятельности. Ньютонъ, Эйлеръ и Лагранжъ вполнѣ достигли этой награды, а между тѣмъ Фурье такъ же, какъ и они, могъ бы пользоваться этимъ авторитетомъ съ высокою степенью пользы для

общаго прогресса человѣческаго ума. Подобная участь несомнѣнно весьма неполно компенсировалась глубокимъ ходячимъ убѣжденіемъ въ томъ, что потомство помѣститъ его когда нибудь въ очень небольшое число истинныхъ геометровъ творцовъ, и что не далеко то время, когда будутъ почти забыты даже имена тѣхъ, кого посредственность его современниковъ осмѣлилась поставить наравнѣ и даже выше его \*).

---

\*) Мнѣ простятъ, я надѣюсь, это слабое выраженіе моихъ личныхъ чувствъ, посвященное уважаемой памяти знаменитаго друга (\*), дѣйствительно выдающаяся гениальность котораго, вообще говоря, получала всегда только позднюю и неполную оцѣнку.

## ТРИДЦАТЬ ВТОРАЯ ЛЕКЦІЯ.

### Общія разсужденія объ акустикѣ (81).

Хотя эта основная вѣтвь физики, очевидно, прошла такъ же, какъ и всѣ другія, сначала чрезъ теологическое состояніе и потомъ чрезъ метафизическое, тѣмъ не менѣе она, столь же полно, какъ и барологія, и почти одновременно съ нею приняла свой окончательный научный характеръ. Какъ неизбѣжное слѣдствіе гораздо большей сложности природы тонкихъ явленій, которыми она занимается, теорія звука, конечно, гораздо менѣе развита, чѣмъ теорія тяжести, которая, безъ сомнѣнія, навсегда должна остаться выше всѣхъ другихъ частей физики, каковы бы ни были наши будущіе успѣхи. Но, несмотря на эту необходимую градацію, положительность акустики сдѣлалась тѣмъ не менѣе столь же совершенною, какъ и положительность барологіи съ тѣхъ поръ, какъ точное знаніе элементарныхъ механическихъ свойствъ атмосферы около середины предпоследняго столѣтія позволило ясно понять возникновеніе и передачу звуковыхъ колебаній. Въ настоящее время дѣйствительно акустика освобождена не менѣе радикально, чѣмъ барологія отъ всѣхъ противонаучныхъ гипотезъ, послѣднихъ остатковъ метафизическаго духа, еще и теперь искажающихъ болѣе или менѣе глубоко всю остальную часть физики. Правда, какъ я указалъ въ двадцать восьмой лекціи, въ началѣ нашего столѣтія старались олицетворять звукъ, какъ это дѣлалось съ теплотою, со свѣтомъ и съ электричествомъ. Но это единичное и несвоевременное уклоненіе не могло пріобрѣсти никакой устойчивости; и дѣйствительно, оно не оказало ни малѣйшаго вліянія на работу физиковъ, для большинства которыхъ оно прошло даже незамѣченнымъ, несмотря на неоспоримое превосходство знаменитаго натуралиста, который имъ увлекся. Та самая общая теорія колебаній, которая, незаконно перенесенная въ ученіе о свѣтовыхъ явленіяхъ, можетъ привести только къ химернымъ представленіямъ (82), наоборотъ, совершенно соотвѣтствуетъ анализу явленій звуковыхъ, гдѣ она представляетъ намъ точное выраженіе очевидной дѣйствительности.

Независимо отъ высокой степени философскаго интереса, который нынѣ естественно должно внушать подобное ученіе, благодаря совершенной чистотѣ своего научнаго характера, и независимо отъ чрез-

вычайной и непосредственной важности явленій, которыя оно разсматриваетъ, эта прекрасная часть физики заслуживаетъ особаго вниманія умовъ, разсматривающихъ совокупность положительныхъ знаній, такъ какъ она приводитъ къ весьма цѣннымъ общимъ усовершенствованіямъ основныхъ понятій, и при томъ въ двухъ направленіяхъ, относящихся къ неорганическимъ тѣламъ, и къ самому человѣку.

Дѣйствительно, съ одной стороны изслѣдованіе звуковыхъ колебаній составляетъ для насъ болѣе рациональное и дѣйствительное, если не единственное средство распознать до извѣстной степени внутреннее механическое строеніе естественныхъ тѣлъ, вліяніе котораго должно въ особенности проявляться въ измѣненіяхъ, испытываемыхъ колебательными движеніями ихъ молекулъ. Незначительность свѣдѣній, такимъ путемъ до сихъ поръ пріобрѣтенныхъ въ этомъ направленіи, мнѣ кажется, не должна указывать на невозможность съ истиннымъ успѣхомъ употреблять этотъ общій способъ изслѣдованія впослѣдствіи, когда ученіе о звукѣ будетъ болѣе подвинуто. Развѣ рядъ прекрасныхъ, хотя и недостаточно разнообразныхъ наблюдений Хладни и Саварта не далъ намъ по сему предмету уже нѣкоторыхъ цѣнныхъ указаній относительно существенныхъ сторонъ такой системы экспериментированія?

Не раскрываетъ ли намъ глубокое изученіе звуковыхъ явленій нѣкоторыя тонкія свойства естественныхъ тѣлъ, свойства, которыя не могли бы быть замѣчены никакимъ другимъ способомъ? Напримѣръ, способность пріобрѣтать настоящія *привычки*, т. е. опредѣленные склонности, послѣ ряда достаточно продолжительныхъ однообразныхъ воздѣйствій, способность, казавшаяся исключительно принадлежащею одушевленнымъ существамъ, — не ясно ли указывается она въ большей или меньшей степени и для самихъ неорганическихъ приборовъ? Развѣ не колебательнымъ движеніямъ должно быть приписано также и то замѣчательное вліяніе, которое въ извѣстныхъ случаяхъ могутъ оказывать другъ на друга два вполне раздѣленныхъ механическихъ прибора, и каковымъ представляется, между прочимъ, своеобразное взаимодействіе двухъ стѣнныхъ часовъ, прикрѣпленныхъ къ общей подставкѣ.

Съ другой стороны акустика, очевидно, представляетъ для физиологич. точку опоры, необходимую для точнаго анализа двухъ элементарныхъ отправленій, болѣе необходимыхъ при возникновеніи соціальныхъ отношеній: слуха и голоса. Тщательно отдѣляя все то, что касается воспріятія звуковъ и даже простой передачи ихъ мозгу, явленій по существу нервныхъ, отъ того, что относится исключительно къ впечатлѣнію, производимому на органъ слуха, мы ясно видимъ, что изслѣдованіе этихъ послѣднихъ явленій, безъ котораго другія неизбежно остались бы необъяснимыми, должно имѣть рациональнымъ основаніемъ глубокое знаніе общихъ законовъ акустики, безусловно управляющихъ способомъ колебанія всякаго слухового аппарата. То же самое и недавно относится къ образованію голоса, явленію, по природѣ въ сущности сравнимому съ дѣйствіемъ всякаго другого звукового инструмента, за исключеніемъ большей сложности, происходящей отъ почти непрерывныхъ модификацій голосового аппарата, являющихся вслѣдствіе безчисленныхъ органическихъ измѣненій, изъ которыхъ самыя ничтожныя, конечно, всегда остаются почти не замѣтными.

Но несмотря на существованіе этой неоспоримой связи, или, вѣрнѣе, подлежащимъ образомъ принявъ ее во вниманіе, можно ска-

затѣ, что не физикамъ въ собственномъ смыслѣ слова должно принадлежать рациональное изслѣдованіе этихъ двухъ великихъ явленій; анатомы и физиологи не должны уступать ихъ, если только отнынѣ они будутъ заимствовать у физики всѣ необходимыя свѣдѣнія. Ибо физики сами по себѣ по существу не способны ни къ разумному примѣненію анатомическихъ данныхъ задачи, ни въ особенности къ здравому физиологическому толкованію полученныхъ результатовъ. Мы замѣчаемъ, такимъ образомъ, насколько неумѣстны существующія въ нашихъ современныхъ системахъ физики теоріи слуха и голоса, вдобавокъ и весьма поверхностныя: по этимъ же основнымъ причинамъ можетъ быть сказано то же самое о столь несовершенной теоріи зрѣнія. Повидимому, физики хотѣли испытать въ этихъ различныхъ вопросахъ комбинацію, обратную той, которая должна была бы быть дѣйствительно предпринята физиологами, единственно компетентными для ея установленія; и, дѣйствительно, въ слѣдующемъ томѣ мы будемъ имѣть случай констатировать тотъ серьезный ущербъ, который неизбѣжно былъ нанесенъ этимъ нераціональнымъ ходомъ изслѣдованій для истинныхъ познаній нашихъ по этимъ сложнымъ предметамъ.

Среди всѣхъ главныхъ отраслей физики акустика, послѣ барологіи, по своей природѣ, конечно, непосредственнѣе и удовлетворительнѣе всѣхъ допускаетъ широкое примѣненіе доктринъ и методовъ математики. Дѣйствительно, рассматриваемыя съ самой общей точки зрѣнія, звуковыя явленія, очевидно, примыкаютъ къ основной теоріи весьма малыхъ колебаній какой угодно системы молекулъ около нѣкотораго положенія устойчиваго равновѣсія. Ибо для того, чтобы произошелъ звукъ, необходимо, чтобы сперва произошло рѣзкое нарушеніе молекулярнаго равновѣсія вслѣдствіе мгновеннаго толчка; и такъ же точно необходимо, чтобы это временное нарушеніе сопровождалось достаточно быстрымъ возвращеніемъ къ первоначальному состоянію. Болѣе или менѣе ощутимыя и непрерывно уменьшающіяся колебанія, которыя совершаетъ такимъ образомъ система по ту и другую сторону своего положенія покоя, по природѣ приблизительно изохронны; ибо упругая реакція, вслѣдствіе которой каждая молекула стремится принять свое первоначальное положеніе, тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше отклоненіе, какъ и въ случаѣ маятника. Если эти колебанія не слишкомъ медленны, то изъ нихъ всегда получается ощутимый звукъ. Разъ вызванныя въ тѣлѣ, непосредственно подвергнутомъ сотрясенію, они могутъ передаваться на большія разстоянія при помощи какойнибудь достаточно упругой среды, и главнымъ образомъ атмосферы, возбуждая въ ней постепенную смѣну поочередныхъ разрѣженій и сгущеній, очевидная аналогія которыхъ съ волнами, образующимися на поверхности жидкости, и заставила назвать ихъ *звуковыми волнами*. Въ частности въ воздухѣ, по причинѣ совершенной его упругости, волненіе должно распространяться не только по направленію первоначальнаго сотрясенія, но также въ одинаковой степени и по всѣмъ другимъ направленіямъ. Наконецъ, всѣ переданныя колебанія всегда необходимо изохронны съ первоначальными, хотя ихъ амплитуда и можетъ быть при этомъ весьма различна.

Итакъ, самый элементарный анализъ общаго явленія звуковыхъ колебаній оказался уже достаточнымъ, чтобы почти съ самаго начала представить это явленіе, какъ непосредственно подчиненное основнымъ законамъ рациональной механики. И дѣйствительно, вслѣдъ за Ньюто-

номъ, которому принадлежит первая попытка рациональнаго опредѣленія скорости распространенія звука въ воздухѣ, акустика бывала всегда болѣе или менѣе примѣшана ко всѣмъ работамъ геометровъ, относившимся къ развитію отвлеченной механики. Это именно и были простыя соображенія по вопросамъ акустики, которыя первоначально привели къ изящному общему принципу, открытому Данииломъ Бернулли, и относящемуся къ необходимости одновременнаго существованія безъ смѣшенія малыхъ колебаній, одновременно производимыхъ въ какой-нибудь системѣ нѣсколькими различными сотрясеніями. Въ настоящее время, какъ я указалъ въ восемнадцатой лекціи, подобная теорема въ глазахъ геометровъ есть не болѣе, какъ естественное и общее толкованіе аналитическаго характера, свойственнаго дифференціальнымъ уравненіямъ, выражающимъ какое угодно нарушеніе всякаго устойчиваго равновѣсія. Но въ звуковыхъ явленіяхъ непосредственно и находится самая очевидная и обширная реализація этого принципа; ибо безъ этого закона невозможно было бы объяснить самое простое акустическое явленіе: одновременное существованіе многочисленныхъ и тѣмъ не менѣе совершенно различныхъ звуковъ, которые мы раздѣльно слышимъ каждую минуту.

Хотя для акустики связь съ рациональною механикою почти столь же непосредственна и полна, какъ и для самой барологіи, тѣмъ не менѣе способы усовершенствованія, которые должны естественно вытекать изъ этого математическаго характера, даже и приблизительно не имѣютъ той дѣйствительной силы въ теоріи звука, какъ въ ученіи о тяжести. Барологическія изслѣдованія, по крайней мѣрѣ въ тѣхъ случаяхъ, когда ограничиваются наиболѣе простыми вопросами, которые въ то же время суть и наиболѣе важныя, непосредственно связываются съ самыми основными и самыми понятными теоріями механики: уравненія ихъ обыкновенно не представляютъ большихъ аналитическихъ трудностей. Наоборотъ, математическое ученіе о звуковыхъ колебаніяхъ исключительно зависитъ отъ весьма сложной и чрезвычайно тонкой динамической теоріи, а именно: отъ теоріи нарушенія равновѣсія: дифференціальныя уравненія, къ которымъ она приводитъ, неизбѣжно всегда относятся къ наиболѣе высокой и наиболѣе несовершенной части интегральнаго исчисленія. Природа этого труда не можетъ допустить здѣсь, хотя бы вкратцѣ, способа составленія этихъ уравненій, но очевидно, что они должны быть въ частныхъ производныхъ и по крайней мѣрѣ второго порядка; ихъ необходимо *линейное* строеніе есть единственное благоприятное обстоятельство, которое могло бы дать точку опоры усиліямъ геометровъ интегрировать ихъ въ самыхъ простыхъ случаяхъ. Колебательное движеніе въ одномъ направленіи, пока даже только по отношенію къ твердымъ тѣламъ, представляетъ единственный случай, математическая теорія котораго нынѣ дѣйствительно закончена трудами д'Аламбера, Даниила Бернулли и Лагранжа. Памятный толчокъ, данный въ этомъ отношеніи науцѣ гениемъ знаменитой современницы, недавняя утрата которой столь прискорбна <sup>1)</sup>,

<sup>1)</sup> Несмотря на выдающіяся математическія заслуги, выказанныя г-жею Софіею Жерменъ, высокое дарованіе ея было бы слишкомъ несовершенно оцѣнено, если бы мы посмотрѣли на нее исключительно, какъ на геометра. Ея чудесное помертвое разсужденіе „о состояннн наукъ и литературы въ различныя эпохи ихъ развитія“, опубликованное въ 1833 году, обнаруживаетъ въ ней такую возвышенную, разумную и въ то же время энергичную философію, кото-



привелъ въ это послѣднее время геометровъ къ разсмотрѣнію болѣе труднаго и болѣе близкаго къ дѣйствительности случая колебанія поверхностей. Но до сихъ поръ это новое математическое ученіе еще не достаточно подвинуто, чтобы съ пользою содѣйствовать дѣйствительному усовершенствованію акустики; въ этомъ отношеніи послѣдняя по существу должна ограничиваться только средствами чистаго экспериментированія, какъ и во времена первыхъ наблюденій Хладни. Что касается колебательнаго движенія, разсматриваемаго въ трехъ измѣреніяхъ, то въ настоящее время аналитическая теорія его совершенно неизвѣстна, даже въ томъ, что касается простаго вывода уравненій, а между тѣмъ это и есть, быть можетъ, тотъ случай, математическое изслѣдованіе котораго было бы наиболѣе важно, какъ потому, что въ сущности онъ есть единственный реальный случай, такъ и потому, что по своей природѣ онъ представляетъ почти непреодолимыя препятствія для непосредственнаго изслѣдованія.

Чтобы составить себѣ правильное общее понятіе о великихъ трудностяхъ, неизбѣжно представляемыхъ ученіемъ о колебательныхъ движеніяхъ, необходимо принять, кромѣ того, во вниманіе, что эти колебанія вообще должны обусловливать въ молекулярномъ строеніи тѣлѣ нѣкоторыя физическія измѣненія другого рода, реакція которыхъ можетъ затѣмъ измѣнить первоначальное звуковое явленіе. Хотя эти измѣненія слишкомъ слабы и въ особенности слишкомъ кратковременны, чтобы нынѣ, а можетъ быть и вообще когда-либо быть непосредственно замѣченными, тѣмъ не менѣе само собою понятно, что вліяніе ихъ на столь тонкое явленіе, какъ звуковыя колебанія, можетъ и не оказаться неощутимымъ: но основныя трудности задачи сильно увеличатся при этомъ необходимостью усложненія ихъ элементами, по существу неизвѣстными. Единственное изъ вліаній такого рода, которое старались принять въ соображеніе, состоитъ въ термодогическихъ дѣйствіяхъ, необходимо вытекающихъ изъ колебательнаго движенія. Лапласъ весьма удачно воспользовался ими для удовлетворительнаго объясненія значительной разницы между экспериментально опредѣленною скоростью звука въ воздухѣ и скоростью, указываемою динамическою формулою, результатъ которой былъ невѣренъ приблизительно на одну шестую часть всей скорости, что, очевидно, не могло быть приписано ошибкамъ наблюденія. Эта разница была пополнена, когда была правильно принята во вниманіе теплота, выдѣляемая при сжатіи атмосферныхъ слоевъ; послѣдняя должна заставить упругость мѣняться быстрѣе, чѣмъ мѣняется плотность, а слѣдовательно, и ускорять распространеніе колебательнаго движенія. Правда, подобное объясненіе представляетъ еще одинъ существенный пробѣлъ; ибо при невозможности непосредственно измѣрить это выдѣленіе теплоты, пришлось предположить для него именно то значеніе, которое можетъ уничтожить это разногласіе двухъ скоростей. Хотя это значеніе и не представляетъ никакой неправдоподобности, тѣмъ не менѣе остается желать, чтобы дѣйствительное опредѣленіе этого термодогическаго дѣйствія окончательно подтвер-

---

рую лишь очень немногіе высшіе умы понимаютъ въ настоящее время столь же опредѣленно и столь же глубоко. Я буду приписывать всегда особенно большое значеніе тому общему сходству съ моимъ собственнымъ способомъ пониманія совокупности интеллектуальнаго развитія человѣчества, которое я подмѣтилъ въ этомъ сочиненіи.

дило остроумное предположеніе, на что позволяет надѣяться интересный опытъ Клемана. Но каковъ бы ни былъ исходъ подобаго сравненія, отнынѣ идея Лапласа сдѣлала навсегда очевидною постоянную необходимость комбинированія термодогическихъ соображеній съ чисто динамическими теоріями колебательныхъ движеній, не взирая на новое усложненіе, которому неизбѣжно должна при этомъ подвергнуться задача. Вытекающее отсюда измѣненіе по своей природѣ, конечно, гораздо менѣе значительно при распространеніи звука въ жидкостяхъ и въ особенности въ твердыхъ тѣлахъ: тѣмъ не менѣе отсутствіе достаточно точныхъ сравнительныхъ опытовъ не позволяетъ еще судить о томъ, возможно ли вполне пренебречь ею въ этихъ случаяхъ.

Несмотря на капиталныя трудности, неизбѣжно характеризующія математическую теорію звуковыхъ колебаній, до сихъ поръ она, при всемъ своемъ несовершенствѣ, оказала тѣмъ не менѣе самое благоприятное вліяніе на дѣйствительные успѣхи акустики, которые и въ самомъ дѣлѣ по существу основаны на этой теоріи. Съ наиболѣе философской точки зрѣнія уже простое образованіе дифференціальныхъ уравненій, свойственныхъ звуковымъ явленіямъ, составляетъ само по себѣ, независимо отъ ихъ интегрированія, важное приобрѣтеніе, благодаря блестящимъ сопоставленіямъ, которыя естественно допускаетъ разумное примѣненіе математическаго анализа къ вопросамъ, совершенно разнороднымъ во всѣхъ другихъ отношеніяхъ, но способнымъ привести къ подобнымъ же уравненіямъ. Это удивительное основное свойство, такъ часто уже указывавшееся въ этомъ трудѣ, весьма замѣчательно примѣняется къ теоріи звука, въ особенности послѣ созданія математической термодогіи, главныя уравненія которой представляютъ такую аналогію съ уравненіями колебательныхъ движеній, что не рѣдко они различаются только значеніемъ какого либо коэффиціента.

Кромѣ чрезвычайной непосредственной важности, очевидно, свойственной точнымъ законамъ звуковыхъ колебаній въ тѣхъ, къ сожалѣнію, слишкомъ рѣдкихъ случаяхъ, когда математическій анализъ можетъ раскрыть ихъ совершенно, это драгоценное средство изслѣдованія приобрѣтаетъ еще спеціальное значеніе вслѣдствіе особыхъ трудностей, которыя по своей природѣ представляетъ намъ болѣе глубокое непосредственное изслѣдованіе звуковыхъ явленій. Конечно, не трудно показать посредствомъ убѣдительнаго опыта необходимость атмосферной среды для обычной передачи звуковыхъ колебаній, какъ это было сдѣлано при самомъ возникновеніи акустики. Понятно также, что путемъ правильно поставленныхъ опытовъ можно съ точностью опредѣлить дѣйствительную продолжительность этого распространенія, сначала въ воздухѣ, а потомъ и во всякой другой средѣ. Но общіе законы колебаній звучащихъ тѣлъ почти всегда ускользаютъ отъ непосредственнаго наблюденія. Хотя существованіе этихъ колебаній всегда очевидно, но обыкновенно незначительная ихъ напряженности, слишкомъ малая продолжительность при отсутствіи какихъ бы то ни было осязательныхъ слѣдовъ не позволяютъ нашимъ органамъ чувствъ изслѣдовать ихъ съ достаточною точностью. Степень быстроты, необходимая для того, чтобы изъ нихъ получался воспринимаемый ухомъ звукъ, въ большинствѣ случаевъ должна даже служить препятствіемъ для простаго непосредственнаго ихъ счета. Такимъ образомъ наши дѣйствительныя познанія

въ этомъ отношеніи еще весьма ограничены (<sup>84</sup>); они, очевидно, были бы почти равны нулю, если бы математическая теорія, связывая между собою различныя звуковыя явленія, не давала намъ возможности замѣнять обыкновенно невыполнимыя или слишкомъ несовершенныя непосредственныя наблюденія эквивалентнымъ разсмотрѣніемъ подчиненныхъ тѣмъ же законамъ болѣе благоприятныхъ случаевъ. Понятно, на примѣръ, что самыя быстрыя колебанія очень короткой струны могли быть тѣмъ не менѣе точно сочтены послѣ того, какъ анализъ задачи о колебаніи струны показалъ, что при строго тождественныхъ всѣхъ прочихъ условіяхъ число колебаній обратно пропорціонально длинѣ струны, ибо законъ этотъ позволяетъ ограничиться дѣйствительнымъ наблюденіемъ очень медленныхъ колебаній. То же самое имѣетъ мѣсто и во многихъ другихъ случаяхъ, гдѣ замѣна не столь непосредственна.

Тѣмъ не менѣе мнѣ кажется, что физики слишкомъ много разсчитывали на помощь математическаго анализа, столь часто оказывавшагося безсильнымъ; для истинныхъ успѣховъ физики очень прискорбно, что они не занялись съ большимъ усердіемъ непосредственнымъ усовершенствованіемъ своей общей системы экспериментированія, по существу находящейся еще въ младенческомъ состояніи. Каковы бы ни были характерныя трудности этого рода наблюденій, всякій безпристрастный умъ, конечно, пойметъ въ настоящее время, что современные способы изслѣдованія почти всегда гораздо ниже того, что могла бы допустить природа явленій. Акустика не представляется стоящею на одинаковой высотѣ со всѣми другими частями физики, если разсматривать ее по отношенію къ изобрѣтенію и примѣненію искусственныхъ средствъ наблюденія: въ ней замѣчается мало созданій экспериментаторскаго ума, столь многочисленныхъ и столь важныхъ въ термологіи, оптикѣ и электрологіи; легкой кобылки Совера (Sauveur) и мелкій песокъ Хладни не могли бы выдержать подобной конкуренціи, какъ бы ни было при этомъ драгоценно примѣненіе ихъ для удобнаго опредѣленія точекъ, наименѣе участвующихъ въ колебательномъ движеніи. Я не сомнѣваюсь, что эта относительная бесплодность искусства экспериментированія должна быть приписана отчасти тому преувеличенному значенію, которое приписали физики роли математическаго анализа въ развитіи акустики, заставившему ихъ пренебречь въ этомъ отношеніи средствами непосредственнаго экспериментированія. Со временъ дѣйствительно фундаментальныхъ опытовъ Совера, въ теченіе болѣе цѣлаго столѣтія, въ акустикѣ не находится другого ряда важныхъ наблюденій, какъ только наблюденія нашего знаменитаго современника Хладни, дополненныя и усовершенствованныя мудрыми работами Саварта (Savart): весь промежутокъ заполненъ по существу математическими изысканіями. А между тѣмъ, какъ бы велика ни была полнѣйшая необходимость этого могущественнаго вспомогательнаго средства, что я старался показать выше, все-таки мы уже видѣли, въ какой полнѣйшей мѣрѣ оно было бы недостаточно само по себѣ, благодаря капитальнымъ трудностямъ, неразрывнымъ съ подобнымъ анализомъ; вслѣдствіе этихъ трудностей до сихъ поръ еще не удалось вполне удовлетворительно объяснить даже опыты Совера, а тѣмъ болѣе опыты Хладни. Итакъ, не отказываясь отъ столь желательнаго усовершенствованія математической теоріи колебательнаго движенія, чрезвычайно важно было бы также, чтобы отнынѣ физики (въ собственномъ смыслѣ слова) слѣдовали въ акустикѣ по болѣе самостоятельному пути, и съ большею

энергією и настойчивостью отдавались бы правильному развитію экспериментаторскаго гения. Могущее произойти отсюда равнодушіе къ блестящимъ аналитическимъ упражненіямъ, въ которыхъ съ точки зрѣнія физики мы не видимъ ничего, кромѣ малозначущихъ измѣненій предыдущихъ изслѣдованій, конечно, не представило бы въ настоящее время неудобствъ для истинной науки. Въ девятой лекціи я уже сдѣлалъ аналогичныя замѣчанія по поводу наиболѣе трудныхъ частей барологіи; но здѣсь они имѣють гораздо большее значеніе.

Послѣ этого краткаго разсмотрѣнія общей природы акустическихъ ученій, и свойственныхъ имъ главныхъ способовъ изслѣдованія, намъ остается еще непосредственно разсмотрѣть, въ столь же бѣгломъ обзорѣ, совокупность частей, изъ которыхъ состоитъ въ настоящее время эта основная вѣтвь физики.

По отношенію къ законамъ звуковыхъ колебаній наши свѣдѣнія могутъ быть приведены къ слѣдующимъ тремъ элементарнымъ точкамъ зрѣнія: способъ распространенія звуковъ, ихъ большая или меньшая напряженность, и, наконецъ, ихъ музыкальный тонъ. Мало подвинутая во второмъ отношеніи, современная акустика представляется гораздо болѣе удовлетворительною въ двухъ другихъ. Въ дѣйствительности существуетъ, конечно, еще четвертое основное соображеніе, научный анализъ котораго былъ бы очень интересенъ, соображеніе о *тембрѣ*, т. е. видѣ колебаній, свойственныхъ каждому тѣлу и каждому звуковому аппарату<sup>(85)</sup>. Хотя мы и не знаемъ еще, въ чемъ въ дѣйствительности состоитъ это свойство, тѣмъ не менѣе мы, очевидно, признаемъ за нимъ такую опредѣленность и такое большое значеніе, что обыкновенно употребляемъ его, какъ въ обычной жизни, такъ и въ естественной исторіи, какъ вполне характерное свойство. Во всякомъ случаѣ общая физика не должна заниматься тѣмъ, что можетъ составлять тембръ, свойственный каждому изъ различныхъ веществъ<sup>(86)</sup>, напр., камню, дереву, металламъ, организованнымъ тѣламъ и т. п.; эти различія принадлежать, собственно говоря, конкретной физикѣ, потому что они говорятъ объ исторіи различныхъ тѣлъ: очевидно даже, что въ этомъ отношеніи, какъ и во всемъ, что касается первоначальныхъ свойствъ естественныхъ существъ, извѣстныя явленія могутъ быть только наблюдаемы и не допускаютъ никакого объясненія. Но способъ, которымъ можетъ быть измѣненъ тембръ, свойственный каждому веществу, а именно: путемъ измѣненія расположенія звукового аппарата, или измѣненія давленій, которыя онъ испытываетъ, или нѣкоторыхъ другихъ общихъ обстоятельствъ, — всецѣло входитъ въ область рациональной акустики; поэтому въ настоящее время слѣдуетъ согласиться, что въ этомъ весьма важномъ отношеніи она представляетъ дѣйствительный и важный пробѣлъ.

Въ ученіи о распространеніи звука наиболѣе интересный, а также наиболѣе простой и лучше всего изученный вопросъ, заключается въ измѣненіи продолжительности равномернаго распространенія, въ особенности чрезъ атмосферу. Пренебрегая сначала измѣненіями температуры, возникающими при сжатіи атмосферныхъ слоевъ, и ограничиваясь линейнымъ движеніемъ, математическая теорія безъ труда выводитъ такое опредѣленіе, выраженное Ньютономъ въ слѣдующей простой формѣ: скорость звука есть скорость, которую пріобрѣтаетъ вѣсомое тѣло, падая съ высоты, равной половинѣ всей высоты атмосферы, предполагаемой однородною. Аналогичнымъ спосо-

бомъ оказалось возможнымъ вычислить скорость звука въ различныхъ газахъ по ихъ большей или меньшей плотности и упругости. По этому закону скорость звука въ воздухѣ должна быть разсматриваема, какъ совершенно независимая отъ атмосферныхъ измѣненій, потому, что по правилу Мариотта плотность и упругость воздуха измѣняются всегда пропорціонально, и потому, что только отношеніе ихъ вліяетъ на эту скорость. Выше я имѣлъ уже случай указать, какъ, принявъ во вниманіе термодогическія дѣйствія, Лапласъ удачно исправилъ формулу Ньютона соотвѣтственно указаніямъ опыта: поправка состоитъ въ умноженіи первоначальнаго числа на корень квадратный изъ отношенія обѣихъ удѣльныхъ теплотъ воздуха, — при постоянномъ давленіи и при постоянномъ объемѣ.

Важное общее понятіе, немедленно вытекающее изъ этого математическаго закона, и съ полнѣйшею очевидностью совершенно подтверждаемое опытомъ, это необходимая тождественность скорости распространенія различныхъ звуковъ, несмотря на столь различныя степени ихъ напряженности и высоты. Ясно, что, если бы въ этомъ отношеніи существовало реальное различіе, мы безъ труда констатировали бы его по нарушенію правильности музыкальныхъ интервалловъ, которое неизбѣжно при этомъ возникло бы на извѣстномъ разстояніи отъ источниковъ звука.

Такъ какъ математическое опредѣленіе скорости звука въ воздухѣ, по самой природѣ этой теоріи, могло относиться только къ совершенно неподвижной атмосферной массѣ, возмущенной только однимъ колебательнымъ движеніемъ, то интересно было изслѣдовать, до какой степени дѣйствительное движеніе воздуха фактически измѣняетъ это среднее значеніе. Основные опыты, при помощи которыхъ была первоначально измѣрена продолжительность распространенія звука, могли уже указать, что въ этомъ отношеніи возмущающая причина не оказываетъ слишкомъ замѣтнаго вліянія; ибо наблюденія всегда производились для сравненія въ двухъ противоположныхъ направленіяхъ и не обнаруживали въ этомъ отношеніи никакой значительной разницы. Правда, подобное сравненіе не убѣдительно, такъ какъ для надлежащаго выполненія подобнаго опыта приходилось выбирать время, когда атмосфера находилась въ покоѣ; но непосредственные опыты, предпринятыя въ этомъ направленіи различными современными физиками, привели къ почти совершенно тождественному результату. Оказалось, что движеніе воздуха, по крайней мѣрѣ, въ предѣлахъ обыкновенныхъ вѣтровъ, не оказываетъ никакого ощутительнаго вліянія на скорость звука, когда направленіе атмосфернаго потока перпендикулярно къ направленію, по которому распространяется звукъ; оно незначительно измѣняетъ эту скорость, когда оба направленія совпадаютъ, увеличивая или уменьшая ее въ зависимости отъ того, одинаковы эти направленія, или противоположны: точное значеніе, а тѣмъ болѣе точный законъ этого легкаго измѣненія, впрочемъ, еще совершенно неизвѣстны.

До сихъ поръ продолжительность распространенія звука правильно изслѣдовалась, какъ путемъ наблюденія, такъ и на основаніи математической теоріи, только для воздуха. По отношенію къ жидкимъ и твердымъ срединамъ въ настоящее время мы обладаемъ только нѣкоторыми математическими указаніями, испорченными сомнительными гипотезами, и нѣсколькими весьма несовершенными непосредствен-

ными опытами (<sup>87</sup>). Констатировано только, что почти во всѣхъ веществахъ, подвергавшихся такому сравненію, и въ особенности въ очень звучныхъ металлахъ, звукъ распространяется быстрее, чѣмъ въ воздухѣ; но этотъ перевѣсъ скорости, по крайней мѣрѣ для большинства случаевъ, не былъ точно измѣренъ вслѣдствіе затрудненій, которыя приходится испытать при соединеніи всѣхъ условій, необходимыхъ для успѣха такого рода непосредственныхъ опредѣленій.

Когда, при обыкновенномъ распространеніи звука, воздушныя волны встрѣчаютъ неподвижное препятствіе и производятъ эхо, онѣ испытываютъ измѣненія, точный и полный анализъ которыхъ представляетъ большія математическія трудности (<sup>88</sup>), и по отношенію къ которымъ опыты физиковъ мало прибавили къ обычнымъ понятіямъ. Очевидно, что въ этомъ случаѣ не происходитъ настоящаго механическаго отраженія, аналогичнаго отраженію тѣлъ упругихъ тѣлами твердыми, на что какъ бы указываетъ обычный терминъ: явленіе состоитъ въ простомъ отбрасываніи въ обратномъ направленіи, которое испытываютъ сотрясенія среды, которая сама по себѣ неподвижна (<sup>89</sup>). Законъ этого отбрасыванія вполне удовлетворительно открытъ только для того случая, когда препятствіе ограничивается плоскою поверхностью. Прежде всего ясно, что, когда эта плоскость перпендикулярна къ направленію ряда линейныхъ волненій, то, такъ какъ расширение прикасающихся къ этой плоскости воздушныхъ частицъ не можетъ происходить по направленію къ самому препятствію, неизбѣжная реакція ихъ порождаетъ по противоположному направленію и вдоль той же самой прямой вторичное сотрясеніе, при чемъ, однако, скорость колебаній и продолжительность ихъ распространенія вовсе не должны мѣняться. Далѣе доказывается, что въ случаѣ произвольнаго наклоненія плоскости относительно направленія звука, измѣненіе совершается всегда такъ, какъ будто бы центръ первоначальнаго сотрясенія былъ перенесенъ симметрично на другую сторону препятствія, на то же разстояніе, чѣмъ и выражается общій законъ всякихъ отраженій. Когда форма препятствія произвольна, то неизвѣстно, будетъ ли явленіе вообще точно выражаться тѣмъ же закономъ, если кривую поверхность замѣнимъ соотвѣтствующею касательною плоскостью. Это распространеніе было хорошо констатировано пока только для случая эллипсоида вращенія, и то въ предположеніи, что первоначальное звуковое сотрясеніе производится въ одномъ изъ фокусовъ; тогда оказывается, что вторичное колебаніе должно исходить дѣйствительно изъ втораго фокуса, что и было вполне подтверждено опытомъ. Что же касается очевиднаго вліянія на отраженіе звука, которое можетъ оказывать физическое строеніе препятствія, то оно не послужило предметомъ никакихъ научныхъ изслѣдованій, такъ что по сему предмету мы имѣемъ только тѣ реальныя указанія, которыя вытекаютъ изъ обычныхъ наблюденій.

По существу то же самое относится ко всѣмъ частямъ акустики, касающимся напряженности звуковъ. Не только значительныя специфическія различія, представляемыя въ этомъ отношеніи звуками, переданными различными твердыми тѣлами, а иногда и тѣмъ же самымъ тѣломъ по различнымъ направленіямъ, не были никогда ни изслѣдованы, ни измѣрены: но работы физиковъ не прибавили до сихъ поръ ничего дѣйствительно существеннаго къ тому, что само собою вытекаетъ изъ обычнаго опыта, касающагося общихъ вліяній, обу-

словливающихъ напряженность звука, какъ, напр., величины колеблющихся поверхностей, амплитуды колебаній, удаленія звучащаго тѣла и т. п. Въ этихъ различныхъ отношеніяхъ единственною заслугою физиковъ могло бы быть только точное опредѣленіе по природѣ смутныхъ понятій путемъ подчиненія ихъ строгимъ числовымъ законамъ, къ чему, однако, до сихъ поръ даже не было приступлено.

Итакъ, эти различные предметы неправильно входятъ въ наши современные системы физики: къ сожалѣнію, такое замѣчаніе слишкомъ часто повторяется въ совокупности нашихъ изслѣдованій. Не покажется ли теперь по нашимъ схоластическимъ привычкамъ, что прежде, чѣмъ приступить къ методичному и спеціальному изученію естественной философіи, слушатели или читатели никогда не упражняли ни своихъ чувствъ, ни своего ума, ибо считаютъ нужнымъ внушать имъ докторальнымъ тономъ даже такія вещи, которыя имъ извѣстны столь же хорошо, какъ и ихъ учителямъ. Причина такого ребяческаго догматизма, конечно, заключается въ неправильномъ пониманіи истиннаго характера дѣйствительной науки, которая всегда представляетъ не что иное, какъ простое спеціальное продолженіе того, что дано всеобщимъ разсужденіемъ и всеобщимъ опытомъ; поэтому истинная исходная точка всегда должна находиться въ совокупности тѣхъ представленій о разсматриваемомъ предметѣ, которые сами собою были приобрѣтены человѣчествомъ. Добросовѣстное исполненіе этого очевиднаго правила сильно упростило бы наше современное научное изложеніе, освободивъ его отъ массы излишнихъ подробностей, въ большинствѣ случаевъ способныхъ только затемнить непосредственное обнаруживаніе того, что наука въ собственномъ смыслѣ слова дѣйствительно прибавляетъ къ основной массѣ обычныхъ свѣдѣній.

Что касается законовъ, относящихся къ напряженности звуковъ, то единственное явленіе, служившее до сихъ поръ предметомъ истиннаго научнаго освѣщенія, и изслѣдованіе котораго было дѣйствительно чрезвычайно легко, состоитъ во вліяніи, оказываемомъ большею или меньшею плотностью атмосферной среды на силу переданныхъ звуковъ. Въ этомъ отношеніи акустика подтверждаетъ, а главное непосредственно и весьма удовлетворительно объясняетъ обычное наблюденіе постепеннаго и необходимаго уменьшенія, испытываемаго напряженностью звука по мѣрѣ разрѣженія воздуха; однако, при этомъ неизвѣстно, будетъ ли это уменьшеніе точно пропорціонально убыванію плотности, по какой бы причинѣ оно ни происходило, какъ это естественно было бы предположить.

При обычномъ способѣ изложенія акустики считаютъ дѣйствительно разрѣшеннымъ интересный вопросъ, который мнѣ, наоборотъ, кажется незатронутымъ по существу, а именно: вопросъ объ ослабленіи звука въ зависимости отъ разстоянія звучащаго тѣла; въ дѣйствительности наука по отношенію къ нему не перешла еще результатовъ обычнаго опыта. Обыкновенно предполагаютъ, что это ослабленіе обратно пропорціонально квадрату разстоянія, что, конечно, составило бы весьма важный законъ, если бы мы могли считать его реальнымъ (°°). Но помимо того, что для провѣрки его никогда не было произведено ни одного ряда точныхъ опытовъ, надо признаться, что и математическія соображенія, на которыхъ его обыкновенно исключительно основываютъ, чрезвычайно не надежны, чтобы не сказать

вздорны, ибо они требуютъ весьма произвольнаго отождествленія напряженности звука и энергіи удара жидкости о препятствіе, при чемъ приходится еще допустить, что этотъ ударъ мѣняется пропорціонально квадрату скорости, что соотвѣтствуетъ древней гипотезѣ о сопротивленіи жидкостей, столь часто опровергавшейся наблюденіемъ. Если бы можно было принять эти весьма неосновательныя послыжки, то обычный законъ, дѣйствительно, вытекалъ бы изъ нихъ, какъ необходимое слѣдствіе; ибо на основаніи математической теоріи колебательнаго движенія извѣстно, что скорость колебанія частицъ, расположенныхъ на одномъ и томъ же звуковомъ лучѣ, измѣняется приблизительно обратно пропорціонально разстоянію ихъ отъ центра колебаній. Но не лучше ли было бы откровенно признаться въ нашемъ современномъ невѣдѣніи въ этомъ отношеніи, чѣмъ стараться скрыть дѣйствительный научный пробѣлъ, тщетно усиливаясь заполнить его столь сомнительными предположеніями. По моему, этотъ путь столь произволенъ, что я готовъ приписать его главнымъ образомъ незамѣтному вліянію слишкомъ распространеннаго предрасположенія къ отысканію во всѣхъ явленіяхъ математической формулы тяготѣнія, какъ слѣдствіе метафизическаго представленія объ абсолютномъ законѣ какихъ угодно излученій.

Къ тому же, не странно ли было бы вообще, если бы въ настоящее время мы имѣли какое нибудь точное понятіе о законахъ напряженности звука, когда акустика въ этомъ отношеніи еще находится въ такомъ младенчествѣ, что мы до сихъ поръ не имѣемъ яснаго представленія не только о томъ, какимъ образомъ эта напряженность могла бы быть строго опредѣлена, но быть можетъ даже и о точномъ значеніи самаго термина. До сихъ поръ у насъ нѣтъ еще инструмента, который по отношенію къ звуку былъ бы способенъ исполнить то важное назначеніе, которое такъ хорошо выполняется маятникомъ и барометромъ для тяжести и различными термометрами или электрометрами для измѣренія соотвѣтствующихъ имъ явленій. До сихъ поръ ясно не намѣченъ даже принципъ, по которому могли бы быть созданы такого рода сонометры. До тѣхъ поръ, пока наука останется въ этомъ отношеніи въ столь несовершенномъ состояніи, возможно ли придумывать какой нибудь численный законъ относительно измѣненій, испытываемыхъ напряженностью звуковъ.

Разсмотримъ, наконецъ, послѣднюю существенную часть современной акустики, часть, которая касается теоріи тоновъ и которая, несмотря на свое несовершенство, во всѣхъ отношеніяхъ наиболѣе удовлетворительна, благодаря многочисленнымъ и интереснымъ явленіямъ, точное и полное объясненіе которыхъ она раскрыла.

Законы, опредѣляющіе музыкальную природу различныхъ звуковъ, т. е. точную степень ихъ высоты, обозначенную числомъ колебаній, произведенныхъ въ данный промежутокъ времени, до сихъ поръ хорошо извѣстны, и то только благодаря удачной комбинаціи опыта и математической теоріи, для элементарнаго случая ряда линейныхъ и даже прямолинейныхъ колебаній, произведенныхъ или металлическимъ стержнемъ, закрѣпленнымъ съ одного конца и свободнымъ съ другого, или наконецъ, столбомъ воздуха, наполняющимъ весьма узкую цилиндрическую трубку. Правда, этотъ основной случай особенно важенъ для изслѣдованія наиболѣе употребительныхъ неорганическихъ инструментовъ, но онъ мало важенъ для изученія слухового и голосового механизма.



По отношенію къ натянутой струнѣ математическая теорія, главные слѣдствія которой вполне подтвердились многочисленными и точными опытами, опредѣляетъ тонъ, свойственный каждой звучащей линіи въ зависимости отъ ея массы, длины и натяженія. Всѣ законы, сюда относящіеся, могутъ быть выражены въ слѣдующемъ одномъ общемъ правилѣ: число колебаній, совершаемыхъ въ данный промежутокъ времени, прямо пропорціоально корню квадратному изъ натяженія струны и обратно пропорціоально произведенію ея длины на ея толщину<sup>(1)</sup>.

Въ прямыхъ и однородныхъ металлическихъ стержняхъ число это пропорціоально отношенію ихъ толщины къ квадрату ихъ длины. Такое глубокое различіе между законами этихъ двухъ родовъ колебаній есть необходимое слѣдствіе гибкости звучащаго тѣла въ первомъ случаѣ и жесткости его во второмъ. Оно уже было ясно указано и наблюденіемъ, въ особенности по отношенію къ столь противоположному въ двухъ случаяхъ вліянію толщины.

Законы эти относятся къ обыкновеннымъ колебаніямъ, происходящимъ поперечно. Но какъ по отношенію къ струнамъ, такъ и по отношенію къ стержнямъ Хладни разсмотрѣлъ еще новый родъ колебаній, происходящихъ по продольному направленію. Они, вообще говоря, даютъ гораздо болѣе высокіе звуки, чѣмъ колебанія предыдущія; къ тому же и законы ихъ существенно отличны отъ вышеуказанныхъ, ибо толщина повидимому не оказываетъ на нихъ никакого вліянія, при чемъ указанное выше различіе между струнами и стержнями совершенно исчезаетъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ число колебаній измѣняется всегда обратно пропорціоально длинѣ; тождественность эту, конечно, и слѣдовало ожидать, ибо при этомъ способѣ колебанія нерастяжимость струны какъ бы эквивалентна твердости стержня. Наконецъ, металлические стержни допускаютъ еще третій родъ колебаній, открытыхъ и экспериментально изслѣдованныхъ Хладни; это колебанія, происходящія вслѣдствіе крученія и совершающіяся по болѣе или менѣе наклонному направленію. Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ указать, что по позднѣйшимъ работамъ Саварта, эти три рода колебаній не отличаются другъ отъ друга существенно, ибо они могутъ преобразовываться одно въ другое путемъ одного постепеннаго измѣненія направленія, по которому звуки распространяются, и которое всегда параллельно направленію первоначальнаго сотрясенія, одинаковымъ способомъ произведеннаго по различнымъ направленіямъ.

Что касается звуковъ, издаваемыхъ тонкимъ столбомъ воздуха, то и здѣсь какъ по теоріи, такъ и по наблюденію, число колебаній обратно пропорціоально длинѣ cadaго столба, если механическое состояніе воздуха остается неизмѣннымъ; но, кромѣ того, оно измѣняется пропорціоально корню квадратному изъ отношенія упругости воздуха къ его плотности. Среди другихъ замѣчательныхъ слѣдствій вытекаетъ отсюда, что измѣненія температуры, необходимо измѣняющія въ томъ же смыслѣ и это отношеніе, здѣсь должны оказывать вліяніе, совершенно противоположное тому, которое они оказываютъ на струны или стержни. Такимъ именно образомъ акустика ясно объяснила всегда замѣчавшуюся музыкантами невозможность поддерживать, въ случаѣ значительныхъ термометрическихъ измѣненій, первоначально установленную гармонію между струнными инструментами и духовыми.

Во всемъ предыдущемъ звучащая нить была разсматриваема, какъ колеблющаяся цѣликомъ. Но если она представляетъ въ какой

нибудь изъ своихъ точекъ небольшое естественное или искусственное препятствіе колебаніямъ, что случается весьма часто, то звукъ подвергается чрезвычайно замѣчательному и глубокому измѣненію, общій законъ котораго, конечно, не могъ быть указанъ математическою теоріею, но давнымъ давно былъ открытъ создателемъ экспериментальной акустики, знаменитымъ физикомъ Соверомъ. Онъ состоитъ въ томъ, что звукъ, изданный струною, всегда совпадаетъ съ звукомъ, который произвела бы подобная же, но болѣе короткая струна, длина которой была бы равна длинѣ наибольшей общей мѣры между двумя частями всей нити. Объясненіе этого важнаго явленія, данное Соверомъ, сводится, какъ извѣстно, къ представленію о томъ, что препятствіе обусловливаетъ необходимое раздѣленіе струпы на части, равныя этой общей мѣрѣ, звучащія одновременно, но независимо другъ отъ друга, и раздѣляемыя неподвижными узлами колебанія. Хотя въ дѣйствительности до сихъ поръ и не удалось дать себѣ отчета въ томъ, какимъ образомъ, единственно благодаря влиянію этого первоначальнаго препятствія, устанавливается такое дѣленіе, однако это представленіе есть точное выраженіе явленія,—ибо остроумнымъ опытомъ, который нынѣ повторяется всѣми, Соверъ констатировалъ дѣйствительную неподвижность этихъ замѣчательныхъ точекъ, въ сравненіи со всѣми другими точками звучащей нити.

Это открытіе Совера тѣмъ важнѣе, что оно непосредственно приводитъ къ наиболѣе удовлетворительному объясненію другого основнаго закона, открытаго тѣмъ же физикомъ, а именно: закона, касающагося ряда болѣе или менѣе ясныхъ гармоническихъ тоновъ, всегда сопровождающихъ главный тонъ всякой звучащей нити; высота ихъ возрастаетъ, какъ рядъ натуральныхъ цѣлыхъ чиселъ, что легко подтверждается или непосредственно по слуху, когда тонкое ухо достаточно для этого изощрено, или, въ особенности, если расположить рядомъ съ первоначально взятою струною другія подобныя же, болѣе короткія струны, длина которыхъ содержалась бы цѣлое число разъ въ длинѣ первой струны, одно колебаніе которой уже достаточно, чтобы заставить звучать и ихъ. Такое общее явленіе можетъ быть, если не дѣйствительно объяснено, то по крайней мѣрѣ точно представлено путемъ сопоставленія его съ предыдущимъ. Ибо достаточно вообразить, что въ этомъ случаѣ струна сама собою дѣлится различными способами на равныя части, которыя колебались бы отдѣльно, какъ и цѣлая нить, въ весьма близкихъ другъ другу промежуткахъ; конечно, трудно представить себѣ не только общій способъ возникновенія этихъ дѣленій, но и простое дѣйствительное согласованіе всѣхъ этихъ различныхъ и почти одновременныхъ движеній.

Таковы главные законы простыхъ тоновъ. Мы обладаемъ лишь самыми несовершенными представленіями по отношенію къ теоріи сочетанія звуковъ, а между тѣмъ эта теорія была бы чрезвычайно важна. Обыкновенно допускается, что основаніе этой теоріи было положено прекраснымъ опытомъ знаменитаго музыканта Тартини<sup>(2)</sup>, относящимся до сложения тоновъ; въ этомъ опытѣ оказалось, что при точно одновременномъ звучаніи двухъ какихъ либо достаточно сильныхъ и въ особенности чистыхъ тоновъ всегда по неизмѣнному и очень простому правилу слышится одинъ единственный звукъ, болѣе низкій, чѣмъ каждый изъ двухъ другихъ. Во всякомъ случаѣ, какъ бы, очевидно, ни было интересно столь замѣчательное общее явленіе, мнѣ кажется, что

строго говоря, оно принадлежит не истинной акустикѣ, по физиологической теоріи слуха, которая, какъ я доказалъ въ началѣ этой лекціи, впредь должна быть тщательно отдѣляема отъ акустики. Но подобное явленіе по своей природѣ кажется мнѣ существенно зависящимъ отъ свойствъ нашихъ нервовъ; по моему мнѣнію это своего рода нормальная галлюцинація слуха, аналогичная оптическимъ обманамъ: обыкновенное объясненіе, основанное на совпаденіи нѣкоторыхъ правильныхъ частей двухъ рядовъ волнъ, отдаляетъ только трудность, въ дѣйствительности не разрѣшая ея. Къ тому же явленіе это приобрѣло, мнѣ кажется, новый научный интересъ съ тѣхъ поръ, какъ вниманіе остановилось, на важномъ явленіи свѣтовой *интерференции*, о которомъ я скажу въ слѣдующей лекціи, и которое дѣйствительно представляетъ съ нимъ глубокую, хотя и не замѣченную до сихъ поръ аналогію.

Что касается колебаній уже не просто звучащей нити, а одинаково распространенной по всѣмъ направленіямъ поверхности, математическая теорія которыхъ, какъ я сказалъ, находится еще въ младенческомъ состояніи, то рядъ прекрасныхъ наблюденій Хладни указалъ въ этомъ отношеніи на чрезвычайно любопытныя явленія, въ особенности касающіяся правильной формы узловыхъ линий. Въ послѣднее время эти изслѣдованія получили важное дополненіе, благодаря опытамъ Саварта. Этотъ умный физикъ сдѣлалъ сначала общее замѣчаніе относительно постояннаго несходства узловыхъ фигуръ, соответствующихъ двумъ поверхностямъ одной и той же пластинки, а затѣмъ далъ болѣе общія свѣдѣнія относительно вліянія, оказываемаго направленіемъ сотрясенія на форму этихъ линий, которая такимъ образомъ перестаетъ быть ясною характеристикою колебаній, свойственныхъ каждому тѣлу. Въ то же время работы Саварта существенно расширили это изслѣдованіе, благодаря интереснымъ наблюденіямъ надъ колебательнымъ движеніемъ натянутыхъ перепонокъ; эти наблюденія даютъ необходимые указанія для объясненія механизма слуха, такъ какъ они касаются акустическаго вліянія степени натяженія, гигрометрическаго состоянія и т. п.

Изученіе самаго общаго и сложнаго случая колебательнаго движенія массы, колеблющейся вдоль всѣхъ трехъ измѣреній, до сихъ поръ едва намѣчено физиками, за исключеніемъ только случая нѣкоторыхъ полныхъ и правильныхъ твердыхъ тѣлъ. А между тѣмъ это и есть тотъ случай, точное изслѣдованіе котораго было бы наиболѣе важно; ибо безъ него, очевидно, невозможно дать полнаго объясненія ни для одного музыкальнаго инструмента, даже такого, гдѣ главный звукъ производится простыми нитями, дѣйствительныя колебанія которыхъ всегда должны быть болѣе или менѣе измѣнены неизмѣнно связанными съ ними массами. Можно сказать вообще (и мнѣ кажется, что замѣчаніе это способно дать полезное заключеніе относительно смысла всей совокупности указанныхъ въ этой лекціи соображеній), что, несмотря на остроумныя работы Даніила Бернулли, касающіяся духовыхъ инструментовъ, состояніе акустики не позволяетъ еще достигнуть полнаго объясненія основныхъ свойствъ какого бы то ни было инструмента.

Объясненіе это, кажущееся сначала столь простымъ, въ дѣйствительности доступно лишь наиболѣе развитой наукѣ, даже если исключить тѣ необыкновенные эффекты, которые совершенно недоступны научному анализу, и которые искусный музыкантъ можетъ получить

на любомъ инструментѣ, и если, какъ и слѣдуетъ, ограничиться только такими воздѣйствіями на инструментъ, которые могутъ быть съ точностью опредѣлены и характеризованы.

Таковы главныя соображенія, относящіяся къ философскому изслѣдованію акустики<sup>(33)</sup>, разсмотрѣнной какъ въ совокупности, такъ и въ составляющихъ ея частяхъ; дальнѣйшее развитіе этихъ соображеній не позволяетъ мнѣ природа этого труда. Какъ бы ни былъ не совершененъ этотъ бѣглый обзоръ, я надѣюсь, что онъ позволитъ оцѣнить истинный общій характеръ, присущій этой части физики, высокое значеніе законовъ, которые она намъ до сихъ поръ открыла, основную связь между ея различными важнѣйшими частями, равно какъ и степень развитія, которой достигла нынѣ каждая изъ нихъ, и тѣ болѣе или менѣе глубокіе пробѣлы, которые еще должны быть заполнены для того, чтобы эта часть физики могла вполне соответствовать своему истинному назначенію.

## ТРИДЦАТЬ ТРЕТЬЯ ЛЕКЦІЯ.

### Общія разсужденія объ оптикѣ (94).

Все болѣе и болѣе обрисовывающійся основной переворотъ, при помощи котораго человѣческой умъ, создавая положительную философію, въ теченіе двухъ прилизительно столѣтій стремится безповоротно освободиться отъ всякаго теологическаго или метафизическаго вліянія, до сихъ поръ состоялъ въ сущности изъ ряда болѣе или менѣе частныхъ усилій, которыя предпринимались отдѣльно одно отъ другого, хотя въ дѣйствительности и стремились постоянно всѣ къ одной и той же конечной цѣли; послѣдняя оставалась почти всегда незамѣченною именно тѣми, кто больше всѣхъ содѣйствовалъ этому великому умственному возрожденію. Если, съ одной стороны, подобная безсвязность и указала наиболѣе поразительнымъ образомъ на непреодолимую самопроизвольность этого всеобщаго стремленія, характеризующаго современное пониманіе вещей, то, съ другой стороны, она произвела также значительное замедленіе и затрудненіе, а въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ даже и дѣйствительное колебаніе въ общемъ ходѣ нашего окончательнаго освобожденія. До сихъ поръ еще никто непосредственно не постигъ положительной философіи во всемъ ея дѣйствительномъ объемѣ, такъ какъ коренныя условія положительности до сихъ поръ еще не были подвергнуты раціональному анализу; тѣмъ болѣе они не были еще точно формулированы со всѣми тѣми существенными видоизмѣненіями, которыя свойственны различнымъ родамъ изслѣдованій. Вслѣдствіе этого большинство знаменитыхъ основателей науки о природѣ въ тѣхъ частяхъ научной системы, которыя не составляли предмета ихъ спеціальныхъ работъ, продолжали безсознательно слѣдовать по тому самому метафизическому и теологическому направленію, подъ преобладающимъ вліяніемъ котораго исключительно совершалось до тѣхъ поръ общее воспитаніе человѣческаго ума, по направленію, основы котораго они такъ энергично стремились разрушить своими собственными открытіями. Несомнѣнно, что изъ всѣхъ мыслителей напѣ великій Декартъ былъ ближе всѣхъ къ этому ясному и въ то же время полному пониманію совокупности современной философіи и ея истиннаго характера: въ этомъ всемірномъ преобразованіи никто столь сознательно не оказалъ такого непосредственнаго, обширнаго, сильнаго, хотя по существу, впрочемъ, и кратковременнаго

вліянія; въ особенности никто не показалъ себя столь независимымъ отъ господствовавшаго направленія умовъ своихъ современниковъ. Между тѣмъ самъ Декартъ, несокрушимая дерзость котораго разрушала съ такою энергіею все зданіе древней философіи, относящееся къ совокупности явленій неорганическихъ и даже къ чисто физической сторонѣ явленій животной жизни, въ другихъ отношеніяхъ былъ невольнo увлеченъ своимъ вѣкомъ по направленію совершенно противоположному. Въ этомъ послѣднемъ направленіи онъ тщетно стремился поддержать, путемъ ихъ обновленія, теологическія и метафизическія представленія, касающіяся ученія о нравственномъ чловѣкѣ; я постараюсь объяснить это въ послѣдней части сего труда при анализѣ общаго хода дѣйствительнаго развитія чловѣчества, по отношенію къ которому Декартъ является неоспоримо однимъ изъ типичнѣйшихъ представителей. Послѣ подобнаго примѣра уже не покажется удивительнымъ, если у людей съ болѣе специальнымъ дарованіемъ, людей, содѣйствовавшихъ исключительно образованію или развитію научной системы, и непосредственно не занимавшихся преобразованиемъ основъ чловѣческаго ума, мы обнаружимъ ту же коренную философскую непослѣдовательность, заставляющую ихъ въ извѣстныхъ отношеніяхъ слѣдовать метафизическому направленію, тогда какъ въ то же самое время въ другихъ отношеніяхъ, иногда не слишкомъ удаленныхъ отъ первыхъ, они обнаруживаютъ самыя убѣдительныя доказательства наличности истиннаго положительнаго духа.

Приведенныя здѣсь общія предварительныя разсужденія особенно примѣнимы къ философіи исторіи оптики; изъ всѣхъ основныхъ отраслей физики это можетъ быть именно та отрасль, состояніе неполной положительности которой, характеризованное въ двадцать восьмой лекціи, сохраняетъ еще и нынѣ самую глубокую устойчивость; причина этого заключается, главнымъ образомъ, въ важныхъ математическихъ работахъ, которыя съ нею, къ несчастію, связываются<sup>(95)</sup>. Созданіемъ этой чудной науки мы обязаны, главнымъ образомъ, тѣмъ философамъ, которые въ другихъ капитальныхъ отношеніяхъ могущественнѣе всѣхъ содѣйствовали образованію существенныхъ основъ положительной философіи,—таковы Декартъ, Гюйгенсъ и Ньютонъ: тѣмъ не менѣе неумовимое вліяніе прежняго метафизическаго и абсолютнаго духа привело каждаго изъ названныхъ философовъ къ созданію нѣкоторой, неизбѣжно химерной, гипотезы о природѣ свѣта. Этотъ контрастъ въ особенности замѣчателенъ у великаго Ньютона; какъ и старательно доказывалъ уже въ первой части этого тома, Ньютонъ своимъ достойнымъ удивленія ученіемъ о вѣсмирномъ тяготѣнн безспорно поднялъ основное представленіе современной философіи надъ тѣмъ состояніемъ, въ которое оно было поставлено картезіанствомъ; ибо, констатировавъ коренную безполезность всякихъ изслѣдованій, направленныхъ къ разысканію внутренней природы и способа возникновенія явленій, онъ указалъ, какъ на единственную отнынѣ необходимую цѣль всѣхъ дѣйствительно рациональныхъ научныхъ усилій, на точное сведеніе всей болѣе или менѣе обширной системы частныхъ фактовъ къ одному единственному и общему факту. Тотъ самый Ньютонъ, любимое восклицаніе котораго было: „*O физика! берегись метафизики!*“ благодаря старымъ философскимъ привычкамъ, увлекся въ теоріи свѣтовыхъ явленій до формальнаго олицетворенія свѣта, который онъ разсматривалъ, какъ вещество, отличное отъ свѣтлща-

гося тѣла и не зависящее отъ послѣдняго. Подобное представленіе составляетъ, очевидно, такую же метафизическую концепцію, какою было бы и тяготѣніе, если бы ему было приписано независимое существованіе, отдѣльное отъ притягивающаго тѣла (<sup>96</sup>).

Послѣ общаго изслѣдованія основъ теоріи гипотезъ въ естественной философіи, изложеннаго въ двадцать восьмой лекціи, было бы совершенно излишне специально разсматривать здѣсь какъ предположеніе Ньютона о сущности свѣта, такъ и столь же безусловно безполезное (<sup>97</sup>) предположеніе, которымъ оно замѣняется теперь по Декарту, Гюйгенсу и Эйлеру: каждый самъ безъ труда примѣнитъ къ нимъ со всѣми надлежащими подробностями всѣ существенные принципы этого новаго философскаго ученія. Коренное ничтожество этихъ противонаучныхъ представленій по отношенію къ ихъ непосредственному назначенію не требуетъ формальнаго констатированія (<sup>98</sup>). Достаточно спросить себя, освободившись отъ обычныхъ схоластическихъ предразсудковъ, дѣйствительно ли свѣтящая способность тѣлъ можетъ быть объяснена только тѣмъ, что мы превратимъ ее въ способность тѣхъ же тѣлъ выбрасывать съ непонятною скоростью химерныя молекулы или приводить въ дрожаніе неподвижныя частицы воображаемаго флюида, одареннаго неизмѣримо большою упругостью. Не очевидно ли, наоборотъ, что такимъ образомъ загадка нагромождается на загадку, что неизбѣжно бываетъ всегда, когда мы хотимъ попытаться понять *à priori* понятіе дѣйствительно первоначальное, по своей природѣ не допускающее объясненія? Для подтвержденія можно сослаться по этому поводу на неопровержимую критику, которой уже со временъ Эйлера постоянно подвергали другъ друга сторонники этихъ двухъ противоположныхъ гипотезъ. Поочередное предпочтеніе, которое послѣдовательно оказывалось то той, то другой системѣ въ зависимости отъ различныхъ эпохъ, которыя переживала оптика, конечно, зависѣло только отъ того, что естественное развитіе науки слишкомъ исключительно привлекало общее вниманіе физиковъ къ явленіямъ, которыя, казалось, благопріятствовали одной изъ системъ, и на время отворачивало ихъ вниманіе отъ тѣхъ явленій, которыя ей противорѣчили, хотя дѣйствительная совокупность пріобрѣтенныхъ свѣдѣній въ сущности одинаково противорѣчила обѣимъ системамъ (<sup>99</sup>). Конечно, многочисленныя возраженія, съ столь ясною и убѣдительною логикою представленныя Эйлеромъ противъ доктрины истеченія, безусловно неопровержимы; но не то же ли самое относится по существу и къ тѣмъ возраженіямъ, которыя въ тѣ же времена или послѣ того были поставлены сторонниками этой послѣдней гипотезы противъ системы волнѣній, возраженіямъ, слишкомъ скрытымъ въ настоящее время нашею обычною системою преподаванія. Чтобы ограничиться наиболѣе простымъ примѣромъ, спросимъ, согласны ли въ дѣйствительности своею собственною колебательному движенію распространеніе по всѣмъ направленіямъ и обычное явленіе ночи (<sup>100</sup>), т. е. темноты, происходящей только вслѣдствіе существованія непрозрачнаго тѣла на пути лучей? Не остается ли основное возраженіе, поставленное въ этомъ отношеніи ньютоновцами противъ системы Декарта и Гюйгенса, дѣйствительно столь же нетронутымъ нынѣ (<sup>101</sup>), какъ и столѣтіе тому назадъ, несмотря на множество трудно уяснимыхъ уловокъ?

Правильная оцѣнка этихъ произвольныхъ гипотезъ не менѣе очевидна и при разсмотрѣніи тѣхъ явленій, которыя одинаково согла-

суются какъ съ тою, такъ и съ другою гипотезою. Эта возможность, одинаково хорошо объяснять одни и тѣ же общія явленія на основаніи двухъ противоположныхъ системъ, должна обнаружить для всякаго ума, что исключительно только законы этихъ явленій и могутъ составлять дѣйствительную науку; въ подобныхъ же системахъ заключается только неясное и бесполезное повтореніе этой науки, ибо по своей природѣ онѣ ускользаютъ отъ всякой дѣйствительной провѣрки. Если мы видимъ, напримѣръ, что законы отраженія и преломленія безразлично вытекаютъ какъ изъ теоріи истеченія, такъ и изъ теоріи волненій, то не становится ли неоспоримою произвольность этихъ химерныхъ объясненій<sup>(102)</sup>? Въ этомъ отношеніи, по крайней мѣрѣ, математическія работы, предметомъ которыхъ служило каждое изъ этихъ представленій, въ ближайшемъ будущемъ окажутся не бесполезными для общаго образованія научнаго духа; ибо онѣ будутъ содѣйствовать разрушенію того престижа, которымъ и теперь еще слишкомъ часто окружаютъ примѣненіе математическаго орудія само по себѣ, не входя въ разсмотрѣніе, правильно или неправильно оно производится. Можно ли настаивать на томъ, что примѣненіе подобнаго орудія должно быть разсматриваемо, какъ одѣяніе, характеризующее истину, если мы видимъ, что это орудіе съ одинаковымъ успѣхомъ примѣнимо къ двумъ противоположнымъ гипотезамъ? Конечно, оно было бы такъ же точно примѣнимо и къ множеству другихъ аналогичныхъ представленій, которыя безъ труда могли бы быть составлены, если бы, наоборотъ, успѣхи истинно положительнаго духа, очевидно, не стремились къ полному и окончательному исключенію этого неправильнаго способа философскаго мышленія.

Правда, въ настоящее время наиболѣе просвѣщенные изъ сторонниковъ системы истеченія или системы волненій довольно охотно жертвуютъ реальностью этихъ представленій и ограничиваются предпологаемымъ ихъ научнымъ свойствомъ, въ качествѣ простыхъ искусственныхъ логическихъ приемовъ облегчать сочетаніе прибрѣтенныхъ представленій, что безъ нихъ объявляется якобы невозможнымъ по существу. Но не говоритъ ли самый переходъ отъ одной гипотезы къ другой, переходъ, при которомъ наука дѣйствительно не испытываетъ никакого ущерба, достаточно ясно, по отношенію къ каждой изъ этихъ гипотезъ, противъ такой неосновательно признанной ея необходимости? Во всякомъ случаѣ, какъ я указалъ уже въ общемъ разсужденіи, слѣдуетъ согласиться, что для умовъ, усилъвшихъ образоваться подъ преобладающимъ вліяніемъ современныхъ привычекъ, сочетаніе научныхъ представленій сдѣлалось бы неизбѣжно болѣе труднымъ, если бы они были вынуждены вдругъ отказаться отъ такого способа ихъ сочетанія, какъ бы ни былъ неправиленъ этотъ способъ въ дѣйствительности. Подобное соображеніе, справедливое для всякаго умственнаго режима, въ достаточной мѣрѣ вошедшаго въ привычку въ какую бы то ни было эпоху, никоимъ родомъ не могло бы служить доказательствомъ того, что новое научное поколѣніе не стало бы еще легче, въ особенности же еще совершеннѣе сочетать свои представленія, если бы оно было воспитано такъ, чтобы умѣть непосредственно разсматривать общія соотношенія явленій, и никогда не прибѣгать къ этимъ бесполезнымъ искусственнымъ приемамъ, при которыхъ научная реальность всегда должна быть болѣе или менѣе искажена.



Дѣйствительная исторія оптики, разсмотрѣнная во всей ея совокупности, по моему мнѣнію, показываетъ ясно, что это воображаемое облегченіе не имѣло никакого значительнаго вліянія на истинные успѣхи теоріи свѣта, ибо всѣ важныя пріобрѣтенія, очевидно, чужды ему. Замѣчаніе это неоспоримо не только по отношенію къ основнымъ законамъ отраженія и преломленія, открытіе которыхъ существенно опередило созданіе этихъ произвольныхъ ученій. Оно такъ же реально, хотя и менѣе очевидно, и по отношенію ко всѣмъ другимъ главнымъ истинамъ оптики <sup>(103)</sup>. Гипотеза истеченія не привела Ньютона къ представленію о неодинаковой преломляемости лучей различныхъ цвѣтовъ, такъ же точно, какъ и гипотеза волненій въ дѣйствительности мало содѣйствовала Гюйгенсу при открытіи законовъ двойного лучепреломленія, свойственнаго извѣстнымъ веществамъ <sup>(104)</sup>. Обыкновенно существованіе у этихъ великихъ людей подобныхъ химерныхъ представленій наряду съ ихъ безсмертными открытіями, только впоследствии заставляло повѣрять въ возможность дѣйствительнаго вліянія однихъ на другія. Даже для менѣе общаго рода идей, новыми представленіями и даже удачными предположеніями мы всегда бывали обязаны исключительно непосредственному сравненію явленій. Когда предположеніе о горючести алмаза было такъ основательно высказано, благодаря глубокой проникаемости Ньютона, то не вытекало ли это указаніе исключительно изъ простаго сопоставленія слѣдующихъ двухъ общихъ явленій, именно: горючихъ свойствъ тѣлъ, наиболѣе преломляющихъ? <sup>(105)</sup>. Когда позднѣе, въ противоположность установившемуся мнѣнію, Эйлеръ предугадалъ съ такимъ успѣхомъ безусловную возможность строгаго ахроматизма <sup>(106)</sup>, то не была ли непосредственно подсказана ему эта мысль простымъ разсмотрѣніемъ очевиднаго существованія подобной компенсаціи въ глазномъ аппаратѣ, компенсаціи, которой онъ несправедливо приписывалъ, впрочемъ, характеръ полной законченности, что можно было легко опровергнуть. Какое дѣйствительное вліяніе оказали какъ система истеченія, такъ и система волненія на эти два различныхъ вопроса оптики, какъ и на множество другихъ болѣе или менѣе важныхъ понятій, на которыя здѣсь не трудно было бы указать?

Я объяснилъ уже въ двадцать восьмой лекціи, къ которой я и отсылаю, дѣйствительное назначеніе и характеръ чисто отвлеченной пользы, которыя кажутся мнѣ свойственными такого рода воображаемымъ представленіямъ. Истинное назначеніе ихъ сводится къ тому, чтобы оказать кратковременное, но очень могущественное и даже необходимое содѣйствіе общему развитію научнаго духа, слѣлавъ возможнымъ для нашего слабого ума постепенный переходъ отъ открыто-метафизическаго режима къ вполне положительному: дѣйствительно, никакой другой существенной цѣли они не имѣютъ. Но я указалъ тогда также и на главные мотивы, благодаря которымъ слѣдуетъ считать, что эта временная обязанность въ достаточной мѣрѣ выполнена, и не только теперь, но уже давно, и что слишкомъ продолжительное господство этого неправильнаго метода приводитъ, слѣдовательно, только къ значительному замедленію истинныхъ успѣховъ науки. И то, и другое соображеніе по отношенію къ оптикѣ кажется мнѣ въ особенности неопровержимымъ для всякаго, кто безъ предубѣжденія и достаточно глубоко разсмотритъ ея современное состояніе, въ особенности же съ тѣхъ поръ, какъ почти всемірно принята система колебаній вмѣсто системы истеченія.

Кромѣ того, здѣсь важно указать еще на одну послѣднюю причину, въ настоящее время даже и для лучшихъ умовъ несомнѣнно сильно содѣйствующую незаконному продолженію этого противонаучнаго направленія, ибо причина эта весьма основательна, благодаря тому, что она представляетъ лишь превеличїе весьма достойнаго, впрочемъ, стремленія къ наибольшей возможной стройности во всѣхъ нашихъ изслѣдованіяхъ. Наиболѣе достойные защитники этихъ бесполезныхъ гипотезъ, въ значительной степени уже сознающіе безусловную пустоту абсолютныхъ изслѣдованій внутренней природы и существенныхъ способовъ возникновенія явленій, еще стараются убѣдить себя въ томъ, что такимъ образомъ оптика приобрѣтаетъ по крайней мѣрѣ гораздо болѣе удовлетворительную рациональность, ибо она обычнымъ способомъ вступаетъ въ связь съ основными законами всемірной механики.

Дѣйствительно, несомнѣнно, что, напримѣръ, система истеченія не можетъ имѣть другого логическаго значенія, какъ только представить, что свѣтовые явленія вполне аналогичны явленіямъ обыкновеннаго движенія; такъ же точно единственное допустимое значеніе гипотезы волненій заключается, очевидно, въ уподобленіи явленій свѣта явленіямъ колебательнаго движенія, составляющимъ причину звука; съ одной стороны оптику пытаются сопоставить съ барологіею, съ другой стороны съ акустикой. Но какимъ образомъ могли бы подобныя ни на чемъ не основанныя и даже непонятныя аналогіи имѣть какую бы то ни было истинную научную дѣйствительность? Какимъ образомъ могли бы они дѣйствительно усовершенствовать наши общіе способы систематизированія? Если явленія дѣйствительно способны войти въ область рациональной механики, то свойство это ни въ какомъ случаѣ не можетъ ни вести къ недоразумѣніямъ, ни быть произвольнымъ; оно непосредственно и на глазахъ у всѣхъ вытекаетъ изъ простаго разсмотрѣнія явленій; ни въ какую эпоху оно не можетъ стать серьезнымъ предметомъ возраженій: вся трудность состоитъ всегда только въ томъ, чтобы достаточно совершенно узнать общіе законы движенія, чтобы имѣть возможность осуществить ихъ примѣненіе<sup>(107)</sup>. Напримѣръ, никто не отрицалъ очевидной механической природы главнѣйшихъ явленій, относящихся къ тяжести и звуку, уже задолго до того, что успѣхи рациональной динамики позволили примѣнить послѣднюю къ точному анализу этихъ явленій. Понятно, что подобное примѣненіе могущественно содѣйствовало дѣйствительному усовершенствованію барологіи и акустики, что я и старался доказать; но причина этого усовершенствованія заключалась въ томъ, что въ подобномъ примѣненіи не было ничего ни натянутого, ни гипотетическаго. Ничего подобнаго не приходится сказать относительно оптики. Несмотря на всѣ произвольныя предположенія, свѣтовые явленія всегда будутъ составлять категорію явленій *sui generis* безусловно не приводящихся ни къ какимъ другимъ явленіямъ: явленія свѣта останутся навѣки различными съ явленіями движенія и звука<sup>(108)</sup>.

Одни физиологическія соображенія, за неимѣніемъ другихъ основаній, уже представляютъ непреодолимую преграду для подобнаго смѣшенія представленій, благодаря неизмѣннымъ признакамъ, отличающимъ ощущеніе зрѣнія какъ отъ ощущенія слуха, такъ и отъ ощущенія прикосновенія или давленія. Если бы эти коренныя различія могли быть произвольно уничтожены, благодаря ни на чемъ не основаннымъ.

вирочемъ, болѣе или менѣе остроумнымъ гипотезамъ, то не было бы возможности предвидѣть, на чемъ же должны остановиться подобныя заблужденія. Такъ, напримѣръ, философъ, преобладающій научный интересъ котораго сосредоточивался бы на химическихъ дѣйствіяхъ, имѣлъ бы, слѣдовательно, достаточное право принять за типъ ощущение вкуса или ощущение обонянія и въ свою очередь предполагать возможнымъ объяснить цвѣта и звуки, уподобляя ихъ вкусамъ или запахамъ. Это своеобразное представленіе въ дѣйствительности не потребовало бы, быть можетъ, ни большихъ усилій воображенія, ни еще болѣе странныхъ искусственныхъ приемовъ въ сравненіи съ тѣми, которые потребовались для того, чтобы дойти посредствомъ такого же рода приема до классическаго въ настоящее время уподобленія тоновъ и цвѣтовъ.

Пусть же въ этомъ отношеніи умъ человѣческій научится, наконецъ, обходиться безъ этой неразумной погони за бесполезнымъ научнымъ единствомъ, пусть онъ признаетъ, что радикально различныя категоріи разнородныхъ явленій многочисленнѣе, чѣмъ предполагаетъ неправильная систематизація (<sup>109</sup>). Вся совокупность естественной философіи, конечно, была бы совершеннѣе, если бы дѣло обстояло иначе; но стройность имѣетъ значеніе и цѣну только до тѣхъ поръ, пока она покоится на реальныхъ и основныхъ сочетаніяхъ; выведенная же изъ чисто гипотетическихъ аналогій она въ одно и то-же время и не устойчива, и бесполезна.

Итакъ, отнынѣ дѣйствительно раціональные физики должны будутъ воздерживаться отъ того, чтобы связывать явленія свѣта съ явленіями движенія посредствомъ какихъ бы то ни было научныхъ предположеній; ибо явленія эти радикально противоположны (<sup>110</sup>). Все, что оптика можетъ допустить математическаго при своемъ современномъ состояніи, относится въ дѣйствительности не къ механикѣ, но къ геометріи; послѣдняя особенно примѣнима въ оптикѣ вслѣдствіе очевидной геометрической природы главныхъ законовъ свѣта. Въ другихъ отношеніяхъ можно представить себѣ непосредственное примѣненіе анализа лишь къ нѣкоторымъ оптическимъ изслѣдованіямъ; таковы, напримѣръ, изслѣдованія Ламберта относительно фотометріи, въ которыхъ наблюденіе могло бы непосредственно дать какое нибудь численное соотношеніе; но ни въ какомъ случаѣ положительное изслѣдованіе оптики не можетъ дѣйствительно дать повода для анализа, исходящаго изъ законовъ динамики (<sup>111</sup>). Таковы два общихъ направленія, въ которыхъ геометры могутъ сильно содѣйствовать дѣйствительнымъ успѣхамъ оптики; въ настоящее же время имъ часто приходится упрекать себя въ томъ, что они затрудняютъ ея естественное развитіе, поддерживая господство противонаучныхъ гипотезъ своими несвоевременными и плохо задуманными анализами; къ тому же эти анализы нерѣдко блещутъ большою отвлеченною цѣнностью, которая къ сожалѣнію дѣлаетъ обыкновенно только болѣе пагубнымъ вліяніе ихъ на философію науки; послѣднее въ особенности обнаруживается въ весьма замѣчательныхъ трудахъ Коши.

Мнѣ казалось необходимымъ указать такимъ образомъ по отношенію къ оптикѣ на формальное приложеніе общей теоріи гипотезъ, установленной мною въ двадцать восьмой лекціи. Въ противоположность этому ни барологія, ни акустика никоимъ образомъ не требовали подобнаго указанія; счастливый же философскій импульсъ, про-

изведенный гениемъ Фурье, позволилъ мнѣ по существу обойтись безъ него даже въ терминологіи: наконецъ, это изслѣдованіе не такъ необходимо и для электрологіи; ибо хотя химерныя представленія господствуютъ тамъ по меньшей мѣрѣ въ той же степени, по коренные недостатки ихъ столь чувствительны, что сознаются въ настоящее время даже почти всеми ихъ сторонниками. Болѣе правдоподобное содержаніе, которымъ обладаютъ эти представленія въ оптикѣ, требовало до извѣстной степени и болѣе спеціальнаго ихъ обсужденія.

Не занимаясь болѣе этими бесполезными гипотезами, приступимъ къ бѣглому философскому <sup>(112)</sup> изслѣдованію совокупности реальныхъ знаній, приобретенныхъ уже въ настоящее время теоріею свѣта. Къ сожалѣнію, въ настоящее время трудно совершенно освободить подобное изложеніе, особенно въ томъ, что касается новѣйшихъ открытій, отъ всякаго намека на произвольныя системы, на основаніи которыхъ до сихъ поръ почти исключительно образовался научный языкъ. Физикъ, который предпринялъ бы, проникшись изложеннымъ въ этомъ трудѣ философскимъ ученіемъ, спеціальнѣйшій трактатъ съ тѣмъ, чтобы надлежащимъ образомъ произвести это фундаментальное очищеніе, оказалъ бы наукѣ, я смѣю это сказать, важную услугу.

Вся совокупность оптики естественно распадается на нѣсколько частей, соотвѣтственно различнымъ общимъ видоизмѣненіямъ, къ которымъ оказывается способнымъ однородный или окрашенный въ различные цвѣта свѣтъ въ зависимости отъ того, разсматривается ли онъ, какъ непосредственный, какъ отраженный, какъ преломленный или, наконецъ, какъ подвергавшійся явленіямъ диффракціи. Эти различныя элементарныя дѣйствія должны были быть тщательно разграничены физиками, хотя въ обыкновенныхъ явленіяхъ они и наблюдаются въ большинствѣ случаевъ одновременно. Къ этимъ четыремъ главнымъ частямъ, обнимающимъ единственныя строго общія оптическія явленія, въ настоящее время слѣдуетъ прибавить, какъ необходимое дополненіе, еще двѣ другихъ чрезвычайно интересныхъ части, касающихся двойного лучепреломленія и того, что называется *поляризациею*. Эти два послѣдніе рода явленій, конечно, свойственны по существу только опредѣленнымъ тѣламъ; но тѣмъ не менѣе они должны быть точно изслѣдованы, хотя бы, какъ замѣчательное видоизмѣненіе основныхъ явленій: къ тому же тѣла, ихъ обнаруживающія, становятся съ каждымъ днемъ все болѣе и болѣе многочисленными, условія же ихъ возникновенія относятся скорѣй къ извѣстнымъ общимъ условіямъ строенія, чѣмъ къ дѣйствительнымъ особенностямъ вещества. При этомъ, очевидно, излишне было бы помѣщать здѣсь различныя приложенія этихъ шести составныхъ частей оптики безразлично, относятся ли они къ естественной исторіи, какъ въ прекрасной ньютоновской теоріи радуги, или къ искусствамъ, какъ въ столь трудномъ для точнаго выполненія анализѣ различныхъ оптическихъ приборовъ, включая сюда и самый глазъ. Какъ бы ни были важны подобныя приложенія, и хотя, по правдѣ сказать, они составляютъ лучшую мѣру степени совершенства науки, все-таки они не принадлежатъ къ раціональной области оптики, которую мы должны единственно имѣть въ виду.

На общихъ основаніяхъ, указанныхъ еще въ предыдущей лекціи по отношенію къ теоріямъ слуха и голоса, я долженъ непосредственно и формально признать здѣсь совершенно нераціональнымъ до сихъ поръ почти вездѣ еще принятый обычай включать въ оптическія

ученія теорію зрѣнія, столь очевидно принадлежащую одной только физиологіи <sup>(113)</sup>. Ясно, что когда физики желаютъ заниматься подобными изысканіями, то ихъ собственныя изслѣдованія, благодаря ихъ особому направленію, могутъ примѣняться только къ нѣкоторой части условій этой сложной проблемы; во всѣхъ другихъ отношеніяхъ физики подготовлены не лучше другихъ смертныхъ; но хотя эта часть, конечно, чрезвычайно важна, потому что она составляетъ необходимое введеніе, все-таки она не можетъ быть принята за нѣчто цѣлое; разсмотрѣніе же этого цѣлаго тѣмъ не менѣе всегда составляетъ конечный предметъ работы. И дѣйствительно, обыкновенно въ результатѣ оказываются не принятыми во вниманіе различныя важныя условія, а это дѣлаетъ объясненія неполными, а слѣдовательно, и призрачными. Даже ограничиваясь самыми простыми и самыми обычными явленіями, едва ли можно было бы сослаться въ настоящее время хотя на одинъ законъ о зрѣніи, который можно было бы считать дѣйствительно основательно и положительно установленнымъ на незыблемыхъ основаніяхъ. Такъ, напримеръ, элементарная способность видѣть ясно на чрезвычайно различныхъ разстояніяхъ остается пока безъ удовлетворительнаго объясненія <sup>(114)</sup>, несмотря на всѣ напрасныя попытки физиковъ, которые приписывали ее послѣдовательно почти всѣмъ элементамъ глазного аппарата. Это почти позорное невѣдѣніе до сихъ поръ, конечно, происходило главнымъ образомъ потому, что истинные ученые, физики или физиологи, оставляли теорію ощущенийъ въ рукахъ однихъ только метафизиковъ; послѣдніе же могли извлечь изъ нея только призрачныя идеологическія разсужденія. Но слишкомъ продолжительное существованіе этого невѣдѣнія въ настоящее время, конечно, происходитъ главнымъ образомъ отъ того, что со временъ уже довольно отдаленной эпохи, когда эти вопросы впервые слѣдвали предметомъ нѣкоторыхъ попытокъ положительнаго рѣшенія, научныя работы по этому поводу бывали всегда плохо организованы. Если бы, слѣдовательно, заимствуя у оптики необходимыя предварительныя данныя, анатомы и физиологи занялись бы надлежащимъ образомъ теоріею зрѣнія вмѣсто того, чтобы тщетно ждать отъ физиковъ рѣшеній, которыхъ эти послѣдніе дать не могли, то наши дѣйствительныя познанія по этому важному предмету были бы, очевидно, менѣе плачевны.

Другое ученіе, которое, мнѣ кажется, должно быть радикально изгнано не только изъ оптики, но даже изъ всей естественной философіи и не только, какъ неправильно помѣщенное, но какъ безусловно недопустимое, заключается въ теоріи окраски тѣлъ. Безполезно было бы, конечно, специально объяснять по этому поводу, что при подобной критикѣ я не имѣю въ виду ряда удивительныхъ опытовъ Ньютона и его послѣдователей надъ разложеніемъ свѣта; эти опыты составляютъ неоспоримо основное понятіе, общее всѣмъ частямъ оптики. Я хочу говорить о неизбѣжно призрачныхъ попыткахъ, которыя такъ часто предпринимались съ цѣлью объясненія посредствомъ системы истеченія, или системы колебаній, очевидно, необъяснимаго первоначальнаго явленія цвѣта, свойственнаго каждому веществу. Эти нераціональныя попытки, по моему мнѣнію, суть неоспоримыя и непосредственныя доказательства того вреднаго вліянія, которое и теперь еще оказываетъ на нашъ наполовину положительный умъ древній духъ философіи, существенно характеризующійся стремленіемъ къ абсолютнымъ понятіямъ. Нашъ

естественный разумъ, должно быть, сильно затемненъ въ настоящее время продолжительною привычкою къ этимъ смутнымъ и произвольнымъ представленіямъ, на которыя и такъ часто указывалъ; въ противномъ случаѣ мы не могли бы разсматривать, какъ дѣйствительное объясненіе цвѣта, свойственнаго опредѣленному тѣлу, предполагаемую его способность отражать или передавать исключительно опредѣленный родъ лучей, или не менѣе непонятную способность вызывать опредѣленный родъ эфирныхъ колебаній, вслѣдствіе опредѣленнаго химернаго распредѣленія молекулъ, способность гораздо менѣе понятную, чѣмъ самъ первоначальный фактъ. Объясненія, вложенныя дивнымъ Мольеромъ въ уста его докторовъ метафизиковъ, въ сущности не болѣе комичны <sup>(115)</sup>. Не плачевно ли, что истинный научный духъ развитъ еще такъ мало, что приходится точно формулировать подобныя замѣчанія? Въ настоящее время никто болѣе не предпринимаетъ объясненія причинъ удѣльнаго вѣса, свойственнаго каждому веществу и каждому строенію. Почему же должно быть иначе для специфическаго цвѣта, понятіе о которомъ, конечно, такъ же первоначально? Это второе изысканіе, по своей природѣ, развѣ не такое же метафизическое, какъ и первое?

Что разсмотрѣніе цвѣтовъ чрезвычайно важно въ физиологіи для теоріи зрѣнія; что система окрашиванія въ естественной исторіи можетъ сдѣлаться полезнымъ средствомъ для классификаціи: это, очевидно, неоспоримо, и я былъ бы неправильно понять, если бы могли подумать, что я смѣю осуждать подобныя ученія или какія-бы то ни было другія, столь же положительныя. Но въ оптикѣ правильная теорія цвѣтовъ должна заключаться только въ усовершенствованіи основъ и анализа свѣта; она должна опредѣлять вліяніе строенія или всякаго другого условія, какъ общаго, такъ и случайнаго или временнаго, на пропущенный или отраженный цвѣтъ; но она никогда не должна вдаваться при этомъ въ призрачное изслѣдованіе первоначальныхъ причинъ специфической окраски: очерченное такимъ образомъ поле изслѣдованій, конечно, представляетъ поприще, еще достаточно обширное для дѣятельности физиковъ.

Разсматривая теперь непосредственно существенныя части, изъ которыхъ состоитъ оптика, мы находимъ прежде всего, что первая и наиболѣе основная изъ всѣхъ есть оптика въ собственномъ смыслѣ слова, или ученіе о непосредственномъ свѣтѣ. Если научное происхожденіе этого ученія отнесемъ, какъ и слѣдуетъ, къ моменту яснаго и общаго сознанія элементарнаго закона, относящагося къ прямолинейности распространенія свѣта во всякой однородной средѣ, то точная эпоха этой исходной точки почти не опредѣлима; катоптрика есть единственная отрасль оптики, которую создавали древніе. Этого перваго закона уже, очевидно, достаточно, для того, чтобы всѣ многочисленныя задачи, относящіяся къ теоріи тѣней, сдѣлались немедленно приводимыми къ вопросамъ чисто геометрическимъ; эти послѣднія могутъ приводить, впрочемъ, къ дѣйствительнымъ трудностямъ при точномъ ихъ рѣшеніи; къ счастью, отсюда слѣдуетъ исключить наиболѣе важныя для анализа случаи свѣтящагося тѣла, очень удаленнаго, и тѣла, размѣрами котораго можно пренебречь. Какъ извѣстно, эта теорія какъ для тѣни, такъ и для полутѣни вообще связана съ задачею опредѣленія развертывающейся поверхности, описанной одновременно и вокругъ тѣла освѣщающаго, и вокругъ освѣщеннаго.

Какова бы ни была ея дѣйствительная древность, во всякомъ случаѣ эта первая часть оптики оказывается чрезвычайно несовершенною, если разсматривать ее со второй свойственной ей точки зрѣнія, т. е. по отношенію къ законамъ интенсивности свѣта, или къ тому, что называется *фотометрією*; точное и глубокое знаніе этой послѣдней части было бы тѣмъ не менѣе очень важно. Интенсивность свѣта измѣняется въ зависимости отъ нѣсколькихъ точно характеризованныхъ общихъ условий; таковы направленія какъ исходящее, такъ и падающее, разстояніе, поглощеніе, производимое средою, наконецъ, цвѣтъ. Но указанія, которыми мы обладаемъ въ этихъ различныхъ отношеніяхъ, въ настоящее время почти всѣ или очень смутны, или по существу ошибочны.

Прежде всего очевидно, что въ этомъ важномъ отношеніи современная оптика грѣшитъ непосредственно въ самомъ основаніи; ибо ей не достаетъ фотометрическихъ инструментовъ, на постоянство и точность которыхъ можно было бы рассчитывать, инструментовъ, которые могли бы доставить, слѣдовательно, единственную убѣдительную провѣрку, способную возвысить до естественныхъ законовъ тѣ болѣе или менѣе вѣроятныя предположенія, которыя относятся къ различнымъ случаямъ ослабленія свѣта. Наоборотъ, всѣ наши фотометры основываются на основномъ въ своемъ родѣ ложномъ кругѣ; ибо они построены на основаніи тѣхъ самыхъ законовъ, для провѣрки которыхъ они предназначены, къ тому же обыкновенно на основаніи закона, вслѣдствіе его существенно метафизическаго происхожденія наиболѣе сомнительнаго изъ всѣхъ, закона, касающагося разстоянія <sup>(116)</sup>. Всякій знаетъ посредствомъ какихъ неосновательныхъ абсолютныхъ разсужденій, относящихся къ закону какихъ угодно истеченій, предполагается обыкновенно, что интенсивность свѣта обратно пропорціональна квадрату разстоянія; при этомъ для испытанія подобнаго сомнительнаго предположенія ни разу не было произведено ни одного опыта. А между тѣмъ на такомъ ненадежномъ основаніи строится въ настоящее время все зданіе фотометріи! Неосновательныя системы, относящіяся къ природѣ свѣта, принесли, какъ я уже показалъ, такъ мало реальной пользы въ смыслѣ направленія нашего ума при дѣйствительномъ изученіи оптики, что, когда теорія волненій повсемѣстно замѣнила въ наши дни теорію истеченія, то сторонники ея, исключительно занятые тѣми явленіями, которыя произвели эту перемѣну, не замѣтили даже, что большинство фотометрическихъ представлений непосредственно основывались на старой гипотезѣ и требовали, слѣдовательно, основного пересмотра, о которомъ, кажется, никто и не подумалъ <sup>(117)</sup>.

Не трудно понять, какова можетъ быть современная фотометрія при подобномъ образѣ дѣйствія. Законъ, относящійся къ направленію, пропорціональность синусу угла испусканія или паденія <sup>(118)</sup>, въ сущности доказанъ такъ же не удовлетворительно, какъ и законъ, относящійся къ разстоянію, хотя источникъ его и не столь подозрителенъ. Здѣсь нѣтъ ничего подобнаго прекрасной работѣ Фурье относительно лучистой теплоты, работѣ, смыслъ которой характеризованъ мною въ предпослѣдней лекціи; а тѣмъ не менѣе, мнѣ кажется, что предметъ этотъ могъ бы быть представленъ такъ, чтобы была приложена аналогичная математическая обработка. Единственная отрасль фотометріи, представляющая въ настоящее время дѣйствительное научное содержаніе, это математическая теорія постепеннаго и болѣе

или менѣе сильнаго поглощенія свѣта при прохожденіи чрезъ какую угодно среду; для Буге и потомъ для Ламберта эта послѣдняя отрасль послужила предметомъ чрезвычайно интересныхъ работъ, хотя и въ нихъ, какъ и во всѣхъ другихъ случаяхъ чувствуется недостатокъ въ точныхъ и неоспоримыхъ опытахъ, служащихъ для провѣрки неизбѣжно сомнительныхъ принциповъ подобнаго изслѣдованія. Наконецъ, фотометрическое вліаніе цвѣта дало поводъ для нѣкоторыхъ наблюдений, хотя и точныхъ, но лишенныхъ по той же самой основной причинѣ общихъ и точныхъ выводовъ, если не считать опредѣленія существованія *максимума* яркости въ серединѣ солнечнаго спектра. Такимъ образомъ, въ заключеніе, хотя эта первая часть оптики и значительно древнѣе всѣхъ, и хотя она кажется самою легкою, тѣмъ не менѣе въ дѣйствительности физики еще не слишкомъ значительно перешли въ ней тотъ предѣлъ, къ которому само собою приводитъ обычно наблюдение; такъ, по крайней мѣрѣ, дѣло представляется, если устранить, во-первыхъ, все то, что относится къ геометріи, и, во-вторыхъ, измѣреніе скорости распространенія свѣта, доставленное астрономіею.

Дѣло обстоитъ совсѣмъ иначе по отношенію къ катоптрикѣ и въ особенности къ диоптрикѣ, при чемъ само собою разумѣется, что слѣдуетъ исключить всѣ въ корнѣ неразрѣшимые вопросы, относящіеся къ первоначальнымъ причинамъ отраженія и преломленія свѣта. Всеобщія представленія объ этихъ двухъ родахъ явленій были значительно расширены и усовершенствованы, благодаря научнымъ изслѣдованіямъ, на основаніи которыхъ теперь всѣ разнообразныя явленія, сюда относящіяся, приводятся къ очень небольшому числу простыхъ законовъ, замѣчательныхъ по своей простотѣ и точности.

Основной законъ катоптрики, хорошо извѣстный уже древнимъ и провѣренный множествомъ различныхъ какъ прямыхъ, такъ и въ особенности косвенныхъ опытовъ, состоитъ въ томъ, что, какова бы ни была форма и природа отражающаго тѣла, и каковы бы ни были цвѣтъ и интенсивность свѣта, уголъ отраженія всегда равенъ углу паденія, и всегда находится въ одной и той же съ нимъ нормальной плоскости. На основаніи этого одного закона, точный анализъ различныхъ явленій, производимыхъ при помощи всевозможныхъ родовъ зеркалъ, немедленно приводится къ простымъ геометрическимъ задачамъ; правда, въ зависимости отъ формы тѣла эти послѣднія привели бы часто къ длиннымъ и труднымъ вычисленіямъ, если бы простые случаи плоскости, сферы и, самое большее, еще прямого круговаго цилиндра не были въ дѣйствительности болѣе необходимыми для всесторонняго изслѣдованія. Во всякомъ случаѣ рациональное опредѣленіе изображеній представило бы довольно большія геометрическія трудности и въ этихъ элементарныхъ случаяхъ, если бы въ нихъ претендовали на строгую точность, которая, къ счастью, въ дѣйствительности не необходима. Съ математической точки зрѣнія вообще опредѣленіе это основывается по существу на теоріи *каустикъ*, которую создалъ Tschirnaüs, теоріи, которую не трудно характеризовать.

Единственный точный принципъ, который, кажется, неоспоримо установленъ въ физиологической теоріи зрѣнія, состоитъ въ томъ, что глазъ всегда относитъ положеніе точки къ тому мѣсту, изъ котораго, ему кажется, расходятся исходящія изъ нея свѣтовые лучи, какія бы при этомъ отклоненія они ни испытали до того, что достигли органа



зрѣнія. На основаніи этого принципа строгое построеніе изображенія какой угодно точки, видимаго при помощи даннаго зеркала, естественно требуетъ разсмотрѣнія двухъ *каустическихъ* поверхностей, содержащихъ систему точекъ пересѣченія всѣхъ послѣдовательныхъ отраженныхъ лучей, соотвѣтствующихъ лучамъ, направленнымъ отъ первоначальной точки ко всѣмъ частямъ зеркала; ибо разъ эти двѣ поверхности опредѣлены, достаточно провести къ нимъ изъ глаза общую касательную, чтобы немедленно имѣть направленіе, по которому будетъ видима предлагаемая точка. Что касается точнаго положенія изображенія на этой прямой въ томъ случаѣ, когда обѣ точки касанія находятся по одну сторону отъ органа зрѣнія, то обыкновенно это положеніе опредѣляется мало обоснованнымъ способомъ, состоящимъ въ томъ, что безъ всякаго дѣйствительнаго основанія берется середина между этими двумя точками. По существу то же самое относится и къ изображеніямъ, получающимся при помощи чечевиць; математическое опредѣленіе этихъ изображеній должно было бы основываться аналогичнымъ образомъ на разсмотрѣніи каустикъ отъ преломленія, представленіе о которыхъ вытекаетъ изъ подобной же, хотя и неизбѣжно болѣе сложной теоріи. Къ тому же недостатокъ непосредственныхъ и точныхъ опытовъ по этому предмету и полная недостоверность, характеризующая еще почти всѣ части теоріи зрѣнія, не позволяютъ, быть можетъ, въ достаточной мѣрѣ гарантировать строгую реальность слѣдствій, столь сложно выведенныхъ изъ общаго принципа, на который обыкновенно опираются при этихъ различныхъ опредѣленіяхъ.

Всякое свѣтовое отраженіе отъ какого угодно тѣла всегда сопровождается поглощеніемъ болѣе или менѣе значительной, но во всякомъ случаѣ очень большой части падающаго свѣта; въ катоптрикѣ это даетъ поводъ для втораго чрезвычайно интереснаго общаго вопроса. Но коренное несовершенство, констатированное нами въ современной фотометриі, неизбѣжно искажаетъ подобное изслѣдованіе, до сихъ поръ едва намѣченное нѣсколькими неполными и не достаточно послѣдовательными наблюденіями, изъ которыхъ нельзя извлечь никакого опредѣленнаго закона. Это убываніе интенсивности, одинаково ли оно при всевозможныхъ углахъ паденія лучей? Не зависитъ ли его относительное значеніе отъ степени яркости? Какое вліяніе оказываетъ въ этомъ отношеніи цвѣтъ? Гармонизируютъ ли значительныя видоизмѣненія этого явленія для различныхъ отражающихъ тѣлъ съ другими характерными признаками и въ особености съ признаками оптическими? Эти различныя вопросы или еще совершенно не тронуты, или даже еще не предложены; конечно, это не должно показаться намъ слишкомъ удивительнымъ, если мы примемъ въ соображеніе недостатокъ инструментовъ, способныхъ точно измѣрить интенсивность свѣта, а слѣдовательно, и какія бы то ни было измѣненія этой интенсивности.

Единственное общее свѣдѣніе по этому предмету, которымъ мы въ настоящее время дѣйствительно обладаемъ, это только то, что поглощеніе повидимому всегда больше при отраженіи, чѣмъ при прохожденіи (<sup>119</sup>), впрочемъ, неизвѣстно, въ какой степени. На этомъ основано распростиранившееся за послѣднее время употребленіе чечевиць на мяккахъ, столь удачно введенное Френелемъ.

Наконецъ, для всѣхъ прозрачныхъ тѣлъ ученіе объ отраженіи даетъ поводъ для послѣдняго рода изслѣдованій, болѣе подвинутыхъ, чѣмъ

предыдущія, хотя главные сюда относящіеся законы еще мало извѣстны. Въ подобныхъ тѣлахъ отраженіе всегда сопровождается преломленіемъ, а слѣдовательно, можно изучать тѣ общіе или спеціальныя законы, по которымъ совершается это распредѣленіе между пропущеннымъ свѣтомъ и отраженнымъ. Извѣстно только, что отраженный свѣтъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше уголъ паденія <sup>(120)</sup>, и что отраженіе становится полнымъ, начиная съ извѣстнаго наклоненія <sup>(121)</sup>, опредѣленнаго для каждаго вещества и точно измѣреннаго для нѣкоторыхъ тѣлъ. Это наклоненіе, повидимому, тѣмъ меньше, чѣмъ больше преломляющая способность вещества; но точный законъ, обыкновенно принимаемый для этого явленія, исключительно связывается до сихъ поръ съ рискованными гипотезами <sup>(122)</sup> относительно природы свѣта, что оставляетъ желать сравненія, произведеннаго на основаніи непосредственныхъ и точныхъ опытовъ, свободныхъ отъ всякихъ систематическихъ предразсудковъ.

Изъ всѣхъ основныхъ частей оптики въ настоящее время диоптрика есть часть, неоспоримо самая богатая достовѣрными и точными свѣдѣніями, приведенными къ простымъ и немногочисленнымъ законамъ, обнимающимъ чрезвычайно разнообразныя явленія. Основной законъ простаго преломленія, совершенно неизвѣстный древнимъ и открытый одновременно Снелліусомъ и Декартомъ въ двухъ различныхъ, но равнозначачихъ формахъ, заключается въ неизмѣнной пропорціональности синусовъ угловъ, образуемыхъ преломленнымъ и падающимъ лучами съ перпендикуляромъ къ преломляющей поверхности, съ которымъ они находятся къ тому же въ одной и той же нормальной плоскости, въ какомъ бы направленіи преломленіе ни происходило. Постоянное отношеніе этихъ двухъ синусовъ для случая прохожденія свѣта изъ пустоты въ какую нибудь средину составляетъ оптическій коэффициентъ, наиболѣе важный для каждаго естественнаго тѣла, и оно занимаетъ даже существенное мѣсто въ совокупности его физическихъ свойствъ. Физики съ большимъ стараніемъ и усѣхомъ занимались опредѣленіемъ его при помощи остроумныхъ и удивительно точныхъ приѣмовъ: они составили для него чрезвычайно цѣнныя и очень обширныя таблицы, способныя въ настоящее время поспорить въ точности съ таблицами удѣльнаго вѣса; ибо неточность ихъ не превышаетъ обыкновенно одной сотой значенія преломляющей способности. Если свѣтъ переходитъ изъ одной реальной среды въ другую, то отношеніе преломленія зависитъ въ такомъ случаѣ отъ природы обѣихъ средъ; но во всякомъ случаѣ противоположный переходъ всегда сообщаетъ ему значеніе строго обратное, что и подтверждается всѣми опытами. Исслѣдованіе послѣдовательныхъ преломленій свѣта при прохожденіи чрезъ нѣкоторое число промежуточныхъ средъ, ограниченныхъ общими поверхностями, привело вообще въ слѣдующему важному и очень простому закону: окончательное отклоненіе таково, какъ если бы свѣтъ переходилъ непосредственно изъ первой среды въ послѣднюю. Вслѣдствіе этого то замѣчательнаго закона обыкновенныя таблицы преломленія и содержатъ только отношенія преломленія, свойственныя случаю, почти идеальному, но доставляющему удобное единство, случаю, при которомъ предполагается, что свѣтъ проникаетъ въ каждое вещество изъ пустоты: простаго дѣленія этихъ чиселъ однихъ на другія достаточно въ такомъ случаѣ для вывода дѣйствительныхъ соотношеній, соответствующихъ всякому сочетанію двухъ веществъ, которое считаютъ нужнымъ установить.

До тѣхъ поръ, пока тѣло, не испытывая никакихъ химическихъ измѣненій, становится только болѣе или менѣе плотнымъ, свойственное ему отношеніе преломленія (<sup>123</sup>) измѣняется пропорціонально удѣльному вѣсу; это въ особенности легко констатировать для жидкостей и еще того лучше для газовъ, для которыхъ измѣненія температуры и давленія позволяютъ измѣнять плотность въ самыхъ широкихъ предѣлахъ. Вотъ почему физики, для полученія болѣе постоянныхъ и, слѣдовательно, болѣе специфическихъ признаковъ, при диоптрическомъ сравненіи веществъ должны были, предпочтительно предъ отношеніемъ преломленія въ собственномъ смыслѣ слова, разсматривать частное отъ дѣленія этого отношенія на плотность, частное, специально названное ими *преломляющею способностью*; такой выборъ имѣетъ реальную причину, несмотря на подозрительность его происхожденія, связаннаго съ гипотезою относительно природы свѣта. Во всякомъ случаѣ отношеніе это, повидимому, не остается неизмѣннымъ, когда, даже не испытывая никакихъ химическихъ измѣненій, тѣло переходитъ послѣдовательно чрезъ различныя агрегатныя состоянія, что въ особенности было замѣчено по отношенію къ водѣ. Существованіе этихъ измѣненій преломляющей способности настолько замѣтно, что въ послѣднее время сторонники теоріи колебанія извлекли изъ нихъ одинъ изъ своихъ рѣшительныхъ аргументовъ противъ системы истеченія, повидимому, дѣйствительно требовавшей численнаго постоянства подобной величины; впрочемъ, неопредѣленность, свойственная произвольнымъ гипотезамъ, несомнѣнно позволила бы ньютоньянцамъ приспособить свое ученіе и къ этому опытному видоизмѣненію. Приходится сильно опасаться, хотя, конечно, этого нельзя утверждать, что столь же тщательный пересмотръ опровергнетъ точно также и обычный законъ, относящійся къ преломляющей способности какой угодно смѣси и состоящій въ томъ, что произведеніе этого числа на вѣсъ смѣси или эквивалентное произведеніе отношенія преломленія на объемъ, всегда равно суммѣ аналогичныхъ произведеній, свойственныхъ всѣмъ составнымъ частямъ. Это соотношеніе составило бы для естественной философіи чрезвычайно важную и весьма замѣчательную общую теорему, если бы возможно было съ увѣренностью разсчитывать на его реальность и въ то же время, не ограничиваясь простыми газовыми смѣсями, распространить его на всѣ возможныя сочетанія веществъ, въ особенности же если бы возможно было освободить его отъ всякихъ неосновательныхъ предположеній относительно необходимости постоянства преломляющей способности. Вообще въ настоящее время одно изъ немалыхъ неудобствъ, нераздѣльно связанныхъ съ употребленіемъ противонаучныхъ гипотезъ о внутренней природѣ явленій, представляетъ всегда вслѣдствіе этого возникающее ошибочное и часто почти неустранимое смѣшеніе понятій, дѣйствительно констатированныхъ, съ чисто систематическими, смѣшеніе, которое для безпристрастныхъ умовъ можетъ сдѣлать дѣйствительный характеръ науки чрезвычайно двусмысленнымъ.

Основной законъ преломленія пріобрѣлъ необходимое дополненіе, благодаря прекраснымъ открытіямъ Ньютона, относящимся къ неодинаковой преломляемости различныхъ элементарныхъ цвѣтовъ. Изъ самаго факта разложенія свѣта призмою, очевидно, слѣдуетъ, что отношеніе синуса угла паденія (къ синусу угла преломленія) (<sup>124</sup>), хотя и постоянно для каждаго цвѣта, но мѣняется при переходѣ отъ одной

части солнечнаго спектра къ другой. Все приращеніе, которое испытываетъ это отношеніе, начиная съ красныхъ лучей и до фіолетовыхъ, измѣряетъ *дисперсію*, которая свойственна каждому веществу, и которая должна дополнять опредѣленіе преломляющей способности этого вещества въ обыкновенныхъ нашихъ таблицахъ, въ которыя можетъ быть внесена только средняя преломляющая способность. Это опредѣленіе составляетъ вообще, по причинѣ малости дисперсіи, одну изъ самыхъ трудныхъ манипуляцій современной оптики и не можетъ допустить такой точности, какъ опредѣленіе преломляющей способности въ собственномъ смыслѣ слова, въ особенности же для тѣлъ, мало отклоняющихъ свѣтъ, каковы, на примѣръ, газы; тѣмъ не менѣе дисперсія хорошо извѣстна теперь уже для довольно большого числа твердыхъ и жидкихъ веществъ. Сравнивая такимъ образомъ измѣненія, испытываемыя разсѣивающею способностью при переходѣ отъ одного тѣла къ другому, узнали, что измѣненія эти далеки отъ пропорціональности измѣненіямъ преломляющей способности, какъ предполагалъ Ньютонъ; неоднократно приходилось наблюдать даже, что свѣтъ меньше разсѣивается тѣми веществами, которыя его больше преломляютъ. Это общее отсутствіе соответствія между величинами, повидимому, столь аналогичными (открытое въ половинѣ послѣдняго столѣтія знаменитымъ оптикомъ Доллондомъ) справедливо разсматривается, какъ свойство, составляющее въ оптикѣ важный фактъ, ибо на немъ основана возможность ахроматизма, осуществляемаго путемъ компенсаціи противоположныхъ вліяній, оказываемыхъ двумя различными веществами, которыя при отсутствіи указаннаго факта не могли бы перестать разсѣивать свѣтъ, не переставъ также его отклонять.

На основаніи однихъ только законовъ преломленія легко понять, что точный анализъ многочисленныхъ явленій, относящихся къ дѣйствію однородныхъ средъ на проходящій чрезъ нихъ свѣтъ, можетъ представить только чисто геометрическія затрудненія. Огромная трудность, которую могла бы ввести форма преломляющаго тѣла значительно уменьшается въ обыкновенныхъ случаяхъ, когда можно ограничиться разсмотрѣніемъ поверхностей плоскихъ, сферическихъ и цилиндрическихъ <sup>1)</sup>. Во всякомъ случаѣ полное изслѣдованіе сдѣлалось бы чрезвычайно затруднительнымъ даже и въ этихъ случаяхъ, въ особенности, когда должно быть принято во вниманіе разсѣяніе, если бы для простоты его не приводили къ достаточно приблизительному опредѣленію только при тѣхъ обстоятельствахъ, которыя представляются наиболѣе часто.

<sup>1)</sup> При созданіи діоптрики Декартъ предпринялъ прекрасныя геометрическія изслѣдованія, во времена, предшествовавшія созданію анализа безконечно малыхъ, имѣвшія большое математическое значеніе и относившіяся къ точной формѣ, которую слѣдовало бы придать преломляющимъ поверхностямъ, чтобы получить полное концентрированіе лучей въ одномъ единственномъ фокусѣ. Но доказанная практическая невозможность достаточно точнаго исполненія столь сложныхъ чечевицъ, изъ которыхъ каждая по своей природѣ была бы приспособлена притомъ только къ одному единственному частному положенію, заставила физиковъ рѣшиться употреблять поверхности исключительно сферическія или цилиндрическія, но съ тѣмъ, чтобы приблизительно принимать въ соображеніе недостатокъ концентрированія, не слишкомъ большой для большинства обыкновенныхъ случаевъ.

Кромѣ отраженія и преломленія, свѣтъ можетъ испытывать еще другое чрезвычайно важное общее измѣненіе, изслѣдованіе котораго было намѣчено Гримальди и Ньютономъ, а теперь со временемъ прекрасныхъ изысканій доктора Юнга, дополненныхъ не менѣе замѣчательными изслѣдованіями Френеля, составляетъ одну изъ существенныхъ частей оптики. Это измѣненіе, извѣстное подъ именемъ *диффракціи*, состоитъ въ отклоненіи, всегда сопровождающемся болѣе или менѣе ясно выраженною дисперсією, которое испытываетъ свѣтъ при прохожденіи очень близко отъ краевъ какого нибудь тѣла. Проще всего оно проявляется въ видѣ неодинаковыхъ и различно окрашенныхъ полосъ, однихъ вѣшнихъ, другихъ внутреннихъ, окружающихъ тѣнь, произведенную въ темной комнатѣ. Знаменитый общій принципъ *интерференціи*, открытый докторомъ Юнгомъ, составляетъ до сихъ поръ наиболѣе важное понятіе, свойственное этой теоріи. Этотъ столь замѣчательный самъ по себѣ принципъ былъ правильно оцѣненъ только съ тѣхъ поръ, какъ Френель совершилъ рядъ очень обширныхъ примѣненій его къ удовлетворительному объясненію нѣкоторыхъ интересныхъ и трудныхъ для анализа явленій, и между прочимъ, къ объясненію знаменитаго явленія цвѣтныхъ колець, по отношенію къ которому прекрасныя работы Ньютона оставляли желать еще много. Законъ этихъ своеобразныхъ интерференцій состоитъ въ томъ, что при взаимодействіи двухъ свѣтовыхъ пучковъ, вышедшихъ изъ одной и той же точки и по какой бы то ни было причинѣ слѣдовавшихъ по различнымъ, но мало наклоненнымъ одинъ къ другому путямъ, интенсивности, свойственныя обоимъ свѣтовымъ пучкамъ, попеременно то уничтожаются, то складываются, когда мы увеличиваемъ на одинаковыя, очень небольшія, но опредѣленныя величины разности длинъ путей, которые пройдены обоими пучками. Чрезвычайно обидно, что столь важный принципъ до сихъ поръ еще не вполне освобожденъ отъ химерныхъ представленій относительно природы свѣта, которыя до сихъ поръ почти всегда искажали его примѣненіе <sup>(125)</sup>.

Духъ этого труда и необходимыя его границы строго воспрещаютъ мнѣ здѣсь тѣ подробности, которыя были бы необходимы для того, чтобы, хотя бы краткимъ указаніемъ, ясно охарактеризовать изслѣдованіе замѣчательныхъ явленій двойного преломленія, свойственныхъ нѣкоторымъ кристалламъ, явленій, общій законъ которыхъ былъ открытъ Гюйгенсомъ въ чрезвычайно изящной геометрической формѣ, въ которой переходъ отъ обыкновеннаго преломленія къ этому новому отклоненію производится путемъ только замѣны сферы эллипсоидомъ. То же самое тѣмъ болѣе относится къ многочисленнымъ явленіямъ, такъ хорошо разслѣдованнымъ знаменитымъ Малюсомъ подѣ мало соотвѣтствующимъ, впрочемъ, именемъ *поляризаціи* и относящимся къ тѣмъ измѣненіямъ, которыя испытываетъ свѣтъ, отраженный отъ какого нибудь тѣла подѣ нѣкоторымъ угломъ, опредѣленнымъ для каждаго вещества и, кажется и, кажется, единственно зависящимъ только отъ его отношенія преломленія <sup>(126)</sup>.

Таковъ бѣглый и несовершенный обзоръ общаго характера различныхъ главныхъ вѣтвей оптики, которымъ я долженъ ограничиться здѣсь по природѣ этого труда. Хотя я и долженъ былъ вкратцѣ указать въ этомъ философскомъ <sup>(127)</sup> изслѣдованіи на основныя и плохо сознаваемые пробѣлы, представляемые въ настоящее время большею частью этихъ вѣтвей, тѣмъ не менѣе я надѣюсь, что съ еще большимъ

стараніемъ я выдвинулъ также тѣ великіе и многочисленныя результаты, которые достигнуты этою важною частью физики въ теченіе двухъ послѣднихъ столѣтій, несмотря на то очевидное подчиненіе, въ которомъ до сихъ поръ постоянно находился въ ней геній раціональнаго экспериментированія, и которое возникло, благодаря пагубному преобладанію неосновательныхъ гипотезъ о предполагаемой сущности свѣта (128).

## ТРИДЦАТЬ ЧЕТВЕРТАЯ ЛЕКЦІЯ.

### Общія разсужденія объ элентрологіи (<sup>129</sup>).

Эта послѣдняя изъ главныхъ вѣтвей физики, относящаяся къ явленіямъ наиболѣе сложнымъ и наименѣе очевиднымъ, могла развиться только послѣ развитія всѣхъ другихъ вѣтвей. Хотя изобрѣтеніе электрической машины столь же древне, какъ и изобрѣтеніе машины пневматической, тѣмъ не менѣе ученіе это начало принимать дѣйствительно научный характеръ только спустя цѣлое столѣтіе, а именно, послѣ работъ Дюфая и Симнера, относящихся къ различію двухъ электричествъ, послѣ основнаго опыта Мюшembroка съ Лейденскою банкою, и послѣ безсмертнаго метеорологическаго открытія великаго Франклина, случившагося нѣсколько позднѣе и послужившаго первымъ важнымъ доказательствомъ капитальнаго значенія этого рода явленій въ общей системѣ природы. До тѣхъ поръ единственный философскій результатъ разрозненныхъ по существу наблюденій различныхъ физиковъ заключался въ томъ, что они постепенно обнаруживали характеръ общности, свойственный этой послѣдней части физики такъ же точно, какъ и всѣмъ другимъ, увеличивая все болѣе и болѣе число тѣлъ, въ которыхъ могутъ возникать эти замѣчательныя явленія, такъ долго исключительно приписывавшіяся опредѣленнымъ веществамъ, о чемъ свидѣтельствуетъ и сохранившееся еще за ними названіе.

Наконецъ, только послѣ достопамятныхъ работъ знаменитаго Кулона, появившихся пятьдесятъ лѣтъ тому назадъ, ученіе это по своей устойчивости и точности представило раціональный видъ, сравнимый съ другими основными вѣтвями физики, хотя болѣе или менѣе и уступающій имъ.

Эта бблшая сложность и не столь давнее возникновеніе электрологіи легко объясняютъ то научное несовершенство, въ которомъ она въ настоящее время находится сравнительно со всѣми остальными частями физики. Въ отношеніи однихъ только наблюденій, быть можетъ никакое другое ученіе не представляетъ намъ въ настоящее время такого большаго разнообразія любопытныхъ и важныхъ явленій. Но одни факты еще не составляютъ науки, хотя въ то же время они и образуютъ ея необходимое основаніе и ея необходимый матерьялъ. Отнынѣ для всякаго философскаго ума наука заключается по существу въ реальной

и по возможности наиболѣе полной и наиболѣе точной систематизаціи наблюденныхъ явленій, систематизаціи, основанной на извѣстныхъ общихъ и неоспоримо констатированныхъ законахъ. Но, какъ бы ни были дѣйствительно несовершенны въ настоящее время различныя главныя вѣтви физики, соотвѣтственно изложенному во всѣхъ предыдущихъ лекціяхъ, въ этомъ послѣднемъ отношеніи электрологія, конечно, еще менѣе подвинута, чѣмъ любая изъ нихъ. Большинство наблюдений безсвязны въ ней по существу, ибо до сихъ поръ явленія подчинены въ ней только смутнымъ и даже призрачнымъ соотношеніямъ; слѣдовательно, въ большинствѣ случаевъ они не допускаютъ никакого дѣйствительно удовлетворительнаго объясненія. Если бы оказалось какое нибудь затрудненіе представить себѣ это состояніе несовершенства непосредственно, то, чтобы неоспоримо убѣдиться въ его наличности, достаточно было бы рассмотретьъ науку по отношенію къ ея конечной цѣли, предугадыванію явленій на основаніи ихъ общихъ законовъ. Очевидно, что современное ученіе объ электрическихъ явленіяхъ рѣдко даетъ возможность предугадать, не говоря уже съ точностью, но даже просто съ нѣкоторою вѣроятностью, что произошло бы въ условіяхъ, которыя не были бы совершенно тождественными съ условіями, уже непосредственно наблюдавшимися, такъ что необходимое назначеніе всякой системы дѣйствительно научныхъ изслѣдованій до сихъ поръ почти во всѣхъ ея частяхъ оказывается не достигнутымъ въ электрологіи.

Ни въ какой другой части физики, и даже въ оптикѣ, не распространено до такой степени вліяніе произвольныхъ и какъ бы метафизическихъ гипотезъ относительно химерныхъ агентовъ, вызывающихъ явленія; въ особенности же ни одна изъ частей физики столь ясно не характеризуется такимъ почти полнымъ отсутствіемъ реальныхъ законовъ, что и дѣлаетъ вліяніе этихъ гипотезъ еще болѣе выдающимся. Навивная довѣрчивость, съ которою всѣ явленія такъ просто объясняются въ электрологіи, благодаря тому, что воображаемые флюиды одаряются новымъ свойствомъ для cadaго новаго случая, поразительно напоминаетъ древнія метафизическія объясненія, съ тою только разницею, что сущность замѣнена здѣсь идеальнымъ флюидомъ, какъ я уже показалъ въ двадцать восьмой лекціи. Но полнота и рѣзкость этого уклоненія въ настоящее время по тому самому и менѣе опасны. Оно не нуждается въ столь спеціальному изслѣдованію, какъ аналогичное же представленіе, гораздо болѣе правдоподобное, хотя и въ гораздо меньшей степени проявляющееся въ теоріи свѣта; тамъ тѣсное смѣшеніе этихъ бесполезныхъ системъ съ удивительными законами сильно затрудняетъ ихъ правильную оцѣнку, благодаря той внушительной внѣшности, которую такимъ образомъ приобрѣтаютъ эти системы; на это обстоятельство мнѣ пришлось уже подробно указать въ предыдущей лекціи. Въ электрологіи, наоборотъ, даже наименѣе способнымъ къ философіи физикамъ приходится сознаться теперь въ коренной бесплодности этихъ призрачныхъ гипотезъ, очевидно, не имѣвшихъ никакого дѣйствительнаго значенія въ многочисленныхъ открытіяхъ, которыми за послѣднее полстолѣтія обогатилась наука, открытіяхъ, которыя уже впоследствии пришлось произвольно приводить къ этимъ гипотезамъ. И дѣйствительно, въ настоящее время большинство ученыхъ смотритъ на эти вредныя уловки тольбо, какъ на своего рода мнемоническія средства, способныя облегчить сочетаніе воспоминаній, хотя первона-



чально эти гипотезы и имѣли совершенно иное назначеніе. Конечно, и въ этомъ второстепенномъ отношеніи средство это построено плохо; даже если предположить, что подобное содѣйствіе необходимо, что кажется мнѣ чрезвычайно преувеличеннымъ, то и то въ этомъ отношеніи, конечно, слѣдовало бы предпочесть систему научныхъ формулъ, специально приспособленныхъ для этой цѣли<sup>1)</sup>. Но въ дѣйствительности узаконеніе подобнаго мотива въ настоящее время есть не что иное, какъ вѣрный указатель смутнаго сознанія характерной бесполезности этихъ произвольныхъ гипотезъ, хотя до сихъ поръ еще никто и не рѣшается окончательно отказаться отъ ихъ употребленія. Во всякомъ случаѣ, хотя владычество этихъ гипотезъ въ электрологіи теперь уже далеко не обладаетъ тою устойчивостью, которую оно сохраняетъ еще въ оптикѣ, тѣмъ не менѣе онѣ оказываютъ здѣсь чрезвычайно пагубное вліяніе даже тѣмъ, что онѣ скрываютъ отъ большинства умовъ существенныя потребности науки. Къ тому же слѣдуетъ принять во вниманіе, что это противонаучное вліяніе косвенно, но неизбежно распространяется и на всѣ другія болѣе сложныя части естественной философіи; ибо по причинѣ большей ихъ трудности эти науки чрезвычайно нуждаются въ болѣе строгомъ методѣ, образецъ котораго онѣ естественно ищутъ въ предшествующихъ имъ наукахъ; физики же, наоборотъ, передаютъ имъ такимъ образомъ въ корнѣ испорченный образецъ<sup>(130)</sup>. Эти самыя гипотезы, которымъ физики отказываются серьезно приписывать какую бы то ни было внутреннюю реальность, тѣмъ не менѣе вслѣдствіе своего употребленія естественно становятся святынею физики въ глазахъ тѣхъ ученыхъ, которые, предаваясь изслѣдованію явленій наиболѣе сложныхъ, думаютъ найти въ гипотезахъ необходимую предварительную основу для всѣхъ собственныхъ работъ, что своеобразно содѣйствуетъ въ настоящее время поддержанію подобныхъ туманныхъ и рискованныхъ представленій. Въ этомъ косвенномъ отношеніи вліяніе учений, относящихся къ природѣ электрическихъ явленій, должно представлять опасность совершенно спеціальнаго рода въ особенности для наукъ физиологическихъ, что мы и будемъ имѣть случай узнать въ слѣдующемъ томѣ; она есть слѣдствіе безспорной зависимости, существующей въ столь разнообразныхъ отношеніяхъ между явленіями хими-

<sup>1)</sup> Нѣкоторые первоклассные философы, между прочимъ Декартъ, Лейбницъ и позднѣе Кондорсе, усердно занимались образованіемъ спеціальнаго языка для комбинаціи научныхъ представленій. Но мнѣ кажется, что хотя этотъ вопросъ и чрезвычайно интересенъ для изслѣдованія, въ сущности онъ не имѣетъ той чрезвычайной важности, которую ему приписывали, конечно, за исключеніемъ того, что касается системы номенклатуръ. Ибо математическій анализъ удивительнымъ образомъ уже выполняетъ эту задачу по отношенію къ достаточно простымъ и, слѣдовательно, достаточно способнымъ къ усовершенствованію изслѣдованіямъ, въ которыхъ могла бы дѣйствительно чувствоваться потребность въ мѣткости обозначеній. Что касается наукъ, которыя не допускаютъ дѣйствительнаго приложенія этого анализа, то мнѣ кажется, что неизбежная ихъ сложность должна въ такой степени всегда ограничивать общность и продолженіе дѣйствительныхъ дедукцій, что во всѣ эпохи потребности эти, конечно, всегда будутъ съ избыткомъ удовлетворены постепеннымъ и непрерывнымъ усовершенствованіемъ, которому самъ собою подвергается языкъ. Родъ священнаго языка для ученыхъ могъ бы представить къ тому же въ будущемъ нѣкоторое препятствіе для общей цивилизаціи. Слабое представленіе объ этомъ можно составить себѣ въ настоящее время при незаконномъ примѣненіи самого анализа, слишкомъ часто служащемъ для того, чтобы скрыть, какъ отъ самого себя, такъ и въ особенности отъ другихъ дѣйствительную пустоту идей подъ обманчивымъ обиліемъ алгебраическихъ рассужденій.

чекими и жизненными съ одной стороны и явленіями электрическими съ другой. Такимъ именно образомъ представленіе объ электрическихъ и магнитныхъ флюидахъ стремится само собою подрѣшить представленіе о флюидѣ нервномъ; даже и до сихъ поръ иногда оно содѣйствуетъ поддержанію самаго нелѣпаго бреда относительно того, что называется ученіемъ о *животномъ магнетизмѣ*, адентамъ котораго является иногда возможность гордиться тѣмъ, что имъ удавалось увлечь въ свои ряды выдающихся физиковъ. Столь плачевныя послѣдствія способны обнаружить, сколь пагубнымъ для общей системы нашего пониманія можетъ сдѣлаться, благодаря неправильной философіи, такое изслѣдованіе, которое само по себѣ представляется, наоборотъ, чрезвычайно благоприятнымъ для положительнаго развитія человѣческаго ума.

По причинѣ болѣе сложной природы тѣхъ разнообразныхъ явленій, которыми занимается электрологія, она допускаетъ приложеніе доктринъ и методовъ математики въ гораздо меньшей степени, чѣмъ какаѣ бы то ни было другая часть физики <sup>(131)</sup>, и это положеніе остается въ силѣ даже если мы, какъ здѣсь и подобаетъ, ограничиваясь дѣйствіями чисто физическими, исключимъ всѣ химическіе эффекты. И дѣйствительно, это средство не имѣло до сихъ поръ большого значенія для усовершенствованія этого ученія. Во всякомъ случаѣ въ этомъ отношеніи важно тщательно различать два противоположныхъ способа, при помощи которыхъ предпринималось приложеніе математики въ электрологіи, одинъ—призрачный, другой—реальный.

Дѣйствительно, одни основывали приложеніе математики исключительно на тѣхъ воображаемыхъ флюидахъ, которымъ обыкновенно приписываются электрическія и магнитныя явленія, перенося на взаимодѣйствіе молекулъ этихъ флюидовъ общіе законы раціональной механики; реальное тѣло составляетъ въ такомъ случаѣ только простой *substratum*, необходимый для проявленія явленія, но ненужный для его возникновенія, всецѣло совершающагося въ флюидѣ. Само собою понятно, что подобныя математическія работы столь же бесплодны <sup>(132)</sup>, какъ и самый принципъ, который служить имъ основаніемъ; онѣ могутъ имѣть существенное значеніе только, какъ простыя аналитическія упражненія, но онѣ не способны ни къ какому полезному для приращенія нашихъ истинныхъ познаній вліянію. Эта неизбежная бесплодность ясно подтверждается для всякаго, кто приметъ во вниманіе, что до сихъ поръ такимъ путемъ удалось, и то несовершенно, представить лишь небольшую часть тѣхъ многочисленныхъ и важныхъ результатовъ, которые уже на тридцать лѣтъ ранѣе были получены знаменитымъ Кулономъ на основаніи непосредственныхъ и дѣйствительно раціональныхъ изслѣдованій, относящихся къ электрическому или магнитному состоянію различныхъ частей одного и того же тѣла или нѣсколькихъ соприкасающихся тѣлъ. Излишне было бы останавливаться на этомъ долѣе.

Въ другихъ случаяхъ, наоборотъ, математическая обработка основывалась по существу, какъ того и требуетъ здравая философія, на нѣкоторыхъ общихъ и элементарныхъ законахъ, непосредственно или посредственно констатированныхъ опытомъ,—законахъ, на основаніи которыхъ и принялись за изслѣдованіе дѣйствительныхъ явленій, свойственныхъ самимъ тѣламъ; при этомъ не слѣдуетъ обращать вниманія на обычное примѣниваніе химерныхъ гипотезъ, къ несчастью характеризующихъ всю современную физику, но отъ которыхъ эти

интересныя работы легко могутъ быть освобождены, потому что основы ихъ въ дѣйствительности совершенно отъ этихъ гипотезъ независимы. Этимъ замѣчательнымъ характеромъ обладаютъ въ особенности прекрасныя изслѣдованія Ампера и его послѣдователей, касающіяся математическаго изученія электромагнитныхъ явленій, гдѣ оказалось возможнымъ успѣшно примѣнить законы отвлеченной динамики къ нѣкоторымъ случаямъ взаимодѣйствія между электрическими проводниками или магнитами. Съ математической точки зрѣнія подобныя работы, конечно, представляются гораздо менѣе внушительными, чѣмъ тѣ работы, на которыя я только что намекалъ, и которыя, повидимому, непосредственно восходятъ къ основному закону всей совокупности электрическихъ явленій; но въ дѣйствительности, благодаря ихъ положительности, работамъ этимъ слѣдуетъ приписать еще гораздо большее значеніе для истиннаго прогресса науки. Такимъ именно образомъ рядъ безсмертныхъ изслѣдованій Ампера, относящихся къ этой важной спеціальности, такъ значительно расширилъ область нашихъ дѣйствительныхъ познаній, показавъ намъ въ то же время достопамятный примѣръ того разумнаго сочетанія физическаго духа съ математическимъ, которое я такъ усердно рекомендовалъ въ двадцать восьмой лекціи, какъ составляющее въ настоящее время вообще самое могущественное средство для фундаментальнаго усовершенствованія различныхъ отраслей физики <sup>1)</sup>.

Послѣ этихъ предварительныхъ разсужденій, относящихся къ общему характеру электрологіи, разсмотримъ вкратцѣ съ философской точки зрѣнія (<sup>133</sup>) дѣйствительный составъ ея главныхъ частей; при этомъ старательно исключимъ все то, что относится къ чисто химическимъ и физиологическимъ дѣйствіямъ электричества, а также все то, что касается приложенія электрическихъ ученій къ явленіямъ, кото-

<sup>1)</sup> Чрезвычайно жаль какъ для распространенія нашихъ дѣйствительныхъ познаній, такъ и для прогресса истиннаго философскаго духа, что Амперъ не счелъ нужнымъ исключительно посвятить себя той великой научной спеціальности, которая неоспоримо обезсмертила его имя. Ни природа его ума, ни вся совокупность его образованія, казалось, не призывали его къ работамъ по общей философіи, гдѣ попытки его въ теченіе нѣсколькихъ послѣднихъ годовъ привели только къ прискорбному возвращенію къ метафизическому и даже теологическому состоянію, возвращенію, которое когда нибудь невольно напомнимъ о томъ, какъ Ньютонъ комментировалъ *Апокалипсисъ*.

Ученые, занятые спеціальнымъ изслѣдованіемъ различныхъ частей естественной науки, совершенно справедливо обыкновенно предписываютъ исключительную спеціализацію умовъ, какъ основное правило современной философіи. Конечно, они кончатъ тѣмъ, что благоразумно примѣнять къ самимъ себѣ этотъ непоколебимый принципъ и послѣ того перестанутъ смотрѣть на занятіе философіею науку, какъ на своего рода отдохновеніе отъ научныхъ, въ собственномъ смыслѣ слова, работъ какого бы то ни было ученаго. Кромѣ ясно выраженнаго спеціальнаго призванія, такое чисто философское поприще, очевидно, требуетъ еще и совершенно спеціальной системы длинныхъ и трудныхъ предварительныхъ изслѣдованій историческихъ и въ то же время догматическихъ, относящихся къ рациональному развитію и реальной систематизаціи человѣческихъ познаній: это почти всегда дѣлаетъ по существу неспособными ни къ какой другой работѣ тѣ умы, которые способны плодотворно работать надъ такого рода изслѣдованіями; наоборотъ, обыкновенные ученые естественно должны быть такимъ образомъ некомпетентными въ изслѣдованіи научныхъ обобщеній, по отношенію къ которымъ они могутъ съ пользою оказывать только простое критическое вліяніе съ точки зрѣнія, соответствующей ихъ спеціальности. Итакъ, до сихъ поръ рациональное распредѣленіе интеллектуальной работы очень песовершенно понимается именно тѣми, кто обыкновенно наиболее настаиваетъ на исполненіи этого необходимаго правила (<sup>134</sup>).

рыя я назвалъ въ началѣ этого труда *конкретною физикою*, въ особенности же исключимъ все то, что относится къ метеорологіи.

Приведенная такимъ образомъ къ своей строго физической и отвлеченной части, электрологія заключаетъ въ настоящее время три существенныхъ рода основныхъ изслѣдованій: въ изслѣдованіяхъ перваго рода разсматривается возникновеніе электрическихъ явленій, ихъ проявленіе и ихъ измѣреніе; изслѣдованія второго рода относятся къ сравненію электрическихъ состояній, свойственныхъ различнымъ частямъ одной и той же массы или различнымъ соприкасающимся тѣламъ; предметъ изслѣдованій третьяго рода заключается въ разысканіи законовъ движеній, обусловливающихъ электризацію. Какъ четвертую и послѣднюю часть, слѣдуетъ помѣстить еще приложение совокупности предыдущихъ свѣдѣній къ специальному изслѣдованію магнитныхъ явленій, которыя теперь отъ нихъ уже не отдѣлимы <sup>(135)</sup>.

Всѣ тѣла, конечно, способны принимать положительную и отрицательную электризацію, но не всѣ тѣла въ дѣйствительности назлектризованы; наоборотъ, состояніе это временное по самому своему существу, и въ этомъ отношеніи оно даже подобно состоянію звуковому. Такимъ образомъ есть поводъ изслѣдовать, при какихъ общихъ условіяхъ дѣйствія различныхъ тѣлъ другъ на друга оно возникаетъ или уничтожается; изслѣдованіе это даже должно предшествовать всѣмъ другимъ электрическимъ изслѣдованіямъ, которыя по необходимости должны зависѣть отъ перваго.

Въ настоящее время совокупность наблюденій приводитъ, повидимому, къ тому, чтобы разсматривать электрическое состояніе, какъ болѣе или менѣе ясно выраженное непремѣнное слѣдствіе почти всѣхъ измѣненій, которыя вообще можетъ испытывать тѣло, какого бы рода эти измѣненія ни были. Тѣмъ не менѣе главныя причины электризаціи по порядку ихъ силы и ихъ современной научной важности суть слѣдующія: химическія соединенія и разложенія, измѣненія температуры, треніе, давленіе и, наконецъ, простое соприкосновеніе <sup>(136)</sup>. Это распредѣленіе чрезвычайно отлично отъ того распредѣленія, которое указывалось первоначальными изысканіями; ибо треніе долго считалось единственнымъ, а впослѣдствіи оно стало считаться наиболѣе могущественнымъ средствомъ для возбужденія электрическаго состоянія. Хотя сравненіе этихъ различныхъ общихъ способовъ электризаціи еще и не достаточно глубоко, и не окончено, тѣмъ не менѣе въ настоящее время болѣе уже не приходится опасаться того, чтобы позднѣйшія работы могли радикально измѣнить приведенный выше порядокъ <sup>(137)</sup>.

Химическія дѣйствія подобно тому, какъ и по отношенію къ теплотѣ, несомнѣнно составляютъ не только самый общій, но и самый обильный источникъ электричества. Въ наиболѣе сильныхъ электрическихъ приборахъ и въ особенности въ столбѣ знаменитаго Вольты, то химическое дѣйствіе, котораго первоначально не замѣчали или которымъ пренебрегали, въ настоящее время, послѣ работъ Волластона и нѣсколькихъ другихъ физиковъ, признается главною причиною электризаціи; послѣдняя дѣйствительно становится почти незамѣтною, если тщательно приняты всѣ мѣры къ тому, чтобы избѣгать какого бы то ни было возникновенія химическихъ явленій.

Послѣ этого первенствующаго вліянія нѣтъ въ дѣйствительности другой причины электризаціи, болѣе обширной и болѣе сильной, чѣмъ

термологическія дѣйствія, хотя до послѣднихъ временъ ихъ электрическая способность и была извѣстна только для одного, въ настоящее время не слишкомъ важнаго, частнаго случая, электризаціи нагрѣтаго турмалина (<sup>138</sup>). Въ настоящее время извѣстно, что значительной разности температуръ послѣдовательно расположенныхъ стержней, различныхъ по природѣ, въ другихъ же отношеніяхъ совершенно произвольныхъ и даже однородныхъ, уже достаточно для полученія рѣзко выраженаго электрическаго состоянія, которое при тождественности термометрическихъ условій тѣмъ интенсивнѣе, чѣмъ многочисленнѣе элементы.

Несомнѣнно установленное преобладаніе двухъ столь общихъ способовъ электризаціи дѣлаетъ весьма труднымъ точное опредѣленіе всѣхъ другихъ способовъ, ибо чрезвычайно затруднительно съ увѣренностью отличить то, что дѣйствительно свойственно этимъ послѣднимъ способамъ, отъ того, что обусловливается первыми, вліянія которыхъ почти не возможно совершенно избѣжать. Вотъ почему, несмотря на то, что треніе, повидимому, такъ энергично развиваетъ электрическое состояніе, въ глазахъ наиболѣе разумныхъ физиковъ является въ настоящее время, такъ сказать, сомнительнымъ, дѣйствительно ли треніе, какъ таковое, значительно содѣйствуетъ электризаціи, или эта электризація вытекаетъ по существу изъ тѣхъ термометрическихъ или даже химическихъ дѣйствій, которыми треніе всегда сопровождается, и на которыя прежде не обращалось никакого вниманія. Приблизительно то же самое относится и къ давленію, электрическое вліяніе котораго, хотя оно и гораздо менѣе выражено, но, повидимому, во всякомъ случаѣ представляется болѣе неопровержимымъ, такъ какъ оно легче можетъ быть обнаружено. Но замѣчаніе это въ особенности приложимо къ явленію возникновенія электрическаго состоянія при соприкосновеніи разнородныхъ тѣлъ, на основаніи котораго бессмертный изобрѣтатель столба объяснилъ всю энергію этого удивительнаго инструмента, тогда какъ нынѣ уже сдѣлалось хорошо извѣстнымъ, что главная доля этой энергіи принадлежитъ химическому дѣйствию, и что соприкосновеніе играетъ лишь совершенно второстепенную и даже чрезвычайно сомнительную роль.

Кромѣ этихъ общихъ причинъ электризаціи, въ извѣстныхъ условіяхъ электрическое состояніе можетъ быть возбуждено также и множествомъ другихъ, менѣе важныхъ причинъ. Между прочимъ, можно указать на измѣненія агрегатнаго состоянія тѣлъ, независимо отъ сопровождающихъ ихъ термометрическихъ измѣненій: раствореніе твердыхъ тѣлъ и въ особенности испареніе жидкостей можетъ вызвать въ нѣкоторыхъ случаяхъ значительную электризацію (<sup>139</sup>). Не исключая даже случая простаго движенія (<sup>140</sup>), нѣтъ ни одного явленія, котораго при спеціальныхъ условіяхъ не было бы достаточно для возбужденія дѣйствительнаго электрическаго состоянія, независимо отъ всякихъ другихъ причинъ; это отлично доказывается прекраснымъ опытомъ Араго, относящимся къ вращенію металлическаго диска во кругъ намагниченной стрѣлки (<sup>141</sup>), расположенной вблизи отъ круга, хотя и не прикасающейся къ нему.

Во всякомъ случаѣ желательно, чтобы въ настоящее время физики остерегались преувеличеннаго стремленія разсматривать какія бы то ни было ничтожныя явленія, какъ болѣе или менѣе сильные источники электризаціи, чтобы не заслужить упрека, противоположнаго

тому, который они сами же дѣлали своимъ предшественникамъ за то, что эти послѣдніе наблюдали только самые очевидные источники электричества и не обращали вниманія на наиболѣе существенные. Поверхностное изслѣдованіе, очевидно, совершенно не пригодно въ электрологіи; но и слишкомъ тонкій анализъ оказался бы, быть можетъ, столь же неудобнымъ для науки<sup>(142)</sup>, ибо онъ сдѣлалъ бы почти невозможнымъ разсмотрѣніе достаточно характерно выраженныхъ явленій. Мыѣніе это приобретаетъ, повидимому, особенно большое значеніе для электрохимической теоріи, какъ мы и увидимъ въ слѣдующемъ томѣ; ибо, допустивъ на основаніи слабыхъ признаковъ существованіе весьма сомнительныхъ электризацій, мы часто рискуемъ приписать имъ большое химическое вліяніе, а это приводитъ къ созданію толкованій, произвольныхъ по существу.

Постепенное прекращеніе электрическаго состоянія до сихъ поръ гораздо менѣе изслѣдовано, чѣмъ его образованіе; а между тѣмъ основательное ознакомленіе съ его законами было бы не менѣе интересно. Мы имѣемъ полное право принять за принципъ, что разъ установленная какимъ бы то ни было образомъ электризація сохранялась бы неопредѣленно долго<sup>(143)</sup>, какъ и термометрическое состояніе, если бы тѣло могло быть совершенно ограждено отъ всякаго внѣшняго вліянія, или если бы, соотвѣтственно техническому выраженію, оно могло быть строго *изолировано* или отъ атмосферы, или отъ общей массы земного шара. Съ тѣхъ поръ, какъ тождественность<sup>(144)</sup> явленій магнитныхъ и электрическихъ была неоспоримо доказана рядомъ прекрасныхъ изслѣдованій Ампера, основанныхъ на капитальномъ открытіи Эрштеда, этотъ общій принципъ былъ сильно подкрѣпленъ разсмотрѣніемъ той гораздо большей легкости, съ которою поддерживается постоянство магнитнаго состоянія. Во всякомъ случаѣ, такъ какъ до извѣстной степени даже тѣ тѣла, которыя наиболѣе правильно названы дурными проводниками электричества, въ дѣйствительности всегда способны все-таки передавать электрическое вліяніе<sup>(145)</sup>, то очевидно, что въ концѣ концовъ электризація должна неизбѣжно прекратиться даже въ нашихъ наиболѣе совершенно изолированныхъ аппаратахъ вслѣдствіе постояннаго, хотя и очень слабаго вліянія, оказываемаго на нихъ непрерывно возобновляющеюся атмосферною средою, которую обыкновенно бываютъ окружены эти аппараты, и небольшою массою земного шара, съ которою они болѣе или менѣе непосредственно сообщаются, не говоря уже о другихъ второстепенныхъ источникахъ болѣе быстро разсѣянія, которые могутъ быть искусственно устранены. Но дѣйствительные законы этого неизбѣжнаго разсѣянія до сихъ поръ еще очень мало извѣстны. Кулонъ единственный изъ великихъ физиковъ, который непосредственно занимался этимъ вопросомъ въ своемъ рядѣ важныхъ опытовъ, относящихся къ послѣдовательному разсѣянію электричества чрезъ изолирующія подставки электрической машины, или чрезъ болѣе или менѣе влажный воздухъ: съ этой послѣдней точки зрѣнія онъ точно анализировалъ то неоспоримое вліяніе, оказываемое гигрометрическимъ состояніемъ атмосферы<sup>(146)</sup> на разсѣяніе электричества, которое до извѣстной степени было замѣчено еще во времена зарожденія электрологіи.

Каждому изъ общихъ способовъ электризаціи естественно соотвѣтствуетъ спеціальнй инструментъ или вѣрнѣе классъ инструментовъ, предназначенныхъ для осуществленія условій, наиболѣе благо-

пріятныхъ для возникновенія и поддержанія электрическаго состоянія, путемъ надлежащаго подбора расположенія ихъ частей.

Каково бы ни было значеніе этихъ многочисленныхъ приборовъ, составляющихъ необходимую основу обыкновенныхъ изслѣдованій, и какъ бы ни было глубоко остроумно устройство нѣкоторыхъ изъ нихъ, въ особенности же вольтова столба, очевидно, разсматривать ихъ здѣсь было бы не умѣстно. Но зато съ другой стороны необходимо упомянуть здѣсь вообще объ инструментахъ, предназначенныхъ для обнаруженія и въ особенности для измѣренія электрическаго состоянія, иными словами, объ электроскопахъ и электрометрахъ. Наибольше великіе физики вполнѣ основательно приписывали чрезвычайно большое значеніе усовершенствованію этихъ приборовъ, въ изобрѣтеніи которыхъ неоднократно приходится замѣчать слѣды истинной гениальности. Само собою разумѣется даже, что усовершенствованіе подобныхъ приборовъ еще необходимо, чѣмъ усовершенствованіе электрическихъ машинъ въ обыкновенномъ смыслѣ слова, т. е. машинъ, исключительно предназначенныхъ для электризаціи: ибо хорошіе указатели позволяютъ воспользоваться даже весьма слабыми электрическими способностями; и дѣйствительно, при тонкихъ изслѣдованіяхъ, отъ которыхъ въ особенности зависитъ прогрессъ современной электрологіи, въ настоящее время обыкновенно употребляются не очень сильныя приборы, болѣе удобныя вслѣдствіе ихъ чрезвычайной простоты, и все искусство прибегается для изобрѣтенія методовъ, способныхъ обнаружить или измѣрить самыя незначительныя электрическіе эффекты.

Хотя измѣреніе электрическаго состоянія, очевидно, не можетъ быть произведено безъ его обнаруженія, и хотя самое обнаруженіе всегда непосредственно приводитъ къ познанію нѣкотораго количества, тѣмъ не менѣе общее различіе между *электроскопами* въ собственномъ смыслѣ слова и дѣйствительными *электрометрами* вполнѣ реально, и разсмотрѣніе этого различія чрезвычайно полезно для того, чтобы составить себѣ правильное представленіе о совокупности способовъ изслѣдованія, которыя доступны тѣмъ, кто изучаетъ явленія электрическія. Среди простыхъ электроскоповъ слѣдуетъ въ особенности выдѣлить, какъ приспособленные для тонкихъ изслѣдованій, тѣ электроскопы, которые извѣстны подъ характернымъ названіемъ *конденсаторовъ* <sup>(147)</sup> и предназначены для обнаруживанія самыхъ слабыхъ электрическихъ эффектовъ путемъ остроумнаго постепеннаго ихъ накопленія. Къ тому же всѣ эти инструменты устроены такъ, что по самому способу экспериментированія они могутъ указывать положительныя или отрицательныя <sup>1)</sup> свойства изслѣдуемой электризаціи.

<sup>1)</sup> Вслѣдствіе нѣкоторыхъ важныхъ причинъ выраженія эти весьма удачно замѣнили въ настоящее время повсемѣстно употреблявшіяся во Франціи до самыхъ послѣднихъ временъ и, конечно, радикально не соответствующія выраженія стекляннаго и смолянаго электричества. Во всякомъ случаѣ по этому поводу слѣдуетъ замѣтить, что главный дѣйствительный недостатокъ этихъ древнихъ выраженій, а именно: ихъ естественное и исключительное отношеніе къ двумъ опредѣленнымъ веществамъ,—существуетъ еще гораздо полнѣе и гораздо серьезнѣе въ общемъ названіи самой электрической науки; тѣмъ не менѣе по своеобразной непослѣдовательности ни одинъ изъ физиковъ не считаетъ нужнымъ измѣнять этого названія, — такъ велика власть привычки даже надъ самыми рациональными умами.

Что касается электрометровъ, то до сихъ поръ наиболѣе совершенными изъ нихъ, очевидно, представляются знаменитые электрическіе вѣсы нашего безсмертнаго Кулона; интенсивность электрическихъ притяженій и отталкиваній съ удивительною точностью измѣряется въ этомъ приборѣ, на основаніи важнаго принципа равновѣсія при крученіи, числомъ колебаній, совершаемыхъ въ данный промежутокъ времени указателемъ около его положенія покоя. Съ помощью этого то важнаго инструмента Кулонъ открылъ, а мы ежедневно демонстрируемъ основной законъ, относящійся къ измѣняемости отталкивательнаго или притягательнаго дѣйствія электричества обратно пропорціонально квадрату разстоянія,—законъ, который не могъ бы быть полученъ никакимъ другимъ неспровержимымъ способомъ. Когда за послѣднія пятнадцать лѣтъ наука обогатилась важными понятіями, присущими электромагнетизму, то это новое ученіе, конечно, привело съ собою и новый классъ электрометровъ, назначенныхъ для такого рода измѣреній, которыя не могли быть указаны приборомъ Кулона; первоначальная идея этихъ электрометровъ, которая принадлежитъ Швейгеру, была значительно усовершенствована нѣсколькими физиками, въ особенности же Нобили (<sup>148</sup>). Эти приборы состоятъ изъ различныхъ *мультипликаторовъ*; въ нихъ естественное дѣйствіе металлическаго проводника (<sup>149</sup>) на магнитную стрѣлку значительно усиливается чрезвычайно близкими и почти параллельными концентрическими оборотами. Во всякомъ случаѣ, какъ бы ни были драгоценны подобныя инструменты, и хотя по чувствительности своихъ показаній они могутъ соперничать даже съ самими крутильными вѣсами (<sup>150</sup>), тѣмъ не менѣе, по крайней мѣрѣ до сихъ поръ, вслѣдствіе чрезвычайной трудности точной градуировки, дѣйствительно соответствующей интенсивности наблюдаемаго явленія <sup>1)</sup>, они далеки еще отъ того, чтобы съ такою же увѣренностью быть примѣнимыми къ точнымъ измѣреніямъ.

Таковы вкратцѣ главные предметы этой первой изъ основныхъ частей электрологіи, столь богатой сильными, а также точными приборами. Вторая часть касается, какъ я уже указалъ, того, что обычно называется *электрическаго статикою*, названіе, относящееся по существу къ призраннымъ гипотезамъ о природѣ электричества. Во всякомъ случаѣ въ сущности нельзя сказать, чтобы подобное выраженіе было совершенно лишено всякой точности; ибо въ этомъ случаѣ дѣло дѣйствительно касается распредѣленія электричества въ массѣ тѣла или системы тѣлъ, электрическое состояніе которыхъ разсматривается, какъ приблизительно неизмѣнное. Итакъ, отнынѣ можно продолжать

<sup>1)</sup> Вслѣдствіе электрическаго вліянія, оказываемаго теплотою, явилась возможность удачно примѣнить эти приборы къ измѣренію самыхъ малыхъ термометрическихъ эффектовъ, конечно, не безъ тѣхъ же самыхъ затрудненій при градуировкѣ. Весьма недавно Меллони особенно удачно воспользовался этимъ остроумнымъ видоизмѣненіемъ для изученія весьма поверхностно изслѣдованнаго до тѣхъ поръ специфическаго лучеиспусканія различныхъ тѣлъ. Не такъ давно Беккерель удачно приспособилъ тотъ же самый принципъ еще для измѣренія температуръ, свойственныхъ наиболѣе глубокимъ частямъ различныхъ организованныхъ тканей, составляющихъ живыя тѣла, термометрическое состояніе которыхъ до тѣхъ поръ могло быть наблюдаемо неясно и неполно. Наконецъ, въ настоящее время Цельтъ предлагаетъ важное распространеніе этого остроумнаго общаго принципа для удобнаго изслѣдованія температуръ углубленныхъ мѣстъ или различныхъ атмосферныхъ слоевъ.



употреблять этотъ сокращенный терминъ, но съ тѣмъ, чтобы впредь старательно устранять всякую механическую идею о равновѣсїи предполагаемаго электрическаго флюида и не разсуждать овъ измѣренїи, наприимѣръ, различной степени толщины воображаемаго слоя, которыми нѣкоторые геометры предполагали покрытыми наэлектризованныя тѣла. Однимъ словомъ, еще возможно будетъ говорить овъ электрическомъ *равновѣсїи*, если этому выраженїю будетъ приписано значенїе, строго аналогичное значенїю, въ которомъ Фурье понималъ обыкновенно равновѣсїе теплоты, и въ которомъ экономисты всегда понимаютъ равновѣсїе населенїя: всякое другое допущенїе было бы бессмысленно и даже непонятно. Такимъ именно образомъ по существу можетъ быть сохранено большинство терминовъ, послѣдовательно вводимыхъ въ физику подъ преобладающимъ влїяніемъ бесполезныхъ системъ, которые отнынѣ должны быть строго исключены; необходимо только, чтобы были приняты всѣ мѣры предосторожности для добросовѣстнаго исправленїя основного значенїя этихъ терминовъ и приведенїя ихъ къ строгому выраженїю какого либо общаго факта, — и мнѣ кажется, что это почти всегда возможно.

Разсматривая прежде всего электрическое равновѣсїе всякаго изолированнаго тѣла, Кулонъ неопровержимо установилъ въ этомъ отношенїи первый основной законъ, т. е. постоянное стремленїе (пользуясь метафорою, которая до сихъ поръ исключительно употребляется) электричества мгновенно переноситься на поверхность: въ раціональныхъ терминахъ это означаетъ то, что, какимъ бы образомъ ни была первоначально произведена электризація, чрезъ нѣкоторый промежутокъ времени, котораго до сихъ поръ еще нѣтъ возможности опредѣлить, она всегда оказывается строго ограниченою поверхностью тѣла. Что касается распредѣленїя электрическаго состоянїя между различными частями этой поверхности, то на основанїи ряда прекрасныхъ опытовъ Кулона оказывается, что оно зависитъ главнымъ образомъ отъ формы тѣла: равномѣрное только для сферы, это распредѣленїе неравномѣрно для всякой другой фигуры; тѣмъ не менѣе оно всегда подчинено правильнымъ законамъ, и не трудно представить себѣ при этомъ, что точный и полный анализъ этихъ законовъ представляетъ по своей природѣ почти непреодолимыя трудности, несмотря на обманчивые извороты бесполезныхъ алгебраическихъ выкладокъ, лишенныхъ всякаго научнаго основанїя <sup>(151)</sup>. Тѣмъ не менѣе сравнивая между собою электрическія состоянїя, свойственные концамъ постепенно удлинявшагося эллипсоида, Кулонъ констатировалъ въ этомъ отношенїи слѣдующїй общїй и чрезвычайно важный фактъ: онъ опредѣлилъ такимъ образомъ, что электризація на концахъ быстро возрастаетъ по мѣрѣ удлиненїя тѣла, при чемъ она уменьшается въ остальныхъ его частяхъ; отсюда онъ вывелъ удачное примѣненїе къ объясненїю того замѣчательнаго свойства остроконечїй, которое было такъ хорошо обнаружено еще Франклиномъ.

Не трудно понять, что законы электрическаго равновѣсїя нѣсколькихъ соприкасающихся тѣлъ составляютъ по своей природѣ изслѣдованїе, еще болѣе трудное и еще болѣе обширное. Кулонъ точно изслѣдовалъ эти законы только для очень ограниченнаго и слишкомъ недостаточнаго для приложений случая различныхъ сферическихъ тѣлъ. Во всякомъ случаѣ работы этого великаго физика привели въ этомъ отношенїи къ чрезвычайно существенному общему выводу, что при-

рода веществъ не оказываетъ никакого вліянія на устанавливающеяся между ними электрическое распредѣленіе: по электрическое состояніе, принимаемое каждою изъ поверхностей, отличается бѣльшимъ или меньшимъ постоянствомъ и обнаруживается съ бѣльшею или меньшею быстрою въ зависимости отъ степени электропроводности тѣла. Взаимодѣйствіе двухъ одинаковыхъ сферъ было вполне аналлизировано Кулономъ, удивительная проникаемость котораго обнаружила своеобразный способъ распредѣленія, котораго раньше ничто не могло указать, и которое заключается въ томъ, что электрическое состояніе всегда равно нулю въ точкѣ соприкосновенія сферъ, и, едва замѣтное на разстояніи 20 градусовъ отъ нея, оно быстро усиливается въ промежуткѣ отъ 60 до 90 градусовъ; далѣе оно, хотя и медленно, продолжаетъ усиливаться еще до 180 градусовъ, гдѣ всегда находится *maximum* электрическаго состоянія. Тотъ же ходъ обнаруживается и въ случаѣ, когда шары не одинаковы, съ тою только разницею, что меньшій шаръ всегда болѣе сильно наэлектризованъ. Наконецъ, къ тому же слѣдуетъ прибавить, что результатъ, повидимому, тождественъ, какъ въ томъ случаѣ, когда оба тѣла, такъ и въ томъ, когда только одно изъ нихъ было предварительно наэлектризовано. Вопросъ становится еще болѣе сложнымъ, если разсматривать болѣе, чѣмъ два тѣла; въ этомъ послѣднемъ случаѣ, даже если ограничимся тѣми же фигурами, онъ представляетъ весьма многочисленныя подраздѣленія въ зависимости отъ числа массъ, отношенія ихъ величинъ и взаимнаго ихъ расположенія. Кулонъ ограничился при своихъ опытахъ разсмотрѣніемъ ряда одинаковыхъ шаровъ, расположенныхъ по прямой линіи. Само собою разумѣется, что даже одно только различіе въ расположеніи уже можетъ породить многочисленныя комбинаціи, результаты которыхъ должны значительно различаться между собою; ибо если бы вмѣсто того, чтобы слѣдовать одинъ за другимъ, шары Кулона были бы расположены такъ, чтобы каждый прикасался одновременно къ тремъ или четыремъ другимъ, притомъ въ точкахъ, расположенныхъ на ка-кихъ угодно угловыхъ разстояніяхъ другъ отъ друга, то въ способѣ электрическаго распредѣленія неизбѣжно произошли бы большія измѣненія. Это интересное и трудное изслѣдованіе, къ которому со времени Кулона никто не прибавилъ ничего важнаго<sup>(152)</sup>, должно считаться только намѣченнымъ работами этого знаменитаго физика; для изслѣдователей электричества оно представляетъ, очевидно, предметъ почти неистощимыхъ изысканій.

Разсмотримъ теперь третью изъ основныхъ частей современной электрологіи, правильно названную *электрическою динамикою*, потому что предметомъ своимъ она имѣетъ движенія, происходящія вслѣдствіе электризаціи. Благодаря совокупности прекрасныхъ работъ Ампера, научное состояніе этой части теперь, по моему мнѣнію, наиболѣе удовлетворительно, несмотря на то, что она весьма недавно была основана; само собою разумѣется, что при этомъ слѣдуетъ исключить вліяніе химерныхъ концепцій относительно сущности электрическихъ явленій. Точный и полный анализъ чрезвычайно разнообразныхъ явленій, относящихся къ этой важной отрасли электрологіи, по существу былъ приведенъ Амперомъ къ одному единственному общему и элементарному явленію, всѣ законы котораго были имъ вполне обнаружены, а именно къ непосредственному взаимодѣйствію двухъ проводящихъ нитей, наэлектризованныхъ при помощи вольтовыхъ столбовъ<sup>(153)</sup>, употребляющихъ

обыкновенно въ самой простой формѣ, то-есть состоявшихъ почти всегда только изъ одного элемента. Итакъ, этимъ основнымъ взаимодействіемъ мы и должны ограничить здѣсь наше философское изслѣдованіе <sup>(154)</sup>.

Если два расположенныхъ такимъ образомъ проводника достаточно подвижны, то они всегда стремятся стать по направленіямъ между собою параллельнымъ; достигнувъ этого положенія, они притягиваются или отталкиваются <sup>(155)</sup> въ зависимости отъ того, одинаково ли направлены электрическіе токи или противоположно. Но чтобы съ точностью наблюдать законы этого основного явленія, необходимо оградить обѣ нити отъ подобнаго же направляющаго вліянія, которое, по причинѣ своего электрическаго состоянія, производитъ на нити общая масса земного шара,—вліянія, которое значительно измѣнило бы результатъ ихъ взаимодействія. Отрывъ это замѣчательное взаимодействіе, весьма, впрочемъ, важное и само по себѣ, Амперъ придумалъ экспериментальныя расположенія, очень простыя и въ то же время чрезвычайно остроумныя, позволяющія избѣгать указаннаго общаго возмущающаго вліянія при наблюденіи; послѣднее достигается или тѣмъ, что въ самомъ началѣ опыта каждый проводникъ помѣщается въ ту самую плоскость, куда стремится возвратитъ его вліяніе земли, или же полнымъ уничтоженіемъ этого вліянія, путемъ точнаго уравновѣшиванія вліяній на обѣ части надлежащимъ образомъ видоизмѣненнаго проводника. Освободивъ такимъ образомъ наблюденіе отъ всѣхъ неточностей, уже не трудно постигнуть основные законы явленія, въ которыхъ для большей простоты и общности слѣдуетъ имѣть въ виду только безконечно малыя части различныхъ проводниковъ <sup>(156)</sup>. Съ математической точки зрѣнія законы эти относятся или къ вліянію направленія, или къ вліянію разстоянія.

Что касается направленія, то слѣдуетъ различать два случая въ зависимости отъ того, сравниваются ли два элемента проводниковъ, расположенныхъ въ одной и той же плоскости, или въ различныхъ плоскостяхъ. Для перваго случая интенсивность взаимодействія зависитъ только отъ угла, образуемаго каждымъ изъ этихъ элементовъ съ прямою, соединяющею ихъ середины <sup>(157)</sup>: она обращается въ нуль, когда этотъ уголъ равенъ нулю, и возрастаетъ при его возрастаніи, достигая *максимума*, когда уголъ становится равнымъ прямому, и измѣняя къ тому же и знакъ, когда измѣняется знакъ этого угла. Всѣ явленія, какъ непосредственно, такъ и косвенно наблюдаемыя, повидимому, вполне объясняются, если предположить, что интенсивность взаимодействія измѣняется пропорціонально синусу наклоненія, что соотвѣтствуетъ формулѣ, принятой всѣми послѣдователями Ампера. Когда оба проводника не находятся въ одной и той же плоскости, то взаимодействіе зависитъ, кромѣ того, отъ взаимнаго наклоненія плоскостей, проведенныхъ черезъ каждый изъ проводниковъ и чрезъ прямою, соединяющую ихъ середины; и, ходъ измѣненій этого второго соотношенія совершенно иной. Въ этомъ новомъ отношеніи, наоборотъ, перпендикулярность обѣихъ плоскостей опредѣляетъ отсутствіе взаимодействія, все равно, будетъ оно притягательное или отталкивательное: притяженіе существуетъ до тѣхъ поръ, пока уголъ этотъ острый, оно возрастаетъ по мѣрѣ его уменьшенія; *максимум* притяженія имѣетъ мѣсто въ моментъ совпаденія; когда уголъ тупой, то взаимодействіе становится отталкивательнымъ и представляетъ тѣмъ большую интенсивность, чѣмъ больше приближается каждая изъ плоскостей къ тому, чтобы стать параллельною одна другой; положеніе это производитъ *максимум*

отталкиванія. Совокупность различныхъ случаевъ направлена къ тому, чтобы заставить разсматривать это взаимодействіе, какъ пропорціональное косинусу угла между обѣими плоскостями <sup>(158)</sup>, хотя до сихъ поръ наблюденія не дали, впрочемъ, столь же опредѣленныхъ указаній относительно степени точности этого простаго предположенія, какъ относительно перваго соотношенія.

Съ самаго начала своихъ изслѣдовацій Амперъ былъ приведенъ къ тому, чтобы, по аналогіи съ основнымъ закономъ Кулона относительно обыкновенныхъ электрическихъ притяженій и отталкиваній, предположить, что и взаимодействіе двухъ элементовъ проводника всегда обратно пропорціонально квадрату разстоянія ихъ срединъ. Но въ виду множества существенныхъ различій, этой простой аналогіи, очевидно, не могло быть достаточно для категорическаго установленія столь важнаго закона. Съ другой стороны взаимодействіе безконечно малыхъ частей проводника не могло быть подвергнуто непосредственному наблюденію, потому что оно всегда и неизбѣжно оказывалось зависящимъ отъ формы и реальной величины цѣлыхъ проводниковъ. Во всякомъ случаѣ не трудно доказать математически, что и сдѣлалъ Лапласъ, что по гипотезѣ, принятой Амперомъ, вліяніе прямолинейнаго проводника неопредѣленной длины на магнитную стрѣлку должно было бы быть строго обратно пропорціонально кратчайшему разстоянію между ними. Итакъ, послѣ того, какъ это необходимое слѣдствіе непосредственно оправдалось самымъ точнымъ образомъ въ тонкихъ опытахъ Био и Саварта, реальность предложеннаго закона, очевидно, должна была сдѣлаться несомнѣнною.

Подобный законъ, повидимому, приводитъ къ представленію о томъ, что эти электрическія дѣйствія съ математической точки зрѣнія аналогичны по существу дѣйствіямъ тяготѣнія. Но сравненіе всѣхъ сторонъ явленій немедленно разрушаетъ всякое подобное сопоставленіе; ибо, какъ мы только что видѣли, оно указываетъ на огромное и основное вліяніе, которое въ электрической динамикѣ оказывается относительнымъ направленіемъ, отъ котораго тяготѣніе, наоборотъ, совершенно не зависитъ. Эта глубокая разница можетъ заставить понять, съ какою осторожностью слѣдуетъ переносить въ математическое изслѣдованіе этихъ своеобразныхъ движеній обыкновенные приемы отвлеченной динамики <sup>(159)</sup>, въ наиболѣе употребительныхъ своихъ теоремахъ всегда имѣющей въ виду дѣйствія, по существу не зависящія отъ направленія и измѣняющіяся только въ зависимости отъ разстоянія. Не трудно понять, что вслѣдствіе особенностей, свойственныхъ электрическимъ силамъ, аналитическое сложеніе ихъ должно представлять трудности, еще гораздо болѣе значительныя, чѣмъ сложеніе силъ молекулярнаго тяготѣнія; трудность же этого послѣдняго сложенія, какъ было признано въ первой части этого тома, почти совершенно непреодолима, за исключеніемъ случаевъ наиболѣе простыхъ. Поэтому-то до сихъ поръ различные послѣдователи Ампера и въ особенности Савари, какъ наиболѣе удачно занимавшійся этимъ вопросомъ, въ дѣйствительности и подвергали электрическую динамику математическимъ изслѣдованіямъ только вдоль одного измѣренія, никогда не изслѣдуя ея въ поверхностяхъ. Ограниченное такимъ образомъ даже самымъ простымъ случаемъ, ученіе это все-таки представило бы большія препятствія, если бы при этомъ не пользовались постоянно еще однимъ послѣднимъ и основнымъ предложеніемъ, установленнымъ Амперомъ въ

основаніи убѣдительныхъ опытовъ; оно заключается въ томъ, что на безконечно маломъ протяженіи и до тѣхъ поръ, пока разстояніе замѣтно не мѣняется, электрическое дѣйствіе для двухъ элементарныхъ проводниковъ, оканчивающихся въ однѣхъ и тѣхъ же точкахъ, совершенно тождественно, каково бы ни было при этомъ различіе формы этихъ проводниковъ. Подобное свойство должно, очевидно, вводить драгоценныя аналитическія упрощенія, благодаря основанной на немъ возможности подставлять при электрическихъ вычисленіяхъ вмѣсто дѣйствія криволинейнаго элемента эквивалентное дѣйствіе совокупности дифференціаловъ какихъ угодно его координатъ; это устанавливаетъ замѣчательную аналогію между электрическими разложеніями и обыкновенными динамическими разложеніями.

Такова совокупность основныхъ понятій, на основаніи которыхъ приступаютъ къ точному и рациональному изслѣдованію разнообразныхъ вліяній, производимыхъ различно расположенными и изогнутыми проводящими проволоками. Наиболее интересный случай относится къ проводникамъ, изогнутымъ въ видѣ винтовой линіи, и въ особенности къ случаю, когда обороты ея чрезвычайно близки другъ другу. Амперъ очень разумно указалъ на чрезвычайную важность этого случая для возможности наиболее совершеннаго подражанія при опытахъ чисто электрическихъ явленіямъ, свойственнымъ намагнитеннымъ тѣламъ. Въ этомъ отношеніи опытъ вполнѣ подтверждаетъ всѣ болѣе или менѣе отдаленныя слѣдствія, естественно вытекающія изъ комбинаціи предыдущихъ законовъ.

Наиболѣе существенное научное назначеніе этой электрической динамики состоитъ въ точномъ разъясненіи главныхъ магнитныхъ явленій, изслѣдованіе которыхъ, со временъ сдѣланнаго пятнадцать лѣтъ тому назадъ капитальнаго открытія Эрштеда относительно вліянія, оказываемаго на магнитную стрѣлку voltaическимъ проводникомъ, безповоротно составляетъ нынѣ четвертую и послѣднюю изъ основныхъ вѣтвей электрологіи.

Несмотря на выдающуюся заслугу подобнаго открытія, поверхностные умы неоднократно пробовали представить себѣ, что по существу мы имъ обязаны случайности; тѣмъ не менѣе можно принять за общее положеніе, что случайность никогда ни въ какомъ отношеніи и даже въ самыхъ простыхъ случаяхъ не приводила до сихъ поръ къ созданію чего бы то ни было важнаго. Во всякомъ случаѣ эти странные философы должны были бы объяснить намъ, по крайней мѣрѣ, почему до Эрштеда никто не замѣчалъ этого взаимодѣйствія, хотя благодаря случайности предъ глазами физиковъ, конечно, весьма нерѣдко магнитная стрѣлка оказывалась рядомъ съ гальваническимъ столбомъ. Ясно вообще, что обыкновенно недостатокъ заключается не въ явленіяхъ для нашихъ открытій, но недостаетъ въ особенности способныхъ и подготовленныхъ наблюдателей, которые могли бы выдѣлить изъ массы обстоятельствъ, въ каждое мгновеніе производящихъ впечатлѣніе на наши чувства, именно тѣ факты, которые могутъ обладать дѣйствительнымъ научнымъ значеніемъ. На основаніи другого болѣе рациональнаго, хотя и систематически ошибочнаго объясненія, это великое открытіе обязано своимъ происхожденіемъ только *априорнымъ* идеямъ относительно необходимой тождественности магнетизма и электричества, идеямъ, связаннымъ съ бесполезными гипотезами, предметомъ которыхъ была внутренняя природа обоихъ ро-

довъ явленій. Но даже не предпринимая невозможнаго изслѣдованія о дѣйствительномъ вліяніи, которое могли оказать эти произвольныя представленія на развитіе занимающагося ими ума, очевидно, что даже простое общее сравненіе этихъ явленій уже должно было повести къ тому, чтобы предположить эту тождественность; повидимому, такъ и сдѣлалъ Эрштедтъ еще задолго до того, что она была констатирована.

Чрезвычайно рѣзкаго магнитнаго вліянія атмосфернаго электричества, замѣчавшагося еще во времена зарожденія электрологиі при всѣхъ случаяхъ удара молніи въ корабли, конечно, было достаточно хотя бы для общаго указанія на основную зависимость между этими двумя родами явленій. Мнѣ кажется, что разумнѣе было бы спросить здѣсь, не содѣйствовали ли къ дѣйствительности эти обманчивыя системы въ данномъ отношеніи, какъ и въ столькихъ другихъ, скорѣе замедленію этого важнаго открытія, чѣмъ ускоренію его; ибо онѣ относили оба рода явленій къ причинамъ радикально различнымъ, причинамъ, которыя заставляли отрицать значеніе аналогій, обнаруженныхъ между ними при рациональномъ наблюденіи нѣкоторыхъ естественныхъ явленій, извѣстныхъ всѣмъ физикамъ.

Какова бы ни была судьба этого философскаго вопроса, совокупность ряда убѣдительныхъ опытовъ, придуманныхъ различными физиками въ томъ направленіи, которое было указано Эрштедомъ, сдѣлала общую тождественность электрическихъ и магнитныхъ явленій совершенно несомнѣнною. Наиболѣе обыкновенное свойство магнитовъ, т. е. способность ихъ притягивать желѣзо, было констатировано Араго для voltaическихъ проводниковъ какой угодно природы. Этотъ же самый физикъ открылъ при помощи весьма важнаго опыта возможность намагничивать стальную иглу, окружая ее винтообразно изогнутымъ voltaическимъ проводникомъ, или даже просто электризуя ее обыкновенными, не зависящими отъ гальваническаго дѣйствія способами <sup>(160)</sup>; эти новые способы намагничиванія послужили затѣмъ предметомъ основательной работы Савари, точно анализировавшаго всѣ ихъ существенныя условія. Наконецъ, наиболѣе важный характерный признакъ магнитныхъ явленій, постоянство въ направленіи магнитной стрѣлки, былъ Амперомъ приведенъ къ электрологиі немедленно послѣ того, какъ этотъ знаменитый физикъ сдѣлалъ важное открытіе о направляющемъ вліяніи, оказываемомъ землею на voltaической проводникъ; плоскость этого проводника всегда стремится стать по направленію, перпендикулярному къ естественному направленію магнитной стрѣлки. Съ другой стороны, чтобы дополнить это сравненіе, укажемъ, что при помощи магнитовъ можно подражать большинству обыкновенныхъ электрическихъ явленій; а Фарадей дошелъ даже такимъ образомъ до полученія настоящихъ электрическихъ искръ <sup>(161)</sup>. Однимъ словомъ, рациональною комбинаціе этихъ рядовъ различныхъ наблюденій Амперъ былъ правильно приведенъ къ представленію, что всѣ магнитныя явленія могутъ быть точно характеризованы, если вообразимъ, что поверхность всякаго магнита покрыта рядомъ замкнутыхъ voltaическихъ цѣпей, перпендикулярныхъ къ его оси.

Въ этой прекрасной теоріи по существу осталось бы объяснить только одну основную черту магнитныхъ свойствъ, а именно: исключительное отношеніе ихъ къ небольшому числу опредѣленныхъ ве-

ществъ. Конечно, было бы не научно желать дойти въ этомъ отношеніи до первоначальнаго отличительнаго признака; также точно не разумно было бы искать, напримѣръ, причину, почему такое то тѣло хорошей или дурной проводникъ электричества.

Во всякомъ случаѣ, если оставимъ въ сторонѣ это нераціональное направленіе, то казалось бы, что, такъ какъ электрическія явленія общи по своей природѣ, то и въ электромагнитной доктринѣ будетъ до тѣхъ поръ ощущаться необходимость въ какомъ то капитальномъ усовершенствованіи, пока свойство, принадлежащее магнитамъ, не будетъ связано съ какимъ нибудь другимъ, допускающимъ обобщеніе, электрическимъ условіемъ. Правда, непрерывный прогрессъ въ наблюденіяхъ стремится съ каждымъ днемъ еще болѣе ослабить считавшееся первоначально абсолютнымъ различіе между тѣми веществами, которыя способны намагничиваться и тѣми, которыя къ этому не способны: въ настоящее время мы имѣемъ полное право предполагать, что въ этомъ отношеніи между различными естественными тѣлами существуютъ только простыя различія въ степеняхъ, различія, кажуціяся намъ столь рѣзкими только вслѣдствіе несовершенства нашихъ средствъ наблюденія. Уже Кулонъ констатировалъ несомнѣныя, хотя и очень слабыя указанія наличности магнитнаго состоянія для большого числа веществъ, когда они вытянуты въ тонкія ниточки; но въ тѣ времена результаты эти были приписаны влиянію нѣкоторыхъ желѣзистыхъ частицъ, отсутствіе которыхъ въ ту эпоху не могло быть неоспоримо доказано. Однако, въ настоящее время электромагнитные опыты привели къ значительному увеличенію числа аналогичныхъ этому аффектовъ, усовершенствованіе же средствъ химическаго анализа позволило удостовѣрить вмѣстѣ съ тѣмъ, что желѣзо не принимало никакого участія въ ихъ возникновеніи. Несмотря на эти второстепенныя соображенія, все же остается неоспоримымъ то, что до сихъ поръ не замѣчается никакаго зависимости между какимъ бы то ни было электрическимъ свойствомъ желѣзистыхъ соединений и своеобразнымъ преобладаніемъ въ нихъ свойствъ магнитныхъ; въ этомъ отношеніи въ современномъ электромагнитизмѣ есть существенный пробѣлъ, котораго не слѣдуетъ сарывать.

Чтобы окончательно ввести въ область обыкновенной электрической динамики основное явленіе приниманія опредѣленнаго направленія, свойственное магнитной стрѣлкѣ, достаточно представить себѣ, что земля, какъ и всякій другой магнитъ, покрыта на поверхности рядомъ вольтаическихъ токовъ, параллельныхъ магнитному экватору. Относительно происхожденія подобнаго электрическаго состоянія Амперъ составилъ чрезвычайно остроумное и даже весьма философское<sup>(162)</sup> предположеніе; основываясь на неоспоримомъ влияніи теплоты на развитіе электричества, онъ приписалъ возникновеніе этого состоянія неодинаковости и періодической измѣняемости температуръ въ различныхъ точкахъ земной поверхности. Важный опытъ Араго, относящійся къ магнитному влиянію вращательнаго движенія, заставляетъ, впрочемъ, думать, что весьма правдоподобно было бы предположеніе, что суточное вращеніе земли содѣйствуетъ непосредственно возникновенію подобной электризаціи. Наконецъ, быть можетъ возможно было бы и здѣсь, какъ и въ термодогическомъ отношеніи, допустить наличность извѣстнаго основнаго электрическаго строенія, свойственнаго всей совокупности земнаго шара. Впрочемъ, соотвѣтственно духу и плану этого труда, разъяснен-

ному въ самомъ началѣ, здѣсь нѣтъ по существу мѣста вопросу, касающемуся естественной исторіи земного шара, даже если бы эта исторія и не находилась еще во всѣхъ отношеніяхъ въ состояніи полнѣйшаго младенчества. Итакъ, я вовсе не могу разсматривать здѣсь законовъ, относящихся къ распредѣленію магнетизма на поверхности нашей планеты; изслѣдованіе этого распредѣленія, хотя и чрезвычайно несовершенное, составляетъ въ настоящее время одну изъ самыхъ интересныхъ частей физической географіи. Магнитная теорія, свойственная отвлеченной и общей физикѣ, ограничивается въ этомъ отношеніи точною характеристикой и подчиненіемъ строгой мѣрѣ тѣхъ существенныхъ объектовъ, на которые должно распространяться сравнительное наблюденіе натуралистовъ; таковы: относительная интенсивность магнитнаго дѣйствія, опредѣляемая по числу колебаній, которыя въ данный промежутокъ времени совершаетъ магнитная стрѣлка вокругъ своего положенія равновѣсія; направленіе этого дѣйствія, опредѣляемое посредствомъ двухъ доступныхъ строгому измѣренію элементовъ, извѣстныхъ подъ названіемъ *склоненія* и *наклоненія*, и опредѣленіе которыхъ производится теперь съ большою точностью. Въ настоящее время начинаютъ усматривать нѣкоторые эмпирическіе законы, относящіеся къ различію нормальныхъ значеній этихъ двухъ угловъ въ различныхъ мѣстахъ; предполагаютъ, напримѣръ, что тангенсъ наклоненія всегда равенъ удвоенному тангенсу магнитной широты: но изслѣдованіе это едва намѣчено и представляетъ даже поводъ къ серьезнымъ сомнѣніямъ. То же самое и подавно относится къ тѣмъ своеобразнымъ періодическимъ измѣненіямъ, различнымъ по величинѣ и по продолжительности, которыя испытываетъ во всѣхъ мѣстахъ направленіе магнитной стрѣлки, т. е., склоненіе или наклоненіе; до сихъ поръ эти измѣненія кажутся совершенно необъяснимыми. Во всякомъ случаѣ я не долженъ пропустить здѣсь случая указать въ этомъ отношеніи на удачную, вслѣдствіе своей рациональности, попытку, недавно сдѣланную знаменитымъ мореплавателемъ Дюпереемъ, привести совокупность этихъ различныхъ измѣненій къ правильнымъ измѣненіямъ, испытываемымъ термометрическимъ состояніемъ земного шара. Было бы очень желательно, чтобы подобное представленіе, вполне гармонирующее съ основною теоріею Ампера, было окончательно подтверждено основательнымъ и глубокимъ разсмотрѣніемъ системы наблюденій, относящихся къ земному магнетизму.

Таковы вкратцѣ главныя общія соображенія, порождаемыя философскимъ <sup>(163)</sup> изслѣдованіемъ четырехъ существенныхъ частей современной электрологи. Каково бы ни было относительное несовершенство этой важной отрасли физики, являющееся слѣдствіемъ большей сложности ея явленій, въ этомъ бѣгломъ обзорѣ слѣдовало бы замѣтить, какъ сравнительно быстры были ея успѣхи со времени столь недавней еще эпохи, когда она только начала пріобрѣтать дѣйствительно научную вѣдѣмость. Въ особенности наиболѣе новыя части пріобрѣли съ необыкновенною быстротою чрезвычайно замѣчательную устойчивость и рациональность; конечно, это слѣдуетъ приписать пражде всего возникновенію болѣе глубокаго, полнаго и единоподушнаго сознанія здраваго научнаго метода; но въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ это происходитъ также отъ той однородности въ построеніяхъ, которая естественно явилась по сему предмету вслѣдствіе преобладанія работъ одного великаго физика. Хотя ни одна изъ другихъ отраслей физики столь сильно



не искажена употребленіемъ бесполезныхъ и бессмысленныхъ гипотезъ, относящихся къ сущности явленій и къ первоначальному способу ихъ возникновенія, тѣмъ не менѣ эти произвольныя системы вкоренились въ электрологіи не слишкомъ глубоко: въ ней гораздо легче можетъ быть понято ихъ коренное ничтожество; очищеніе ея не представить въ дѣйствительности большихъ препятствій, когда физики правильно поймутъ значеніе такого очищенія.

Въ этой лекціи, какъ и въ шести предшествующихъ, я старался точно опредѣлить общій характеръ, свойственный философіи физики, послѣдовательно разсматриваемой съ тѣхъ различныхъ основныхъ точекъ зрѣнія, которыя можетъ представить изслѣдованіе свойствъ, общихъ всѣмъ веществамъ и всѣмъ строеніямъ; они составляютъ по своей природѣ скорѣе столько же наукъ, дѣйствительно различныхъ, хотя и связанныхъ между собою въ нѣсколькихъ направленіяхъ, чѣмъ различныхъ отраслей одной и той же науки. Эта работа требовала вездѣ чрезвычайно важнаго философскаго процесса, въ которомъ почти не нуждалась астрономія, но который отнынѣ будетъ становиться все болѣе и болѣе необходимымъ во всей остальной части этого труда; процессъ этотъ состоитъ въ освобожденіи реальной науки отъ пагубнаго до сихъ поръ еще такъ замѣтно вліянія, хотя и косвенно оказываемаго древнимъ духомъ метафизической философіи; отъ него мы освободились еще далеко не совершенно, и онъ проявляется, въ особенности въ физикѣ, неизбѣжно призрачными и произвольными концепціями, относящимися къ первоначальнымъ агентамъ явленій. Доказавъ вообще основную ошибочность подобнаго способа философскаго мышленія, я долженъ былъ подвергнуть краткому, но спеціальному анализу каждую изъ частей физики, которыя были имъ значительно искажены. Природа этого труда, конечно, препятствовала полному выполненію подобнаго очищенія, — оно могло быть только указано: я надѣюсь во всякомъ случаѣ, что указаніе это достаточно для того, чтобы привлечь на этотъ важнѣйшій вопросъ вниманіе нѣкоторыхъ рациональныхъ физиковъ, заставивъ ихъ сознать, что въ системѣ современной науки эти бесполезныя гипотезы составляютъ не болѣе, какъ излишнее и несоотвѣтствующее повтореніе, которое можетъ только вредить успѣхамъ нашихъ дѣйствительныхъ познаній, искажая ихъ характерную положительность, и что совершенно освободиться отъ нихъ впредь было бы столь же легко, какъ и желательно. Такъ какъ главная научная польза этого трактата состоитъ въ усовершенствованіи духа каждой основной науки, то пѣль моя будетъ достигнута только въ томъ случаѣ, если кто либо изъ физиковъ спеціалистовъ предприметъ, основываясь на положеніи мною началѣ, осуществленіе проекта, указаніемъ важности и возможности котораго я долженъ былъ здѣсь ограничиться. Съ тою же самою пѣлью я старался вкратцѣ охарактеризовать правильное примѣненіе математическихъ теорій къ различнымъ главнымъ вѣтвямъ физики; въ то же время я указывалъ на серьезную опасность чрезмѣрной и призрачной систематизаціи, которой такъ часто пытались достигнуть путемъ употребленія этого могущественнаго средства за предѣлами того, что могла допустить слишкомъ сложная природа соответствующихъ явленій. Во всякомъ случаѣ, занимаясь сверхъ того и методомъ, я не пренебрегалъ случаемъ, чтобы указать въ наличномъ составѣ каждой физической доктрины главные законы, которые уже открыты человѣческимъ умомъ въ теченіе двухъ вѣковъ, истекшихъ со времени возникно-

венія истинной физики, такъ же какъ и на существенные пробѣлы, которые обнаружило это философское изслѣдованіе.

Теперь я долженъ продолжать ту великую задачу, которую я себѣ намѣтилъ, и перейти въ первой части слѣдующаго тома къ философской оцѣнкѣ новой основной науки, послѣдней изъ тѣхъ, которыя составляютъ совокупность общихъ или неорганическихъ познаній. Наука эта, относящаяся къ молекулярнымъ и специфическимъ вліяніямъ, оказываемымъ различными естественными веществами другъ на друга, должна быть гораздо сложнѣе, а слѣдовательно, и гораздо менѣе совершенна, чѣмъ науки, рассмотрѣнныя въ этихъ первыхъ двухъ томахъ. Но подчиненіе ея предыдущимъ наукамъ, философію которыхъ мы уже установили, можетъ доставить средства для значительнаго усовершенствованія ея общаго характера (166).

---

## Примѣчанія профессора О. Д. Хвольсона.

Примѣч. 1 (къ стр. 3). Въ началѣ 1898 г. чествовалась въ Петербургѣ память Контѣ по поводу исполнившагося столѣтія со дня рожденія этого творца позитивной философіи. Въ теченіе ряда вечернихъ засѣданій говорилось въ двухъ ученыхъ обществахъ рѣчи о различныхъ частяхъ курса позитивной философіи; и во всѣхъ этихъ рѣчахъ болѣе или менѣе сквозило общераспространенное у насъ мнѣніе о Контѣ, какъ о великомъ мыслителѣ, какъ о создателѣ новаго начала, которымъ одинаково должны руководиться всѣ науки, какъ о критикѣ всего добытаго въ его время научнаго матеріала, и какъ о философѣ, указавшемъ на тѣ пути, которые наиболѣе быстро должны привести науки къ намѣченнымъ завѣтнымъ цѣлямъ. Одна рѣчь, однако, довольно рѣзко дисгармонировала съ остальными; она была прочитана мною въ публичномъ засѣданіи философскаго общества 7 марта 1898 г. и была напечатана въ журналѣ „Міръ Божій“ за 1898 г. № 5 (май). Въ этой рѣчи я, между прочимъ, утверждалъ, что физика „не шла и не должна идти, и не пойдетъ по пути, указанному Контотомъ“, что „все великое, что было создано ея мастерами, . . . — достигнуто путями, прямо противоположными тому пути, по которому совѣтуетъ идти позитивная философія“. Моя рѣчь вызвала неодобреніе; утверждалось, что я не понялъ сущности ученія Контѣ и, что истинный прогрессъ науки возможенъ только при строгомъ соблюденіи догматовъ позитивной философіи. Мое положеніе, какъ осмѣлившася напасть на одного изъ признанныхъ великановъ мысли, оказалось не особенно приятнымъ и легко могло напомнить одну изъ наиболѣе извѣстныхъ басенъ Крылова.

Когда г. издатель сего перевода обратился ко мнѣ съ предложеніемъ редактировать переводъ того отдѣла курса позитивной философіи, который посвященъ физикѣ, и снабдить его примѣчаніями, я указалъ ему на мою рѣчь и на выраженное въ ней рѣзкое мнѣніе насчетъ приложимости идей Контѣ къ физикѣ. Однако, оказалось, что мои убѣжденія по сему предмету ему хорошо извѣстны, что онъ не считаетъ ихъ препятствіемъ для передачи мнѣ редактированія упомянутаго отдѣла, и что мнѣ будетъ предоставлена полная свобода при составленіи моихъ примѣчаній. Я охотно согласился, надѣясь, что эти примѣчанія дадутъ мнѣ возможность точнѣе обосновать мои возраженія, чѣмъ это было возможно въ краткой рѣчи. Не сомнѣваясь, что опять пойдутъ нападки, а можетъ быть насмѣшки. Но въ этомъ отношеніи я спокоенъ. Пройдутъ годы, можетъ быть, многіе годы; взгляды измѣнятся, и съ удивленіемъ вспомнятъ о той полостѣ въ исторіи интеллектуальнаго развитія русскаго общества, когда это общество превлопалося передъ Контотомъ, сотворивъ себѣ кумира изъ сего позитивной философіи.

Было время, когда эта философія считалась у насъ своего рода откровеніемъ, а Контъ ся пророкомъ, каждое слово котораго есть доказанная истина, не подлежащая ни критикѣ, ни сомнѣнію. Статьи начинались словами „Контъ доказалъ, что и т. д.“, и затѣмъ строились на томъ, что Контъ „доказалъ“, научные выводы, воздвигались, какъ на неизблемомъ фундаментѣ, разнообразныя ученія, защищались тезисы и т. д. Теперь уже этого не дѣлаютъ. Все чаще и чаще приходится читать слова: „въ противоположность предсказаніямъ Контѣ, мы видимъ, что и т. д.“ или „Контъ оказался неправымъ, утверждая что, и т. д.“.

Еще немного — и русское общество пойметъ, что оно увлеклось призракомъ; а затѣмъ появятся ученые изслѣдованія объ историческихъ и психологическихъ причинахъ этого удивительнаго увлеченія мыслителемъ, философія котораго въ отношеніи къ наукамъ сводится къ отрицанію всякой возможности примѣненія истинно философскаго мышленія въ вопросахъ научныхъ. Если бы я не убоился послѣдствій, я бы добавлялъ, что позитивизмъ не есть философская система, ибо отрицаніе философіи, каковымъ, по моему, въ дѣйствительности представляется позитивизмъ, не есть философія.

Сущность ученія Конта въ примѣненіи къ научнымъ изслѣдованіямъ вообще и къ физикѣ въ частности, онъ самъ съ величайшею ясностью выразилъ словами: *„гипотезы должны исключительно касаться законовъ явленій и никогда не касаться ихъ способа возникновенія (Leurs modes de production)“*. Эти слова Контъ печатаетъ курсивомъ, многократно ихъ повторяетъ и еще чаще на нихъ ссылается. Я повторяю слова, сказанныя мною въ упомянутой выше рѣчи: „... ему (Конту) отвѣчаетъ физика, что только именно этого рода гипотезы (касающіяся способа возникновенія явленій) ведутъ къ познанию истины, что только благодаря имъ, физика заняла то высокое положеніе *надъ* всѣми науками о природѣ, заставляющее обращаться за ея совѣтами астрономію и химію, технику и медицину, биологическія науки и экспериментальную психологію“<sup>4</sup>. По является вопросъ: нѣтъ ли тутъ недоразумѣнія, неправильнаго пониманія словъ „*leurs modes de production*“? И не касаются ли тѣ гипотезы и представленія, благодаря которымъ физика сдѣлалась великою и основною наукою, именно того, что Контъ называетъ „закономъ явленій“, и не играютъ ли въ этихъ гипотезахъ наши представленія о томъ, что Контъ называетъ „*modes de production*“, совершенно второстепенную роль? Къ счастью, тутъ никакого сомнѣнія быть не можетъ, ибо тѣ многочисленныя примѣненія приведеннаго основнаго положенія, которыя встрѣчаются у Конта при разборѣ специальныхъ вопросовъ, съ абсолютною достовѣрностью доказываютъ, что именно Контъ подразумѣвалъ подъ гипотезами „о законахъ“ и подъ гипотезами „о способахъ возникновенія“ явленій; они показываютъ, что, именно благодаря запретнымъ гипотезамъ второго рода, физика поднялась на ту высоту, на которой она нынѣ находится. Съ особенною ясностью это видно въ той лекціи, которая посвящена оптикѣ; къ ней и къ другимъ подобнымъ же мѣстамъ мы пока отсылаемъ читателя.

Чтобы произвести правильный и достаточно всесторонній разборъ „физики“ Конта, необходимо имѣть въ виду два вопроса и разсматривать ихъ параллельно.

*Первый* вопросъ касается отношенія Конта къ физикѣ: какую роль приписываетъ Контъ физикѣ? Какое онъ ей придаетъ значеніе? Какъ отнесся онъ къ ея методамъ и къ добытымъ ею результатамъ? Какое значеніе придаетъ онъ этимъ результатамъ, какъ онъ ихъ группируетъ и какъ между собою связываетъ? Сюда же относятся по существу менѣе важныя вопросы: каковы были свѣдѣнія Конта по физикѣ, въ какой степени овладѣлъ онъ ея фактическимъ матеріаломъ? Правильно ли онъ понималъ ея данныя и ея выводы?

*Второй* вопросъ, наоборотъ, касается отношенія физики къ Конту, т. е. къ догматамъ позитивной философіи. Спрашивается: слѣдовала-ли физика до сихъ поръ совѣтамъ Конта, и—если окажется, что она имъ не слѣдовала—должна ли она имъ слѣдовать?

При разборѣ обоихъ вопросовъ необходимо прежде всего знакомство съ физикою, съ ея положеніемъ въ 1835 г., когда Контъ писалъ разбираемый отдѣлъ своего курса, съ исторіею ея развитія до послѣдняго времени; необходимо знать и, что гораздо труднѣе, но и важнѣе, *правильно понимать* то, что нынѣ составляетъ наиболѣе существенную часть ея содержанія.

Тутъ самъ собою напрашивается одинъ вопросъ: всѣ восхваляютъ Конта, имъ восторгаются и его когда то считали непогрѣшимымъ; но—спрашивается—кто же его читалъ, т. е. *осмысленно* прочелъ? Онъ одинъ говоритъ о всѣхъ наукахъ, критикуетъ ихъ направленіе, ихъ содержаніе, ихъ историческое развитіе. Чтобы *осмысленно* прочесть Конта, надо быть специалистомъ въ цѣломъ рядѣ наукъ. Но вѣдь это немислимо, такихъ людей нѣтъ и быть не можетъ, а по-сему надо думать, что очень невелико число людей, прочитавшихъ позитивную философію Конта отъ начала до конца. А можетъ быть и не было еще ни одного, кто бы все прочелъ, *осмысленно* прочелъ, т. е., понимая прочитанное и *имѣя возможность отнестись къ нему критически*. И надо думать, что изъ тѣхъ, кто восхвалялъ у насъ Конта, огромное большинство прочло лишь общую часть, и на слово повѣрило, что въ непонятномъ ему разборѣ отдѣльныхъ наукъ дѣйствительно содержится неопровержимыя доказательства справедливости основныхъ положеній позитивизма; на слово повѣрило, что Контъ правильно распредѣлялъ

эти науки, указалъ ихъ взаимную зависимость, похвалилъ одно, поборнилъ и раскритиковалъ другое; что онъ правильно судилъ работу сонма ученыхъ, специалистовъ по длинному ряду различныхъ наукъ. Читатель, даже специалистъ, долженъ съ удивленіемъ видѣть эту смѣлиую и по своимъ размѣрамъ чудовищную критику, къ которой ни онъ, ни кто другой не въ состояніи отнестись критически. Въ этой смѣлости съ одной стороны, въ этой невозможности провѣрки—съ другой со временемъ, я думаю, и найдется психологическій корень увлеченія Коптомъ.

Физика есть наука о свойствахъ неорганизованной матеріи и о происходящихъ въ ней явленіяхъ; ея три задачи—открыть, изслѣдовать и объяснить эти явленія. Имѣя столь широкое поприще, физика естественно является руководящею не только для тѣхъ наукъ, которыя также имѣютъ дѣло съ неорганизованою матерією, но и для наукъ, изучающихъ матерію организованную, въ которой, между прочимъ, также происходятъ явленія, составляющія предметъ физики. Къ первому ряду наукъ относятся, напр., метеорологія, физическая географія, химія, кристаллографія и въ особенности, новый, важный и интересный отдѣлъ астрономіи—астрофизика, ко второму ряду—науки биологическія, медицина и т. д. Науки техническія, всецѣло опирающіяся на физику, оставляемъ въ сторонѣ. Физика выработала методы экспериментальнаго изслѣдованія свойствъ матеріи и этими методами пользуются всѣ переименованныя науки. Ясно, что физика играетъ первенствующую роль во всѣхъ этихъ наукахъ, что она расположена надъ ними; изъ ея неисчерпаемой сокровищницы черпаютъ всѣ эти науки какъ факты, такъ и методы.

Физика развилась до необъятныхъ размѣровъ, она раскрыла тайны міровыхъ явленій и вникла въ законѣрныя связи, существующія между самыми разнородными свойствами матеріи; она дошла до возможности съ величайшею подробностью количественно и качественно предсказать детали явленія, которое имѣетъ обнаружиться при заданныхъ сложныхъ обстоятельствахъ. И все это благодаря тѣмъ методамъ, которыми пользовались великіе мастера этой науки, показавшіе, какъ должно изслѣдовать природу, какъ должно строить, провѣрять и улучшать гипотезы. Успѣхи, достигнутые физикою, доказываютъ, что тѣ великіе мастера шли по вѣрному пути; у нихъ слѣдуетъ учиться, изъ ихъ бессмертныхъ твореній черпать указанія на вѣрный путь, который можетъ насъ приблизить къ завѣтной цѣли—къ познанію неорганизованной природы.

Въ нижеслѣдующихъ примѣчаніяхъ я изложу свои возраженія на тѣ мѣста текста, съ которыми нельзя согласиться, и которыя должны читателя ввести въ заблужденіе. Тамъ, гдѣ Коптъ блестяще излагаетъ отдѣльныя прекрасныя мысли, я не счелъ себя въ правѣ утруждать читателя выраженіями одобренія, въ которомъ Коптъ передъ нашими читателями не нуждается.

Большая часть перевода сдѣлана В. А. Кашерининовой.

Примѣч. 2. (къ стр. 3). Необходимо помнить, что Коптъ понимаетъ подъ астрономією исключительно только небесную механику, и притомъ только въ ея приложеніи къ планетной системѣ. Истинная же задача астрономіи—изучить тѣла, движущіяся во вселенной, такъ называемыя, небесныя тѣла, къ которымъ принадлежитъ и земля. Она изучаетъ не только движеніе этихъ тѣлъ, но и ихъ строеніе и составъ, а также тѣ физическія явленія, которыя на нихъ происходятъ. Астрономъ, занимающійся астрофизикою, долженъ быть и физикомъ, и химикомъ. При этомъ особенно важно и интересно то замѣчательное обстоятельство, что путемъ чисто физическихъ изслѣдованій силы свѣта небеснаго свѣтила и его спектра, т. е. путемъ фотометрированія и анализа спектра астрономъ нынѣ получаетъ данныя о движеніи свѣтила, рѣшая такимъ образомъ какъ разъ ту задачу, которую Коптъ считалъ за единственную задачу астрономіи. Въ статьѣ, посвященной оптикѣ, мы къ этому вопросу возвратимся.

Примѣч. 3 (къ стр. 4). Эти связи въ настоящее время настолько усилились, число ихъ возросло до такихъ размѣровъ, что возникла новая обширная, какъ бы промежуточная, между физикою и химією наука—физическая химія. Въ университетахъ она излагается, какъ самостоятельный предметъ, для нея учреждены спеціальныя кафедры и построены особые институты (напр. въ Лейпцигѣ и въ Геттингенѣ).

Примѣч. 4 (къ стр. 5). Изъ того, что всѣ тѣла могутъ обнаружить явленія электрическія, и изъ того, что существуетъ связь между явленіями магнитными и электрическими, точнѣе между магнитами и электрическими токами, инконнымъ образомъ не слѣдуетъ, что всѣ тѣла должны обладать магнитными свойствами. Въ 1845 г. Фарадей открылъ явленія діамagnetизма и парамагнетизма; впрочемъ, отталкиваніе висмута магнитомъ было извѣстно, когда

Контъ писалъ этотъ отдѣлъ (1835), ибо оно было открыто еще въ 1778 г. Бругмансомъ, и точно изслѣдовано Бекерелемъ въ 1827 г.

Примѣч. 5 (къ стр. 6). Электрическія явленія прорекондуютъ или въ эфирѣ, окружающемъ тѣла, или они представляютъ изъ себя явленія существенно молекулярныя (электролизъ, діэлектрическія явленія).

Примѣч. 6 (къ стр. 7). Ученіе о повѣсомыхъ агентахъ въ настоящее время исчезло изъ физики. Къ этому вопросу мы возвратимся въ ученіи о свѣтѣ.

Примѣч. 7 (къ стр. 7). Это совершенно не ябно. Рациональная группировка физическихъ явленій только и мыслима, если намъ известны способы ихъ возникновенія; въ одну группу должны быть отнесены явленія, возникающія на одной и той-же почвѣ. Научное распредѣленіе, основанное, какъ того требуетъ Контъ, только на самыхъ явленіяхъ, неоднократно приводило къ совершенно безмысленнымъ группировкамъ, при которыхъ явленія, ничего общаго между собою не имѣющія, соединялись въ одномъ отдѣлѣ, а, наоборотъ, явленія, почти тождественныя по существу и лишь количественно между собою разнившіяся, относились къ совершенно различнымъ отдѣламъ физики. Достаточно указать на группу явленій, которую приписывали, такъ называемой, лучистой теплотѣ и относили къ ученію о теплотѣ. Когда истинная сущность этихъ явленій была понята, то оказалось, что они лишь количественно отличаются отъ явленій свѣтовыхъ, вмѣстѣ съ которыми они составляютъ особую группу явленій лучистой энергіи, въ которую входятъ и еще нѣкоторыя другія явленія. Форма, въ которой явленіе намъ представляется, въ высокой степени зависитъ отъ свойствъ нашихъ органовъ чувствъ, такъ что обыкновенно несущественное количественное измѣненіе можетъ намъ представиться, какъ замѣна явленія другимъ, ничего общаго съ нимъ не имѣющимъ. Наоборотъ, объективно безусловно различныя явленія могутъ намъ казаться родственными вслѣдствіе одинаковости нѣкоторыхъ замѣчаемыхъ нами внѣшнихъ признаковъ или случайной тождественности тѣхъ законовъ, которыми эти явленія управляются. *Только тщательное, непрерывное и настойчивое исканіе способовъ возникновенія явленія, этихъ запрещенныхъ Конттомъ „modes de production“, можетъ привести къ научному разумнѣю физическихъ явленій и въ особенности къ рациональной ихъ группировкѣ.*

Примѣч. 8 (къ стр. 10). Упомянутая въ примѣч. 3 физическая химія весьма широко пользуется математикою, и притомъ не только въ тѣхъ отдѣлахъ, которые по своему характеру одинаково могли бы быть отнесены какъ къ химіи, такъ и къ физикѣ, но и въ нѣкоторыхъ изъ тѣхъ частей, которыя имѣютъ чисто химическій характеръ.

Примѣч. 9. (къ стр. 10). Все, что Контъ здѣсь говоритъ о приложеніи математики къ физикѣ, показываетъ съ особенною ясностью, какъ мало онъ понималъ истинныя задачи и методы этой науки. Математическій анализъ дѣйствительно двояко прилагается къ физикѣ, но вовсе не въ томъ смыслѣ, какъ полагалъ Контъ; всѣ примѣры, которые приводятся Конттомъ, по существу не отличаются другъ отъ друга, и относятся не къ двумъ категоріямъ, а только къ одной.

Математическій анализъ прилагается къ физикѣ двояко: а posteriori и а priori.

1. *Приложеніе а posteriori* заключается въ слѣдующемъ: въ основу кладется несомнѣнный, твердо установленный законъ, который сдѣлался известнымъ, благодаря наблюденіямъ или благодаря какому либо болѣе или менѣе многочисленнымъ опытамъ. Этотъ законъ можетъ быть и не точенъ, лишь приблизительно выражалъ то, что происходитъ въ природѣ. Этотъ законъ облачается въ математическую форму и затѣмъ уже изслѣдуются чисто математическимъ способомъ слѣдствія, вытекающія изъ основнаго положенія, рѣшаются частныя задачи и т. д. Если исходный законъ приближенный, то и всѣ выводы лишь приблизительно соответствуютъ дѣйствительности. Польза, которую извлека физика изъ подобнаго рода изслѣдованій, не чрезмѣрно велика, ибо эти изслѣдованія не могли дать ничего существенно новаго, не могли способствовать открытію новыхъ свойствъ вещества. *Это скорее математика, чѣмъ физика.* Сюда относятся классическія работы Фурье и Поассона по теплопроводности. Допуская, что напряженіе тепловаго потока между двумя параллельными плоскостями, взятыми *внутри* тѣла, пропорціонально разности температуръ точекъ этихъ плоскостей, и что потеря теплоты у поверхности тѣла вслѣдствіе лучеиспусканія пропорціональна разности температуръ тѣла и окружающей среды, эти великіе математики рѣшили цѣлый рядъ задачъ о чермѣнномъ и о постоянномъ распредѣленіи теплоты въ тѣлахъ различной формы при разнообразныхъ

заданныхъ условіяхъ, относящихся къ тепловому состоянію поверхности, къ первоначальному распредѣленію теплоты внутри тѣла и т. п. Изъ двухъ приведенныхъ основныхъ предположеній второе лишь приблизительно вѣрно, и то въ случаѣ, когда разность температуръ поверхности тѣла и среды не велика. Исходя изъ опредѣленныхъ законовъ, эти изслѣдованія, очевидно, не могутъ привести къ новымъ законамъ, къ открытію новыхъ свойствъ матеріи, т. е. къ *дѣйствительному обогащенію физики*. Эти изслѣдованія могутъ принести пользу практической физикѣ, имѣть приложеніе въ техникѣ. Но эта польза для физики не велика, такъ какъ полученные результаты не приложимы къ случаю значительной разности температуръ тѣла и окружающей среды, вслѣдствіе чего сравнительно простые и для практики важные случаи остаются неразрѣшенными.

То же самое относится къ теоріи упругости, которая исходитъ изъ опредѣленныхъ простыхъ представленій о тѣхъ силахъ, которыя возникаютъ внутри твердыхъ тѣлъ, когда въ нихъ вызывается деформация, т. е. измѣненіе внутренняго строя въ распредѣленіи частицъ. И это скорѣе математика, чѣмъ физика существенно новаго она физикѣ дать не можетъ. Ея результаты лишь приближенно вѣрны и не приложимы къ случаямъ весьма значительныхъ деформаций.

Непримѣнно слѣдуетъ сюда же отнести геометрическое ученіе объ отраженіи и преломленіи свѣтовыхъ лучей, основанное на извѣстныхъ, первоначально эмпирически найденныхъ законахъ. Выводы геометрической оптики имѣли огромное *практическое* значеніе, пока практика могла довольствоваться приближенными результатами, пока оптические приборы (микроскопы, телескопы и т. д.) были мало совершенны, или пока при объясненіи нѣкоторыхъ явленій, какъ напр. радуги, считали возможнымъ ограничиться грубыми контурами этихъ явленій и оставить въ сторонѣ тѣ детали, которыя обнаруживаются при болѣе внимательномъ наблюденіи. Когда приборы стали совершеннѣе, и когда пожелали точнѣе выяснитъ происхожденіе тѣхъ или другихъ деталей наблюдаемыхъ явленій, пришлось оставить старую геометрическую оптику, которая лишь приблизительно и при нѣкоторыхъ условіяхъ даетъ вѣрные результаты. Эти условія невыполнены, когда свѣтъ падаетъ на весьма маленькія дождевыя капли; они не выполнены и въ современныхъ оптическихъ приборахъ. Развилось новое ученіе объ отраженіи и преломленіи свѣта, основанное на опредѣленномъ представленіи о *modes de production* свѣтовыхъ явленій. Въ этомъ ученіи говорится уже не о лучахъ, но о волновыхъ поверхностяхъ, образующихся при распространеніи тѣхъ сотрясеній въ эфирѣ, которыя и представляютъ сущность свѣтовыхъ явленій. Это новое ученіе дало полное объясненіе всѣхъ явленій, сопровождающихъ радугу; оно привело къ полной и точной теоріи оптическихъ инструментовъ, а затѣмъ и къ указанію тѣхъ способовъ, при помощи которыхъ эти инструменты затѣмъ подверглись громадному усовершенствованію. Теоретическая акустика всецѣло основана на теоріи упругости. Если эта теорія въ данномъ случаѣ привела къ открытію новыхъ законовъ, то это, очевидно, основано на томъ, что исходною точкою служило опредѣленное представленіе о „*modes de production*“ звуковыхъ явленій.

2. *Приложеніе математики къ физикѣ a priori* заключается въ слѣдующемъ: въ основаніе кладется опредѣленное представленіе о способѣ возникновенія, о „*modes de production*“ явленія; путемъ математическаго анализа опредѣляется затѣмъ *a priori*, каковъ долженъ быть характеръ явленія, по какому закону оно должно происходить въ различныхъ частныхъ случаяхъ. Законъ явленія выводится *a priori*. Такимъ образомъ анализъ не только объясняетъ то, что уже извѣстно, но и предсказываетъ новыя явленія, которыя нимъ путемъ, можетъ быть, никогда бы не были открыты. Результаты анализа могутъ открыть новые обширные горизонты, могутъ заставить предугадать существованіе новыхъ важнѣйшихъ группъ явленій. По мѣрѣ увеличенія числа случаевъ, въ которыхъ опытъ подтверждаетъ предсказанія анализа, увеличивается вѣроятность того, что основное представленіе, по крайней мѣрѣ въ важнѣйшихъ и характерныхъ его чертахъ, соотвѣтствуетъ дѣйствительности. Съ развитіемъ науки приходится иногда исполнѣ мнѣять, иногда лишь видоизмѣнять исходное представленіе, а вмѣстѣ съ нимъ и нѣкоторыя части построеннаго на немъ анализа.

Въ подобнаго рода примѣненіи анализа всегда заключался источникъ дѣйствительнаго прогресса физики и величайшихъ въ ся области открытій. Изъ безчисленнаго множества примѣровъ привожу немногіе. Кинетическая теорія газовъ, всецѣло построенная на опредѣленномъ взглядѣ на *modes de production*

тепловыхъ явленій, привела къ апіорному открытію независимости теплопроводности газовъ отъ ихъ степени уплотненія. Вся оптика, какъ будетъ изложено ниже, построена на апіорномъ взглядѣ на способъ возникновенія свѣтовыхъ явленій. Анализъ, основанный на этомъ взглядѣ объяснилъ и объединилъ безпредѣльное множество странныхъ явленій; онъ привелъ къ открытію конечной рефракціи (см. ниже); его пришлось ввести вмѣсто апостеріорной геометрической оптики, чтобы объяснить радугу, чтобы построить хорошіе микроскопы и т. д., какъ уже было упомянуто выше.

Фарадей и Максвеллъ создали новый взглядъ на *modes de production* электрическихъ и магнитныхъ явленій, а послѣдній изъ нихъ приложилъ къ этому новому взгляду обширный и глубокой математической анализъ, который привелъ его къ созданію одного изъ наиболее величественныхъ твореній человеческого генія—къ электромагнитной теоріи свѣта. Великій Герцъ, исходя изъ теоріи Фарадея и Максвелла, могъ предвидѣть, а затѣмъ и открыть на дѣлѣ совершенно новыя явленія—электрическіе лучи, и тѣмъ самымъ создать новый отдѣлъ физики, важный, какъ теперь оказалось, не для одной теоріи: это открытіе привело къ изобрѣтенію телеграфированія безъ проволоки. Никакія случайности и никакія апостеріорныя вычисленія, основанныя на уже извѣстныхъ законахъ, никогда не привели бы ни къ этому, ни ко многимъ другимъ великимъ открытіямъ въ области физическихъ явленій. Все истинно великое было сдѣлано въ физикѣ на основаніи тѣхъ апіорныхъ соображеній (Фарадей) или вычисленій, которыя основывались на опредѣленномъ представленіи о „*modes de production*“ явленій, и которыя Контъ совершенно отвергаетъ.

Примѣч. 10. (къ стр. 10). Какъ разъ наоборотъ! Выводы, основанные на несомнѣнно дѣйствительной исходной точкѣ, т. е. на строго установленномъ и провѣренномъ законѣ, не могутъ привести къ существенному новому, а потому и не могутъ способствовать истинному развитію физики. Выводы дѣйствительно могутъ быть видоизмѣняемы безъ конца, относясь къ все новымъ и новымъ, частнымъ случаямъ; но они легко обращаются въ бесплодные для физики математическія упражненія. Истинно великіе результаты дали вычисленія, основанія которыхъ еще только предстояло провѣрить путемъ сравненія этихъ результатовъ съ опытомъ.

Примѣч. 11 (къ стр. 10). Это вѣрно; но въ этомъ заключается исканіе истины.

Примѣч. 12 (къ стр. 10). Только этимъ путемъ происходило и происходитъ естественное развитіе физики.

Примѣч. 13 (къ стр. 11). Само собою разумѣется, что опытная провѣрка должна непрерывно сопровождать то правильное, Контгомъ запрещенное, примѣненіе анализа, которое основано на апіорномъ представленіи о „*modes de production*“ группы явленій.

Примѣч. 14 (къ стр. 11). Это требованіе Конта всегда исполнялось; не физики могли заниматься только апостеріорнымъ приложеніемъ анализа, какъ мы видѣли, сравнительно мало плодотворнымъ.

Примѣч. 15 (къ стр. 12). Это было бы вѣрно, еслибы Контъ не имѣлъ въ виду какъ разъ тѣ примѣненія анализа къ этимъ отдѣламъ, которыя наименѣе способствовали достиженію истинныхъ цѣлей физики: открытію и разъясненію физическихъ явленій.

Примѣч. 16 (къ стр. 12). Безсмертные Френель, Амперъ, Юнгъ и др. показали задолго до 1835 г., какъ должно сочетать анализъ и экспериментъ; ихъ работы остаются донныи классическими, блестящими прототипами того, какъ путемъ подобнаго сочетанія должна развиваться физика. Напрасно Контъ говоритъ (1835), что это искусство „еще почти неизвѣстно“!

Примѣч. 17 (къ стр. 13). Физика не должна и не можетъ брать себя въ примѣръ астрономію; у нея задачи другія. Астрономія имѣетъ дѣло съ разнообразными частными случаями одного единственнаго явленія: движенія тѣла, видоизмѣннаго присутствіемъ другихъ тѣлъ. Зная законъ этого движенія, астрономія апостеріорно (см. прим. 9) разбираетъ эти частные случаи. Значеніе такого рода апостеріорныхъ вычисленій для физики указано выше; оно не велико. Наоборотъ—новая астрономія, астро-физика, взяла себя примѣръ съ физики и съ химіи, и на эти науки опирается.

Примѣч. 18 (къ стр. 13). Это не вѣрно; физическія явленія могутъ быть прекрасно понимаемы и изучаемы безъ всякаго отношенія къ вопросамъ о положеніи, движеніи, величинѣ, фигурѣ и общемъ равновѣсіи массы земли.

Примѣч. 19 (къ стр. 13). Для того, чтобы рационально понимать явленія тяжести на земной поверхности, вѣтъ надобности изучать астрономію. Космосъ



наоборотъ: правильное пониманіе всемірнаго тяготѣнія, а слѣдовательно, и всей Коптговской астрономіи, должно основываться на тщательномъ изученіи явленій тяжести на землѣ, единственнаго частнаго случая всемірнаго тяготѣнія, который доступенъ непосредственному изслѣдованію.

Примѣч. 20 (къ стр. 13). Подчиненіе нынѣ существуетъ, но оно какъ разъ противоположно тому, о которомъ говорятъ Контъ.

Примѣч. 21 (къ стр. 18). Итакъ, Контъ утверждаетъ, что въ физикѣ не можетъ быть достигнута та степень предвидѣнія явленій, какая возможна въ астрономіи. На дѣлѣ предвидѣнія явленій въ физикѣ неизмѣримо грандіознѣе, чѣмъ въ астрономіи, и оно уже было таковымъ въ 1835 году, что, впрочемъ, для разсматриваемаго принципиальнаго вопроса не важно. Это предвидѣніе основано на тѣхъ апіорныхъ анализахъ (см. прим. 9), которые строятся на запрещенныхъ Коптомъ представленіяхъ о „modes de production“ явленій. Астрономія (какъ ее понималъ Контъ) имѣетъ дѣло съ однимъ и только съ одного рода явленіемъ, а именно, съ движеніемъ небесныхъ свѣтилъ, основной и управляющей законъ котораго извѣстенъ. Ни одного *новаго рода* явленія астрономія никогда не могла предвидѣть. Она къ этому не способна; ся задача — *апостериорное предвидѣніе* положенія свѣтила къ данному моменту времени, когда это положеніе извѣстно для болѣе ранняго момента. Такое апостериорное предвидѣніе явленія, законъ возникновенія котораго уже извѣстенъ, конечно, существуетъ также и въ физикѣ. Приводимъ одинъ изъ огромнаго числа примѣровъ: законъ взаимодействія электрическихъ токовъ извѣстенъ (до 1835 года), и физика можетъ съ величайшею точностью предвидѣть, какъ будутъ дѣйствовать другъ на друга двѣ произвольной заданной формы свернутыя проволоки, по которымъ текутъ электрическіе токи. Предвидѣніе это на столько точно, что не только никакой опытной провѣрки не требуется, но, наоборотъ, абсолютная увѣренность въ томъ, что дѣйствіе должно быть такое, какое дало вычисленіе, можетъ служить исходною точкою для выработки способовъ измѣренія нѣкоторыхъ физическихъ величинъ. Эти апостериорныя предвидѣнія несомнѣнно важны и имѣютъ большое, обыкновенно практическое, значеніе. Но не въ нихъ кроется величіе физики, и не они привели къ ея грандіознымъ открытіямъ. Физика обладаетъ *предвидѣніемъ апіорнымъ*, несравненно болѣе высокаго порядка, чѣмъ астрономическое предвидѣніе, апостериорное. Въ немъ слѣдуетъ искать источникъ того величія физики, которое ставитъ ее во главѣ всѣхъ наукъ о природѣ. Это предвидѣніе заключается въ томъ, что, *исходя изъ опредѣленнаго представленія о modes de production обширныхъ группъ явленій, можно предвидѣть существованіе новыхъ, никогда еще не наблюдавшихся явленій*. Этимъ-то путемъ и шло развитіе физики; онъ привелъ ее къ великимъ открытіямъ, къ постоянному расширенію ея области. Этимъ путемъ безсмертные Фарадей, Максвеллъ, Герцъ и т. д. дѣлали свои открытія, которыми гордится человечество. Исходя изъ опредѣленнаго представленія о modes de production электрическихъ явленій, они предвидѣли новыя явленія, искали и нашли ихъ въ дѣйствительности. Такимъ путемъ были сдѣланы почти всѣ открытія Фарадея, такимъ путемъ Герцъ открылъ электрическіе лучи, Гамильтоновъ коническую рефракцію и т. д. *Астрономія обладаетъ лишь количественнымъ предвидѣніемъ; физика обладаетъ предвидѣніемъ качественнымъ*, предвидѣніемъ рода и характера явленія. Ясно, что физикъ вовсе не приличествуетъ то мѣсто, которое ей указалъ Контъ, распредѣляя науки по признаку, въ дѣйствительности не имѣющему никакого значенія.

Примѣч. 22 (къ стр. 21). Все какъ разъ наоборотъ! Только гипотезы о внутренней природѣ явленій, о первоначальной ихъ причинѣ и о способѣ ихъ возникновенія являюся истинными двигателями науки, источниками величайшихъ открытій. Замѣна старой гипотезы новою представляетъ при этомъ не замѣну ложнаго истиннымъ и вѣрнымъ, но лишь удачное и всегда частичное исправленіе стараго взгляда, приближеніе на одинъ шагъ къ истинѣ, можетъ быть навсегда недостижимой. Той непосредственной провѣрки гипотезы, которую требуетъ Контъ, быть не можетъ. Правильность шага впередъ, валидность улучшенія доказываются косвенно экспериментальною провѣркою съ количественной и, въ особенности, съ качественной стороны тѣхъ слѣдствій, къ которымъ приводитъ измѣненная гипотеза. Фарадей и Максвеллъ измѣнили гипотезу о modes de production электрическихъ явленій, перенесли первоначальную причину съ поверхности наэлектризованныхъ тѣлъ въ окружающую среду. И это привело къ величайшимъ открытіямъ послѣдней четверти девятнадцатаго столѣтія!

Примѣч. 23 (къ стр. 22). Очень просто: потому что вся исторія раз-

витія физики настоячиво и ясно показываетъ, что только эти послѣднія, запрещенныя Коптомъ, гипотезы приводятъ къ истинному прогрессу науки.

Примѣч. 24 (къ стр. 22). Ученіе о флюидахъ въ его старой формѣ оставлено. Ученіе о единомъ эфирѣ перестало быть гипотезою, какъ перестало быть гипотезою ученіе о движеніи земли вокругъ солнца. Свѣтотыя, электрическія и магнитныя явленія суть явленія пертурбацій и деформацій въ эфирѣ; теплота, точнѣе тепловая энергія, есть энергія движенія частицъ.

Примѣч. 25 (къ стр. 24). То, что Контъ здѣсь и ниже говоритъ о флюидахъ, конечно, вѣрно. Но все, что онъ говоритъ о свѣтовыхъ явленіяхъ и ихъ объясненіи, не вѣрно, какъ будетъ показано ниже въ лекціи 33-й.

Примѣч. 26 (къ стр. 27). Вопросъ о modes de production всемірнаго тяготѣнія и тяжести до сихъ поръ не разрѣшенъ. Очевидно, еще не настало время приступить къ рѣшенію этой великой проблемы, надъ которою не перестаютъ задумываться лучшіе умы. Изъ того, что астрономія *не нуждается* въ ея рѣшеніи, еще не слѣдуетъ, чтобы она не представляла предмета, достойнаго неустанной работы человеческого гонія.

Примѣч. 27 (къ стр. 27). О работахъ Фурье уже было сказано выше и мы къ нимъ возвратимся. Это одно изъ колоссальнѣйшихъ и наиболѣе непопулярныхъ недоразумѣній Конта, невозможныхъ даже при поверхностномъ знакомствѣ съ физикою и правильномъ пониманіи ея элементовъ.

Примѣч. 28 (къ стр. 28). Въ этихъ словахъ и заключается ядро всего, что Контъ говоритъ о приложеніи положительной философіи къ физикѣ. Что эти слова должны быть замѣнены другими, имѣющими какъ разъ противоположный смыслъ,—объ этомъ достаточно было говорено выше, и достаточно будетъ повторено въ послѣдующихъ примѣчаніяхъ.

Примѣч. 29 (къ стр. 29). Мы оставимъ безъ всякихъ примѣчаній все то, что Контъ говоритъ о распредѣленіи частей физики, зависящемъ отъ того характера, который онъ имъ приписываетъ. Все то, что въ разсужденіяхъ Конта не вѣрно, что основано отчасти на незнаніи, отчасти на нецѣльномъ пониманіи, будетъ разсмотрѣно нами въ примѣчаніяхъ къ вѣселяющимся статьямъ, посвященнымъ „философскому“ разбору отдѣльныхъ частей физики.

Примѣч. 30 (къ стр. 32). Никакого отдѣла физики, содержаніе котораго соответствовало бы „барологій“ Конта, нѣтъ, быть не можетъ и не существовало никогда, ибо въ этой барологій Контъ соединяетъ въ одно цѣлое такія явленія, между которыми нѣтъ даже отдаленнаго сродства.

На земной поверхности происходятъ разнообразныя явленія, вызванныя силою тяжести, частнымъ случаемъ всемірнаго тяготѣнія. Разборъ этихъ явленій можетъ составить особую главу физики, которую можно назвать барологіею. Сюда относятся: равновѣсіе (покой) твердыхъ тѣлъ, свободное паденіе, движеніе брошенныхъ тѣлъ, маятникъ, равновѣсіе жидкостей, давленіе жидкостей на стѣнки сосудовъ, плаваніе, истеченіе жидкостей (фонтанъ, сифонъ и т. д.), давленіе воздуха, барометръ и т. д. Вопросъ о массѣ, а слѣдовательно, и о плотности сюда, строго говоря, не относится, такъ какъ наблюденіе дѣйствія всякой силы, а не только силы тяжести приводитъ къ представленію о массѣ и даетъ возможность измѣрить эту величину.

Тѣла твердыя, жидкія и газообразныя обнаруживаютъ огромное число разнообразнѣйшихъ явленій, причину которыхъ мы должны искать въ свойствахъ молекулъ, изъ которыхъ эти тѣла состоятъ. Тутъ могутъ играть роль характеръ движенія молекулъ, ихъ распредѣленіе въ пространствѣ и въ особенности, тѣ силы, которыя дѣйствуютъ между молекулами. Сюда относятся: строеніе твердыхъ тѣлъ (между прочимъ ученіе о кристаллахъ), ученіе о деформаціяхъ твердыхъ тѣлъ (твердость, упругость, тягучесть и т. д.), сжимаемость жидкостей, поверхностное натяженіе, смачиваніе и волосность, ученіе о растворахъ, диффузія и осмосъ, треніе въ жидкостяхъ, давленіе газовъ, треніе въ газахъ, диффузія газовъ и т. д. Разборъ этихъ явленій составляетъ особый отдѣлъ физики, нынѣ называемый физикою частичныхъ силъ (physique moléculaire). Къ силѣ тяжести всѣ эти явленія никакого отношенія не имѣютъ, и въ этомъ на правленіи никогда никакихъ сомнѣній не было. Весьма поучительно обратиться по сему вопросу къ тремъ учебникамъ физики, изъ которыхъ два писались въ то самое время, когда Контъ писалъ свою физику (1835); эти учебники суть:

*Lamé. Cours de physique. Bruxelles, 1837;*

*Pouillet. éléments de physique expérimentale, quatrième édition. Bruxelles 1840* (предисловіе къ третьему изданію помѣчено 1837-мъ годомъ; изъ него видно, что раздѣленіе матеріала не измѣнено въ 4-мъ изданіи);

*Biot. Traité de physique. Paris, 1816.*

Ни въ одномъ изъ этихъ учебниковъ не замѣчается смѣшенія явленій, вызываемыхъ силою тяжести, съ вышеперечисленными явлениями молекулярными. У Pouillet находимъ: Livre premier—De la pesanteur (стр. 22) и Livre quatrième—Des actions moléculaires (стр. 227); послѣдній отдѣлъ раздѣленъ на три главы: capillarité, structure des corps и de l'élasticité.—Lamé раздѣляетъ первый томъ на уроки (leçons), причемъ явленія тяжести и явленія молекулярныя представляютъ предметы различныхъ уроковъ. То же самое можно сказать о книгѣ Biot, въ которой явленія капиллярныя (I, Chap. 22 p. 437) и явленія упругости (I, Chap. 23 p. 466) рассмотрѣны въ отдѣльныхъ главахъ.

Контъ смѣшиваетъ явленія, вызываемыя силою тяжести, съ явлениями молекулярными и рассматриваетъ ихъ вмѣстѣ подъ общимъ заголовкомъ барологіи. Соединяя несоединимое, онъ не только не способствуетъ правильному освѣщенію, разъясненію и философскому углубленію научнаго матеріала, но вводитъ путаницу, мракъ и беспорядокъ въ такихъ отдѣлахъ физики и въ такихъ направленіяхъ, въ которыхъ до него уже водворились ясность, свѣтъ и порядокъ.

Здѣсь представляется умѣстнымъ поставить одинъ вопросъ: Контъ весьма часто говорить о томъ, что онъ философски разбиралъ содержаніе такового-то отдѣла физики. Съ недоразумѣніемъ мы въ большинствѣ случаевъ спрашиваемъ: гдѣ же тутъ философія? въ чемъ она выражается, гдѣ ея характерныя черты и ч., прежде всего, гдѣ ея результаты? Контъ рассматриваетъ рядъ явленій и дѣлаетъ нѣкоторыя отясящія къ нимъ замѣчанія. Но оказывается, что онъ пропускаетъ многія, особенно важныя явленія, что онъ неправильно понимаетъ нѣкоторыя изъ тѣхъ, о которыхъ говоритъ, что онъ невѣрно характеризуетъ ихъ взаимную связь, ихъ отношеніе другъ къ другу и ихъ значеніе для науки; оказывается, что онъ умалчиваетъ объ обширныхъ группахъ хорошо изслѣдованныхъ явленій, противорѣчащихъ его воззрѣніямъ, и что онъ ничего не знаетъ о тѣхъ истинно философскихъ вопросахъ, которые волнуютъ его современниковъ-физиковъ. Во всѣхъ этихъ случаяхъ мы спрашиваемъ: гдѣ же тутъ философія? гдѣ философское разсужденіе, о примѣненіи котораго Контъ говоритъ чуть ли не на каждой страницѣ? И на такіе случаи мы укажемъ ниже, а теперь мы впервые спрашиваемъ: соединять несоединимое, затемнять и перепутывать ясное—развѣ это философія? Само собою разумѣется, что и съ точки зрѣнія положительной философіи нѣтъ смысла соединять ученіе о тяжести съ явлениями капиллярными.

Примѣч. 31 (къ стр. 32). Все это не вѣрно. Въ вышеуказанныхъ учебникахъ правильно сгруппированы явленія; тѣ, которыя дѣйствительно связаны между собою, правильно помѣщены въ одной группѣ. Группировка, которую предлагаетъ Контъ, не выдерживаетъ ни малѣйшей критики, ибо онъ соединяетъ существенно разнородное (см. прим. 30).

Примѣч. 32 (къ стр. 37). Въ настоящее время извѣстно, что той разности уровней, о которой здѣсь говорится, не существуетъ.

Примѣч. 33 (къ стр. 38). Не видно, *и не существуетъ* никакой логической связи между вѣсомостью и сжимаемостью газовъ (см. примѣч. 30). Lamé рассматриваетъ вѣсъ газовъ въ одномъ (четвертомъ), сжимаемость въ другомъ (пятомъ) урокѣ.

Примѣч. 34 (къ стр. 38). Если считать жидкости несжимаемыми, то для нихъ, конечно, плотность и давленіе не зависятъ другъ отъ друга. Но вѣдь самъ Контъ указалъ раньше, что жидкости сжимаемы, а слѣд., и для нихъ плотность зависитъ отъ внѣшняго давленія. Разница между жидкостями и газами въ этомъ отношеніи чисто количественная. Истинно философскій умъ долженъ былъ бы указать на тождество въ основныхъ качественныхъ сторонахъ явленій, не придавая чрезмѣрнаго значенія разницѣ со стороны количественной.

Примѣч. 35 (къ стр. 39). Эти слова относятся къ опытамъ Араго и Дюлонга (1830 г.), которые сжимали воздухъ до 27 атмосферъ и въ этихъ предѣлахъ для него дѣйствительно не нашли отступленій отъ закона Бойля и Мариотта.

Примѣч. 36 (къ стр. 39): Это совершенно вѣрно. Позднѣйшіе опыты Пуляе (1837), Реньо (1847 и 1862) и т. д. показали, что законъ Бойля и Мариотта дѣйствительно лишь приближенно вѣренъ.

Примѣч. 37 (къ стр. 39). Почти все, что говорится дальше, находится однако, въ логической связи не съ самимъ закономъ Бойля и Мариотта, но лишь съ фактомъ, что газы, какъ и всѣ другія тѣла (т. е. жидкія и твердыя), сжимаемы.

Примѣч. 38 (къ стр. 41). Контъ ясно говоритъ, что онъ помѣщаетъ здѣсь капиллярныя явленія, такъ какъ они представляютъ „значительное измѣненіе“ основныхъ законовъ силы тяжести: жидкость устанавливается въ узкой вертикаль-

ной трубкѣ выше или ниже уровня вѣняней жидкости. Но эти поднятiя и опусканiя суть слѣдствiя поверхностнаго натяженiя и смачиванiя, т. е. проявленiя новыхъ силъ, которыя здѣсь уравниваются силою тяжести. Съ такимъ же правомъ можно было бы учене о мышечной силѣ, о паровыхъ машинахъ, о силѣ магнитовъ и вообще о вѣхъ силахъ отнести къ силѣ тяжести, такъ какъ всегда бывають случаи, что тѣ силы находятся въ равновѣсiи съ силою тяжести. Гдѣ же тутъ логика, и, прежде всего, гдѣ тутъ философiя? Контъ говоритъ, что эти явленiя въ газлахъ изучены весьма мало. Трудно понять, что Контъ имѣлъ въ виду, такъ какъ въ дѣйствительности вообще ничего подобнаго для газовъ не наблюдалось.

Примѣч. 39 (къ стр. 42). Странное предположенiе! Никогда не случалось, чтобы физики отказывались произвести опытъ, боясь, что его результатъ встрѣтитъ дурной прiемъ, если онъ окажется несогласнымъ съ выводами апорiорной теорiи (см. прим. 9), основанной, какъ теорiя Лапласа, на опредѣленномъ представленiи о *modes de production* явленiя. Наоборотъ: апорiорныя теорiи только и держатся опытными провѣрками ихъ результатовъ. Такiя провѣрки составляютъ излюбленную тему работъ физиковъ и только ими рѣшается *raison d'être* самой теорiи.

Примѣч. 40 (къ стр. 49). Чтобы правильно отнестись къ статьѣ Конта, посвященной учене о теплотѣ, слѣдуетъ припомнить, въ какомъ положенiи находилось это учене въ 1835 г., когда писалась упомянутая статья. Причина тепловыхъ явленiй приписывалась особаго рода невѣсомому веществу, названному теплотородомъ. Однако, выдающiеся умы давно отрелись отъ такого взгляда, высказывая мысль, что теплота тѣла опредѣляется движенiемъ его частицъ; тѣмъ быстрее частицы движутся, тѣмъ выше его температура. Связь между теплотою и работою создавалась многими, и даже было уже сдѣлано экспериментальное опредѣленiе механическаго эквивалента теплоты, т. е. того числа единицъ работы (напр. фунто-футовъ), которое эквивалентно одной единицѣ тепла (напр. одной калорiи). Надъ удивительнымъ появленiемъ тепла при тренiи задумывались многие. Что теплота есть движенiе, высказывалъ весьма опредѣленно Бэконъ (1665), и та же мысль встрѣчается у Бойля, Ньютона, Лавуазье и др. Графъ Румфордъ измѣрялъ нагрѣванiе, сопровождающее сверленiе пушекъ, и работу, которая при этомъ затрачивается, и вычислилъ отсюда (1799) механическiй эквивалентъ тепла. Онъ опредѣленно выразился, что теплота есть движенiе. Къ тому же выводу пришелъ Дэви (1799), наблюдавшiй плавленiе двухъ кусковъ льда, которые при—<sup>2</sup> подвергались взаимному тренiю, а также Томасъ Юнгъ (1807) и Амперъ (1821). Около 1835 г. уже началась та грандиозная умственная работа, которая нѣсколькими годами позже вылилась въ сочиненiяхъ Роберта Майера, Сегена (Séguin), Джоуля (Joule), Мора (Mohr), Кольдингга (Colding) и, наконецъ, (1847) Гельмгольца, и привела къ полному выясненiю всеобъемлющаго принципа сохраненiя энергiи, этого твердаго, истинно философскаго фундамента современной физики; при этомъ выяснился и вопросъ о теплотѣ, какъ частной формѣ энергiи.

Сади Карно напечаталъ въ 1824 г. безсмертное свое сочиненiе „О движущей силѣ огня (т. е. теплоты)“, въ которомъ онъ указалъ на особыя условiя, которыя должны быть удовлетворены, чтобы при помощи тепла оказалось возможнымъ получить работу. О значенiи этого труда будетъ сказано въ одномъ изъ слѣдующихъ примѣчанiй.

Въ 1895 г. были давно извѣстны и выяснены явленiя нагрѣванiя тѣлъ, т. е. учене о теплоемкости, а также явленiя, сопровождающiя плавленiе и испаренiе, т. е. учене о скрытой теплотѣ. Тепловое расширенiе было уже довольно хорошо изслѣдовано; по вопросу объ охлажденiи тѣлъ имѣлась классическая работа Дюлонга и Пти (1817). Лучистая теплота, въ которую переходитъ теплота тѣлъ при лучеиспусканiи, уже была предметомъ нѣлаго ряда изслѣдованiй.

Явленiя внутренней теплопроводности изслѣдовали экспериментально Ингенгусъ (Ingenhous, 1779), Дебре (Depretz, 1821), Дюлонгъ (1818) и др.—Кромѣ того, Фурье далъ ту математическую теорiю теплопроводности, о которой уже было сказано въ прим. 9. Допуская приближенные законы, *завѣдомо не вѣрные*, когда разность температуръ тѣла и окружающей среды превышаетъ 5°, Фурье рѣшилъ математически цѣлый рядъ задачъ о распределенiи температуръ въ тѣлахъ при различныхъ заданныхъ условiяхъ. Это — чистая математика; физики тутъ почти имѣтъ и слѣдовъ. Окончательные выводы на практикѣ почти не приложимы, отчасти вслѣдствiе чрезмѣрной сложности формулъ, почти не поддающихся численнымъ выкладкамъ, отчасти вслѣдствiе узкости тѣхъ предѣловъ, въ

которыхъ исходныхъ положенія анализа соответствуютъ дѣйствительности. Для науки о тепловыхъ явленіяхъ, для разъясненія этихъ явленій, для обнаруженія существующихъ между ними связей и для раскрытія ихъ законовъ, т. е. для всего того, что составляетъ истинное содержаніе и цѣль физики, математическія работы Фурье не имѣютъ никакого значенія. Лишь полнѣйшее непониманіе истиннаго содержанія и задачъ физики можетъ заставить думать, что въ работахъ, подобныхъ этимъ „апостеріорнымъ“ (см. прим. 9) работамъ Фурье, можетъ заключаться источникъ какого либо истиннаго прогресса физики, подобнаго тому, который вызывался апіорными изслѣдованіями Френеля, Фарадея, Максвелла и другихъ великихъ физиковъ. Весьма характернымъ представляется въ этомъ отношеніи то обстоятельство, что даже въ самыхъ обширныхъ, многотомныхъ учебникахъ физики (какъ напр. учебникъ Жамена), въ которыхъ ученію о теплотѣ посвященъ цѣлый томъ, всего нѣсколько страницъ удѣлены работамъ Фурье, причемъ указаны лишь его исходныя точки. Содержаніе работъ Фурье никогда ни въ одномъ учебникѣ физики не излагалось, откуда съ достаточною ясностью видно, какъ мало ихъ значеніе для истинной физики, и какъ велико заблужденіе Конта, полагавшаго, какъ мы увидимъ, что Фурье основатель истиннаго ученія о теплотѣ.

Примѣч. 41 (къ стр. 50). Работы Фурье никакого вліянія на развитіе ученія о теплотѣ не имѣли и имѣть не могли (см. прим. 40).

Примѣч. 42 (къ стр. 50). Въ отдѣлѣ, посвященномъ свѣтовымъ явленіямъ, мы разберемъ эту мысль.

Примѣч. 43 (къ стр. 50). Читатель не можетъ не подумать, что Фурье создалъ какую-то аналитическую (т. е. математическую) теорію теплоты, проливающую свѣтъ на тепловыя явленія, раскрывающую связь между ними и т. д. Въ дѣйствительности онъ, какъ мы видѣли, изобрѣлъ гениальныя съ математической точки зрѣнія методы рѣшать задачи по теплопроводности, т. е. по вопросу о распредѣленіи тепла въ тѣлахъ, причемъ самыя рѣшенія для физики почти никакого значенія не имѣютъ.

Примѣч. 44 (къ стр. 51). Термологія, по Конту, есть ученіе о тепловыхъ явленіяхъ; въ его время никакой математической терминологіи не существовало, а была математическая часть ученія о теплопроводности, составляющаго малую часть всей терминологіи.

Примѣч. 45 (къ стр. 51). Удивительно, что Контъ ничего не говоритъ объ опытахъ Дэви и Румфорда и объ опредѣленіи послѣднимъ механическаго эквивалента теплоты. Онъ, очевидно, не придавалъ никакого значенія вопросамъ, которые въ то самое время волновали умы истинныхъ философовъ: Майера, Сегена, Джоуля, Мора, Кольдинга, Гельмгольца и др., и рѣшеніе которыхъ вскорѣ привело къ открытію тѣхъ основъ физики, на которыхъ она расцвѣла и завоевала свое господствующее положеніе.

Примѣч. 46 (къ стр. 52). Въ настоящее время извѣстно, что лучистая теплота не бываетъ „соединена со свѣтомъ“, такъ какъ она и есть свѣтъ во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда такое соединеніе намъ представляется. Тепловыя и свѣтотыя (на нашъ глазъ) дѣйствія происходятъ отъ одного и того же источника.

Примѣч. 47 (къ стр. 53). Само собою разумѣется, что законъ квадратовъ абсолютно точенъ.

Примѣч. 48 (къ стр. 53). Строгая пропорціональность, о которой говоритъ Контъ, существуетъ только въ самыхъ узкихъ предѣлахъ, т. е. когда разность температуръ не превышаетъ 5°. Странно, что Контъ нигдѣ не упоминаетъ о замѣчательной работѣ Дюлонга и Пти (1817), которые старались установить болѣе точный законъ и которые неопровержимо доказали, что дѣйствіе зависитъ не только отъ относительной температуры, какъ говоритъ Контъ, но и отъ самихъ температуръ двухъ тѣлъ.

Примѣч. 49 (къ стр. 55). Эти названія не сохранились; теперь говорятъ о внутренней и о внѣшней теплопроводности. Въ 1835 году уже ни одинъ физикъ не смѣшивалъ этихъ совершенно разнородныхъ явленій.

Примѣч. 50 (къ стр. 57). Это очевидное недоразумѣніе: ни всѣя, ни объемы смѣшиваемыхъ тѣлъ не берутся равными при опредѣленіяхъ теплоемкости.

Примѣч. 51 (къ стр. 57). Въ дѣйствительности способъ смѣшенія даетъ несравненно болѣе точные результаты, чѣмъ способъ ледянаго калориметра Лавуазье и Лапласа.

Примѣч. 52 (къ стр. 57). Въ кристаллахъ и въ другихъ тѣлахъ, строепіе которыхъ въ различныхъ направленіяхъ различно (дерево), дѣйствительно теплопроводность въ различныхъ направленіяхъ различна. Это доказали (для

дерева) Деляривь и Декандолль еще въ 1828 г.; теоретически этотъ вопросъ разобралъ впервые Дюгамель въ 1832 г.

Примѣч. 53 (къ стр. 59). Это не вѣрно. Твердыя тѣла расширяются весьма неправильно, что было доказано еще въ 1810 г. Галльстромомъ (Hallstroem).

Примѣч. 54 (къ стр. 59). Совершенно непонятно, какъ могла быть написана эта фраза. Дюлонгъ и Шти, наоборотъ, показали, что коэффициентъ расширенія ртути въ значительной степени мѣняется съ повышеніемъ температуры.

Примѣч. 55 (къ стр. 60). Удивительно мѣткое замѣчаніе: въ настоящее время всѣ газы превращены въ жидкое состояніе.

Примѣч. 56 (къ стр. 61). Вѣроятно, описка: должно быть, Контъ хотѣлъ написать 550, каковое число даетъ Пуллье.

Примѣч. 57 (къ стр. 61). Это мѣнѣе Southorn'a и Crighton'a, которое, дѣйствительно, господствовало въ 1835 г.; оно не вѣрно. При 0° скрытая теплота испаренія воды равна 606,5, а при 100° она равна 536,5.

Примѣч. 58 (къ стр. 63). Наоборотъ, законъ Дальтона оказался невѣрнымъ, когда его стали прилагать къ разнороднымъ жидкостямъ. Это показалъ Уге еще въ 1810 г.

Примѣч. 59 (къ стр. 63). Въ формулѣ Дюлонга стоитъ пятая, а не шестая степень. Эта формула, представляющая частный случай формулы Юнга (1807), не выдерживаетъ критики.

Примѣч. 60 (къ стр. 64). Удивительный и, конечно, совершенно не заслуженный упрекъ по адресу физиковъ; онъ объясняется малымъ знакомствомъ Конта съ физикою и съ ея литературою. Физики никогда не переставали интересоваться и усердно заниматься всѣми физическими явленіями; если эти явленія имѣютъ значеніе и для другихъ наукъ, то это скорѣе увеличивало ихъ усердіе. Капиллярность и гиетрометрія непрерывно привлекали къ себѣ вниманіе физиковъ, что, конечно, не трудно доказать.

Примѣч. 61 (къ стр. 64). Въ прим. 30 было упомянуто, что Контъ постоянно указываетъ на свой философскій разборъ содержанія физики и т. д., и тамъ же былъ поставленъ вопросъ о томъ, гдѣ же слѣдуетъ искать „философскаго“ отношенія къ вопросу. Здѣсь мы имѣемъ прекрасную иллюстрацію къ сказанному въ упомянутомъ примѣчаніи. Контъ утверждаетъ, что онъ далъ „философскую оцѣнку“ общихъ слѣдствій добытыхъ научныхъ данныхъ, что онъ „заставилъ постигнуть истинныя существенныя черты“ этой чудной части физики, и что онъ произвелъ „философскій анализъ термологии“. Я спрашиваю: гдѣ? когда? Неужели нѣсколько замѣтокъ, не имѣющихъ никакого научнаго значенія, ничтожныхъ по существу и большою частью опровергнутыхъ по содержанию, составляютъ „философскую оцѣнку“? И гдѣ же „философскій анализъ“? Контъ дѣлитъ ученіе о теплотѣ на двѣ части. Къ первой онъ относитъ явленія, сопровождающія стремленіе тѣлъ къ температурному равновѣсію; ко второй—явленія, обнаруживающіяся въ тѣлахъ при ихъ нагрѣваніи. Къ явленіямъ перваго рода принадлежатъ, по его мнѣнію, внутренняя и внѣшняя теплопроводность и теплоемкость; явленія втораго рода—тепловое расширеніе и переходъ тѣлъ изъ одного состоянія въ другое. Такое дѣленіе крайне произвольно, никакой глубины не отличается и во всякомъ случаѣ не могло бы быть удержано нынѣ, т. е. оно оказалось непригоднымъ служить нормою или руководящимъ началомъ при дальнѣйшемъ развитіи науки. Въ чемъ же философія? Гдѣ же философскій анализъ? И это какъ разъ въ то время, когда великіе мыслители, истинные философы додумывались до того глубоко-философскаго пониманія роли и значенія тепловыхъ явленій, до тѣхъ всеобъемлющихъ мировыхъ законовъ, которые нынѣ составляютъ навѣдн неизъемые фундаменты науки о явленіяхъ, происходящихъ въ природѣ. Тщетно читатель ищетъ въ изложеніи Конта хотя бы намекъ на тѣ трудные вопросы, философское разъясненіе которыхъ необходимо, какъ, напр., на вопросы о рациональной, логически построенной шкалѣ температуръ, о „скрытаніи теплоты, о возникновеніи теплоты при ударѣ и треніи, о примѣненіи теплоты въ паровыхъ машинахъ и т. д. Что же остается? Третированіе свысока работъ истыхъ ученыхъ; третированіе науки безъ всякаго дѣйствительнаго знакомства съ ея содержаніемъ—неужели въ этомъ и заключается „философскій анализъ“?..

Примѣч. 62 (къ стр. 64). Непонятно, почему ученіе о теплопроводности самая основная и самая протая часть ученія о теплотѣ!

Примѣч. 63 (къ стр. 64). Послѣдовало ли ученіе о теплотѣ при дальнѣйшемъ своемъ развитіи послѣ 1835 года заветамъ Конта? остерегалось ли оно затрогивать вопросъ о *modus de production* явленій? Отвѣтъ простой: ни одинъ.

отдѣлъ физики не получилъ такого развитія *въ глубинѣ*, какъ ученіе о теплотѣ, и это было достигнуто путями, прямо противоположными тому пути, на который указываетъ положительная философія, какъ на единственный допустимый. Принципы сохранения энергіи, термодинамика съ ея вторымъ началомъ и кинетическая теорія газовъ, вотъ тѣ три грандіозныхъ зданія, воздвигнутыхъ послѣ 1835 г. въ ученіи о теплотѣ или въ связи съ нимъ.

Ученіе объ энергіи давно сдѣлалось общимъ достояніемъ. Оно говоритъ, что, кромѣ неунитожжаемой матеріи, существуетъ еще неунитожжаемая энергія, запасъ которой не можетъ ни увеличиться, ни уменьшиться, но лишь подвергаться безконечно разнообразнымъ видоизмѣненіямъ. Энергія, т. е. способность производить работу, встрѣчается въ цѣломъ рядѣ разнообразныхъ формъ; не перечисляя всѣ формы, укажемъ на движущееся тѣло, очевидно, способное произвести работу, а слѣдовательно, обладающее запасомъ энергіи. Далѣе, теплота, сущность которой заключается въ быстрыхъ, но неправильныхъ движеніяхъ частицъ тѣлъ, есть форма энергіи и можетъ служить источникомъ работы; теплота и работа другъ другу эквивалентны. Изъ другихъ формъ энергіи упомянемъ лучистую, т. е. энергію движенія, распространяющагося въ эфирѣ; энергію тѣлъ, стремящихся сблизиться, какъ, напр., приподнятый грузъ и земной шаръ; энергію химическую, энергію упруго-измѣняемаго тѣла, напр., скрученной пружины и т. д. *Различныя формы энергіи могутъ переходить другъ въ друга, не измѣняясь при этомъ количественно.* Этотъ законъ служитъ нынѣ абсолютно достовѣрнымъ неизблѣмымъ фундаментомъ физики, руководящею нитью при физическихъ изслѣдованіяхъ, главнымъ источникомъ правильнаго пониманія окружающихъ насъ явленій, истинная сущность которыхъ *для физики* и заключается въ непрерывныхъ и безконечно разнообразныхъ переходахъ энергіи изъ одной формы въ другую.

Лишь отчасти опираясь на этотъ законъ, развилась термодинамика, несомнѣнно одно изъ величайшихъ твореній человѣческаго генія. Второю опоркою служитъ ей, такъ называемое, *второе начало*, которое еще можно назвать *принципомъ разстоянія энергіи*, и которое учитъ, что въ разнообразныхъ превращеніяхъ энергіи существуетъ опредѣленная тенденція; что въ одномъ направленіи превращенія происходятъ легче, чаще, самостоятельнѣе, чѣмъ въ противоположномъ. Это мировое начало раскрываетъ передъ нами наиболѣе глубокія, наиболѣе сокровенныя тайны вселенной или, по крайней мѣрѣ, той ея части, которая доступна нашему наблюденію и которая тянется за предѣлами отдаленнѣйшихъ туманныхъ пятенъ. Работа Сади Карно, которую мы упомянули въ прим. 40, послужила источникомъ открытія второго начала. Въ соединеніи съ началомъ сохранения энергіи оно даетъ намъ въ руки наиболѣе могущественное орудіе для глубокаго анализа явленій, для открытія новыхъ физическихъ законовъ, новыхъ связей между самыми разнородными явленіями, и притомъ такихъ связей, которыя никакими другими способами не могли бы быть найдены, такъ какъ самое существованіе ихъ не могло бы служить предметомъ гипотетическаго предположенія. Облеченная въ сложную математическую форму, термодинамика давно перешла изъ области гениальной индукціи, которая служила ей родиною, въ область дедукціи, которая сдѣлала ее господствующею не только во всѣхъ отдѣлахъ физики, но и въ той новой обширной и удивительно разносторонней наукѣ, которая называется *физической химіею*, и для которой нынѣ за границею учреждаются отдѣльныя кафедры и отдѣльныя лабораторіи. Этотъ отдѣлъ химіи немислимъ безъ термодинамики и ея могучаго математическаго аппарата, даващаго возможность уразумѣть явленія термохимическія, электрохимическія, явленія растворовъ и всю обширную группу явленій соприкосновенія тѣлъ, представляющихъ, какъ теперь принято говорить, различныя фазы.

На почвѣ термодинамики выросло величественное зданіе, которое называется *кинетическою теоріею газовъ*. Исходя изъ весьма простаго представленія о характерѣ движенія газовыхъ частицъ, и широко пользуясь математическимъ анализомъ, эта теорія не только объяснила уже извѣстные законы и явленія, относящіяся къ газамъ, но и предсказала новые, какъ, напр., удивительные и неожиданные законы независимости внутренняго тренія въ газахъ и теплопроводности газовъ отъ степени сгущенія послѣднихъ.

Само собою разумѣется, что философія Копта не построила бы этого величественнаго зданія, какъ она не додумалась бы до представленія о теплотѣ, какъ объ одной изъ формъ энергіи, а затѣмъ и до принципа сохранения энергіи, этого фундамента современной физики; о термодинамикѣ съ ея мировымъ закономъ и говорить нечего. Гигантская индукція, на основаніи которой былъ выведенъ этотъ законъ, врядъ ли оказалась бы по силамъ философскому направленію,

которое, ограничиваясь осмотромъ вѣдшихъ признаковъ явленій, т. е. непосредственно обнаруживающихся законовъ, старается поставить тотъ вопросъ о modes de production, разборъ котораго только одинъ и можетъ привести къ прогрессу науки, къ истинѣ. Обширность и мировое значеніе тѣхъ представлений и понятій, на которыхъ построено второе начало, навѣрное показались бы Контю крайнею метафизикою, еслибы онъ познакомился съ относящимися сюда работамъ.

Примѣч. 64 (къ стр. 65). Въ примѣчаніяхъ 9-омъ; 27-омъ, и въ особенноти въ 40-омъ мы достаточно ясно указали на значеніе работъ Фурье для чистой математики, для аналитическаго рѣшенія физическихъ задачъ, соответствующихъ разнымъ частнымъ случаямъ; мы видѣли, какъ повелико значеніе этихъ работъ для истинныхъ цѣлей физики, и какъ, соответственно этому, ничтожно мало то мѣсто, которое даже въ самыхъ обширныхъ учебникахъ физики, удѣляется математической теоріи теплопроводности, которую создалъ Фурье. Завѣдомая невѣрность основъ анализа еще болѣе уменьшаетъ значеніе этой теоріи, *практическая* приложимость которой, какъ мы видѣли, ограничивается самыми узкими предѣлами по отношенію къ допустимымъ температурамъ.

Контъ думаетъ, что работа Фурье представляетъ важнѣйшій *для физики* отдѣлъ термодогіи, и называетъ ее „математическою термодогіею“, какъ бы противопоставляя ее „термодогіи физической“. Послѣдняя трактуетъ о всѣхъ тепловыхъ явленіяхъ; читатель долженъ подумать, что математическая термодогія имѣетъ такое же значеніе, какъ и термодогія физическая, и что она также касается всѣхъ тепловыхъ явленій, а не только одного, какъ это въ дѣйствительности имѣетъ мѣсто. Контъ посвящаетъ работѣ Фурье даже больше мѣста, чѣмъ всей физической термодогіи. Въмѣсто заглавія „математическая термодогія“, вводящаго читателя въ заблужденіе, слѣдовало помѣстить заглавіе „математическая теорія теплопроводности“.

Фурье преодолѣлъ огромныя математическія трудности, показавъ, какъ рѣшить уравненія для *простѣйшаго* случая, когда теплоемкость и теплопроводность величины постоянныя, и когда разность температуръ тѣла и окружающей среды не велика. Итти дальше, т. е. болѣе приблизиться къ дѣйствительности, онъ не могъ, ибо это чрезвычайно увеличило бы и безъ того громадность трудности.

То, что Контъ въ 31-ой лекціи говоритъ о работѣ Фурье, вызываетъ удивленіе и недоумѣніе. Заслуга Фурье заключается вовсе не въ томъ, что онъ составилъ уравненія задачи, а въ томъ, что онъ открылъ новые способы рѣшать эти уравненія. Между тѣмъ Контъ говоритъ только о первомъ, вовсе не упоминая о второмъ. Самое изложеніе не выдерживаетъ никакой критики. Въ дидактическомъ отношеніи оно очень слабо: читатель, хорошо знакомый съ работою Фурье, мѣстами съ трудомъ догадается, о чемъ идетъ рѣчь, а читатель непосвященный ровно ничего не пойметъ,—до того все изложено сбивчиво и туманно. Что же касается философской стороны изложенія—мы объ этомъ скажемъ ниже. Одно или два мѣста заставляютъ даже сомнѣваться въ томъ, понималъ ли Контъ работу Фурье; но можно думать, что тутъ описки или ошибки при печатаніи. Замѣтимъ еще, что современная термодинамика дѣйствительно заслуживаетъ названія математической термодогіи.

Примѣч. 65 (къ стр. 65). Термодинамика и дала полную, глубокую и глубоко-философскую теорію этихъ явленій.

Примѣч. 66 (къ стр. 66). Фурье показалъ, какъ составить дифференціальныя уравненія движенія тепла внутри и у поверхности твердыхъ тѣлъ, и, что самое главное, онъ открылъ новые методы интегрированія, т. е. рѣшенія этихъ уравненій. Лекція Конта содержитъ крайне слабое въ дидактическомъ отношеніи изложеніе первыхъ главъ книги Фурье. Я думаю, что никому не удастся отвѣтить на вопросъ: гдѣ же въ этомъ изложеніи философія? гдѣ философское отношеніе къ разбираемой работѣ, къ разбираемому вопросу? Нельзя понять, на какомъ основаніи Контъ называетъ содержаніе 31-ой лекціи философскимъ разборомъ (examen philosophique)? Все, что Контъ говоритъ далѣе о случаѣ жидкихъ тѣлъ, имѣетъ лишь малое значеніе для главной работы Фурье, который рассматривалъ только тѣла твердыя.

Примѣч. 67 (къ стр. 68). Великій, знакомый съ теоріею Фурье, прочтетъ эту фразу съ величайшимъ удивленіемъ. Въдѣ здѣсь говорится не только о вѣднемъ лученіи, но и о внутренней передачѣ тепла, какъ это ясно видно изъ второй половины абзаца. Основа теоріи Фурье заключается въ несомнѣнно вѣрномъ допущеніи, что тепловой потокъ пропорціоналенъ *паденію*



температуры, т. е. ея измѣненію, приведенному *къ единицѣмъ разстоянія*, слѣдовательно, разстояніе играетъ вовсе не ту роль, которая ей здѣсь приписана.

Примѣч. 68 (къ стр. 68). Это не такъ; поверхностныя условія входятъ въ самыя уравненія, и если эти условія лишь приблизительно соотвѣтствуютъ дѣйствительности, то и рѣшеніе *во всякъхъ его частяхъ* будетъ приблизительное, т. е. не только температуры около поверхности, но и внутри тѣла получатся несоотвѣтствующими дѣйствительности.

Примѣч. 69 (къ стр. 74). См. прим. 66.

Примѣч. 70 (къ стр. 75). Весь этотъ абзацъ основанъ на недоразумѣніи; варіаціонное исчисленіе въ томъ видѣ, какъ предлагаетъ Контъ, тутъ не примѣнимо.

Примѣч. 71 (къ стр. 75). „Удалось безповоротно привести термилогическія явленія къ математическимъ законамъ“! Можно ли допустить, что самъ Контъ такъ думалъ? Вѣдь это (см. примѣч. 64) слишкомъ явно противорѣчитъ дѣйствительности! Но Контъ хотѣлъ заставить думать, что работа его друга Фурье имѣетъ всеобъемлющее значеніе, такъ какъ ея направленіе соотвѣтствуетъ догматамъ положительной философіи.

Примѣч. 72 (къ стр. 77). Въ дѣйствительности это не такъ. Термометръ, о которомъ здѣсь говорится, показалъ бы не „температуру пространства“, но лишь свою собственную температуру, которая зависѣла бы отъ поглощательной и испускательной способностей его поверхности.

Примѣч. 73 (къ стр. 78). Все это не вѣрно; температура междупланетнаго пространства, если вообще о таковой можно говорить, во всякомъ случаѣ гораздо ниже температуры на полюсахъ земли.

Примѣч. 74 (къ стр. 79). Если они видѣли „новое поле для аналитическихъ упражненій“, то отсюда слѣдуетъ, что они смотрѣли на дѣло правильно; о „легко“ приобретенной славѣ не могло быть и рѣчи, ибо продолжать и расширять работы Фурье во всякомъ случаѣ не было легко.

Примѣч. 75 (къ стр. 80). Теорія Фурье относится къ однородному тѣлу; Дюгамель обобщилъ формулы Фурье, показавъ, какой онѣ принимаютъ видъ для случая тѣла анизотропнаго, въ чемъ несомнѣнно заключалась не малая заслуга. Но трудно согласиться, чтобы въ этомъ обобщеніи, подобно которому есть очень многіе въ физикѣ, заключалась какая либо философская точка зрѣнія.

Примѣч. 76 (къ стр. 80). У Конта легко подмѣтить крайнюю несправедливость въ сужденіяхъ о работахъ различныхъ ученыхъ, очевидное стремленіе во что бы то ни стало возвеличить своихъ друзей, а также тѣхъ, чьи работы могли служить поддержкою его ученія, и не менѣе очевидное желаніе унижить всѣ тѣ важнѣйшія для науки работы, которыя исходили отъ его вѣрруговъ, или которыя съ очевидностью доказывали непримѣнимость догматовъ его философіи къ физикѣ. Здѣсь мы имѣемъ замѣчательный примѣръ несправедливаго отношенія къ научной работѣ. Теорія Фурье практически приложима къ весьма ограниченному числу случаевъ; Дюгамель расширилъ приложима теоріи. Контъ утверждаетъ, что дѣйствительная польза работы Дюгамеля „значительно уменьшается“ тѣмъ, что онъ ее не расширилъ еще болѣе, каковой упрекъ въ еще большей мѣрѣ могъ бы относиться къ самому Фурье, если бы онъ вообще имѣлъ смыслъ. Контъ не вѣрно говоритъ, что еще болѣе общій случай только и есть случай реальный; кристаллы воплѣли соотвѣтствуютъ случаю, разобранному Дюгамелемъ.

Примѣч. 77 (къ стр. 81). Очевидно, что Фурье тутъ не руководился никакими „разумными правилами“, и вообще никакой философіею. Онъ *долженъ былъ* съ самаго начала отбросить второстепенныя обстоятельства, чтобы полученные уравненія могли быть рѣшены тѣми гениальными способами, творцомъ которыхъ онъ является. Если бы онъ принялъ во вниманіе указанныя обстоятельства, то его уравненія оказались бы даже для него неразрѣшимыми.

Примѣч. 78 (къ стр. 81). Одно изъ тѣхъ мѣстъ, которыя заставляютъ усумниться въ томъ, понялъ ли Контъ работу Фурье. Припятъ во вниманіе второстепенныя обстоятельства (см. прим. 77) могъ самъ Фурье, могъ всякій безъ малѣйшаго труда, пока рѣчь шла о составленіи уравненій. Вѣдь все дѣло только и заключается въ тѣхъ непреодолимыхъ аналитическихъ трудностяхъ, которыя должны обнаружиться при желаніи рѣшить эти уравненія. О чемъ же, по мнѣнію Конта, мечталъ Фурье?

Примѣч. 79 (къ стр. 81). Да! это была та великая эпоха, когда неустанныя размышленія надъ природою тепла привели къ тому истинно философскому ученію, которое нынѣ составляетъ неизблѣмый фундаментъ всей физики. Фурье, творецъ новыхъ способовъ рѣшать дифференціальныя уравненія, не

имѣлъ повода обращаться къ вопросу о природѣ тепла, законы распространения котораго одни только и служатъ для составленія этихъ уравненій.

Примѣч. 80 (къ стр. 82). Это одно слово объясняетъ многое, особенно, если вспомнить отношеніе Конта къ недругамъ, напр., къ Араго.

Примѣч. 81 (къ стр. 83). Въ 1835 году акустика была уже вполне положительна въ смыслѣ Конта. Источникъ звуковыхъ явленій былъ извѣстенъ, а теорія этихъ явленій уже достигла высокой степени развитія. Метафизическаго, опять таки въ смыслѣ Конта, не было и слѣда въ этомъ отдѣлѣ физики. Однако, Контъ ставитъ акустику послѣ термологіи, которая въ то время представляла почти сплошное метафизическое ученіе о „теплородѣ“. Почему онъ это дѣлаетъ, понятно изъ предыдущаго: желая выдвинуть математическія изслѣдованія своего друга Фурье, дѣйствительно соответствующія догматамъ положительной философіи, но зато почти не относящіяся къ физикѣ, онъ заставляетъ читателя думать, что въ нихъ заключается главное содержаніе новой термологіи, долженствующей замѣнить старую, метафизическую.

Примѣч. 82 (къ стр. 83). Объ этомъ см. ниже въ примѣчаніяхъ къ 33-ей лекціи.

Примѣч. 83 (къ стр. 88). Позднѣйшія опредѣленія отношенія двухъ теплоемкостей газовъ, входящаго въ формулу Лапласа для скорости звука, вполне подтвердили справедливость этой формулы.

Примѣч. 84 (къ стр. 89). Такое утвержденіе нельзя назвать справедливымъ. Въ 1835 г. уже были извѣстны различные способы опредѣленія числа колебаній, соответствующихъ данному тону. Работы Каньяръ Латура по сему предмету появились между 1819 и 1827 годами.

Примѣч. 85 (къ стр. 90). Здѣсь Контъ далъ поразительное по своей мѣткости указаніе на причину возникновенія тембра, которая не была извѣстна его современникамъ.

Примѣч. 86 (къ стр. 90). Само собою разумѣется, что и этотъ вопросъ относится къ области физики.

Примѣч. 87 (къ стр. 92). Лапласъ далъ точныя и несомнѣнно вѣрныя формулы для скорости звука въ жидкихъ и твердыхъ тѣлахъ, а потому это мѣсто представляется весьма страннымъ. Знаменитыя опредѣленія скорости звука въ водѣ были произведены Штурмомъ и Кульденомъ на Женевскомъ озерѣ въ 1827 году.

Примѣч. 88 (къ стр. 92). Это весьма характерное мѣсто! Отраженіе звука объясняется принципомъ Гюйгенса безъ всякихъ затрудненій или натяжекъ. Однако, Контъ не желаетъ допустить свѣтовой теоріи Гюйгенса (см. слѣдующую лекцію) и потому остерегается указать здѣсь на принципъ Гюйгенса, намѣреваясь подвергнуть его осмѣянію впоследствии. Это тѣмъ болѣе странно, что выше Контъ самъ указалъ, что къ звуковымъ явленіямъ примѣнимо общее ученіе о распространяющихся въ данной средѣ колебательныхъ движеніяхъ. Основатель этого обиха ученія и есть, однако, Гюйгенсъ, вполне объяснившій, напр., явленія отраженія и преломленія.

Примѣч. 89 (къ стр. 92). Отчетливое и совершенно строгое объясненіе Гюйгенса, которое къ звуковымъ явленіямъ и съ точн. зрѣніи Конта во всякомъ случаѣ примѣнимо, замѣняется Контомъ здѣсь „отбрасываніемъ сотрясеній“, въ чемъ не заключается ни объясненія, ни разъясненія, а только одинъ большой шагъ назадъ.

Примѣч. 90 (къ стр. 93). Законъ этотъ несомнѣнно вѣренъ; въ курсѣ физики Lamé онъ выводится, какъ слѣдствіе механическаго закона живыхъ силъ.

Примѣч. 91 (къ стр. 93). Это не вѣрно. Вѣроятно, описка; должно быть „произведенію ея длины на ея массу“.

Примѣч. 92 (къ стр. 96). Зорге въ Гамбургѣ (1744) и Ромье (Romieu, 1753) въ Монпелье открыли эти звуки еще до Тартини (1754, въ Падубѣ).

Примѣч. 93 (къ стр. 98). И вновь и вновь ставлю вопросъ: въ чемъ тутъ философское изслѣдованіе? гдѣ слѣды философіи?

Примѣч. 94 (къ стр. 99). Чтобы вполне понять отношеніе Конта къ оптикѣ, необходимо подробнѣе познакомиться съ положеніемъ этого отдѣла физики въ 1835 г. Тогда станеть вполне яснымъ, до какой степени грандіозное развитіе ученія о свѣтѣ уже въ то время противорѣчило догматамъ положительной философіи. И тогда будетъ понятно, что всѣ эти чудесные успѣхи были добыты путями, какъ разъ противоположными тѣмъ, которые рекомендуются этимъ неудачнымъ философскимъ направленіемъ. Вместе съ тѣмъ выяснится, до какой степени Контъ не видѣлъ или не хотѣлъ видѣть всего того, что такъ явно и непреодолимо противорѣчило его ученію.

Въ 1835 году были давно уже извѣстны законы отраженія, преломленія и разложенія свѣта; основываясь на этихъ законахъ развилось ученіе о зеркалахъ и объ оптическихъ инструментахъ, составляющее предметъ геометрической оптики, всѣ вопросы которой рѣшаются геометрическими построеніями и математическими вычисленіями независимо отъ всякой теоретической подкладки, касающейся существа свѣтовыхъ явленій. Объ этомъ уже было отчасти сказано въ прим. 9-мъ.

„Естьмъ извѣстно, что во второй половинѣ XVII столѣтія были почти одновременно предложены двѣ гипотезы о сущности свѣтовыхъ явленій: теорія истеченія, предложенная Ньютономъ, и теорія колебаній эфира, предложенная Гюйгенсомъ.

Теорія Ньютона предполагаетъ, что свѣтящаяся тѣла испускаютъ или какъ бы выбрасываютъ изъ себя особую свѣтовую матерію. Эта матерія движется съ огромною скоростью свѣта, отражается, мѣняетъ направленіе движенія при переходѣ изъ одной среды въ другую и т. д.

Теорія Гюйгенса предполагаетъ, что мировое междузвѣздное пространство, а также промежутки между частицами матеріи не абсолютно пусты, но наполнены особымъ, весьма тонкимъ, но въ то же время и весьма упругимъ веществомъ, которое назовемъ эфиромъ. Всякое сотрясеніе, вызванное въ этомъ веществѣ, распространяется въ немъ подобно тому, какъ звуковыя сотрясенія распространяются въ воздухъ и въ другихъ газообразныхъ, жидкихъ или твердыхъ тѣлахъ, или какъ сотрясенія воды по поверхности послѣдней. Свѣтящаяся тѣла какъ бы соотвѣтствуютъ звучащимъ тѣламъ; въ нихъ находится источникъ тѣхъ сотрясеній, или колебаній, которыя, распространяясь во всѣ стороны, и представляютъ сущность видимаго свѣта. Гюйгенсъ показалъ, какъ эта теорія объясняетъ отраженіе и преломленіе свѣта. Но Гюйгенсъ могъ итти еще гораздо дальше. Въ его время уже было извѣстно явленіе двойного лучепреломленія, заключающееся въ томъ, что если лучъ свѣта достигаетъ поверхности кристалла, то этотъ лучъ, вообще говоря, раздѣляется на два луча, распространяющіеся въ кристаллѣ по двумъ различнымъ направленіямъ. Гюйгенсъ показалъ, какъ и это весьма сложное явленіе объясняется его теорією.

Въ XVIII столѣтіи царствовала теорія Ньютона, и лишь немногіе голоса высказывались за теорію Гюйгенса; между ними можно указать на Эйлера и на нашего Ломоносова.

Полный переворотъ во взглядахъ произошелъ въ первой трети текущаго столѣтія, когда были открыты цѣлый рядъ удивительнѣйшихъ оптическихъ явленій, отчасти совершенно новыхъ, отчасти представлявшихъ новыя формы явленій, уже раньше замѣченныхъ. Сюда относятся прежде всего разнообразныя явленія интерференціи свѣта, т. е. такихъ явленій, въ которыхъ мы наблюдаемъ уничтоженіе свѣта свѣтомъ, иначе говоря, въ которыхъ свѣтъ, прибавленный къ свѣту, даетъ темноту. Сюда относятся чудныя явленія дифракціи, совершенно уничтожающія представленіе о прямолинейномъ распространеніи свѣта и изслѣдованныя въ разнообразныхъ новыхъ формахъ Фраунгоферомъ въ 1822 г.

Въ 1808 г. Малюсю открылъ поляризацию свѣта при отраженіи, заключающуюся, между прочимъ, въ томъ, что лучъ, отраженный отъ зеркала, теряетъ способность отразиться отъ второго зеркала, если оно зеркала имѣютъ нѣкоторое опредѣленное положеніе. Не касаясь, такъ называемаго, явленія вращенія плоскости поляризаціи, открытаго Араго въ 1811 г.; уважемъ на общій характеръ еще нѣкоторыхъ явленій.

Представимъ себѣ рядъ пластинокъ, по внѣшнему виду похожихъ на стекло, безцвѣтныхъ и, каждая въ отдѣльности, совершенно прозрачныхъ. Оказывается, что свѣтъ, свободно проходящій черезъ каждую изъ пластинокъ, не проходитъ черезъ двѣ изъ нихъ, сложенныхъ опредѣленнымъ образомъ. Онѣ, вмѣстѣ взятыя, совершенно непрозрачны. Но если одну изъ этихъ пластинокъ повернуть на прямой уголъ, то ихъ совокупность опять дѣлается вполне прозрачною. Въ разнообразныхъ случаяхъ оказывается, что три безцвѣтныхъ прозрачныхъ пластинокъ, сложенныхъ вмѣстѣ, представляютъ окрашенными, если смотрѣть черезъ нихъ, причемъ окраска мѣняется при вращеніи каждой изъ пластинокъ. Но самыя удивительныя явленія представляютъ тѣ же три пластинки при другой обстановкѣ. Тогда на безцвѣтномъ фонѣ выступаютъ причудливыя разноцвѣтныя фигуры, напр., рядъ колецъ, пересѣченныхъ чернымъ крестомъ, или рядъ кривыхъ изгибающихся около двухъ центровъ и пересѣченныхъ двумя черными дугами, или иныя, еще болѣе сложныя, и вообще весьма красивыя линіи. Юнгъ, Эри, Нейманъ и въ особенности бессмертный Френель показали, какимъ образомъ необходимость всѣхъ этихъ явленій и еще весьма многихъ другихъ вытекаетъ, какъ слѣд-

стве изъ теоріи колебаній. Геніальныя работы Френеля появились въ промежуткѣ времени отъ 1815 — 1826 года. Весьма важно замѣтить, что Френель между прочимъ подробнѣйшимъ образомъ изслѣдовалъ вопросъ о происхожденіи тѣней и вполне выяснилъ, почему получается тѣнь въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ, вообще говоря, по законамъ геометрической оптики должна находиться тѣнота. Еще дальше пошелъ Эри въ 1831 г., предсказывая цѣлый рядъ явленій, новыхъ формъ причудливыхъ фигуръ, которыя должны появиться при различныхъ, еще не испробованныхъ комбинаціяхъ упомянутыхъ пластинокъ, напр., спиралевидныя цѣвныя полосы, соответствующія опредѣленной комбинаціи четырехъ пластинокъ.

И во всѣхъ случаяхъ наблюденія подтвердили предсказанія теоріи. Но это еще не все! Одно изъ самыхъ удивительныхъ явленій, изъ разсматриваемыхъ въ физикѣ, было открыто въ 1832 г. англійскимъ математикомъ Гамильтономъ, имѣвшимъ передъ собою бумагу и чернила. Путемъ вычисленія онъ открылъ, что если черезъ двусонный кристаллъ пропустить лучъ въ некоторомъ опредѣленномъ направленіи, то изъ кристалла долженъ выйти расходящійся конусъ лучей, темный внутри, дающій на листѣ бумаги свѣтлое кольцо, увеличивающееся по мѣрѣ удаленія бумаги отъ кристалла. Въ другомъ случаѣ долженъ изъ кристалла выйти цилиндръ лучей, также темный внутри. Въ слѣдующемъ, 1833 году физикъ Лойдъ фактически на опытѣ воспроизвелъ эти удивительныя явленія, такъ называемой, конической рефракціи.

Открытие этихъ явленій смѣло можно поставить рядомъ съ открытіемъ Нептуна путемъ вычисленія, рядомъ съ величайшими событіями изъ исторіи побѣдъ человѣческаго генія.

Такимъ образомъ, ученіе объ эфирѣ и о распространяющихся въ немъ сотрясеніяхъ, или, какъ говорятъ, пертурбаціяхъ, составило въ 1835 г. грандіозное, стройное зданіе, не менѣе величественное и не менѣе твердое и неизбѣжное, чѣмъ развившееся въ небесную механику ученіе Коперника, Кеплера и Ньютона о движеніи небесныхъ свѣтилъ.

И слѣдуетъ помнить, что все это было открыто и выяснено на основаніи вполне опредѣленнаго взгляда на „modes de production“ явленій, и путемъ того приложенія математики къ физикѣ а priori, о которомъ было подробно сказано въ примѣчаніи 9.

Въ этой области явленій научный методъ, строго запрещенный позитивною философіею, представляется намъ совершающимъ великое триумфальное шествіе, и доходящимъ до того апіорнаго, качественного предвидѣнія, о которомъ было сказано въ прим. 22.

Всякій, хотя бы сколько нибудь знакомый съ физикою, правильно постигшій ея цѣль, понимающій, въ чемъ заключаются тѣ вѣрные методы, которыми она пользуется, не можетъ прочесть „общее разсужденіе объ оптикѣ“ Конта безъ того горькаго чувства, безъ того возмущенія и негодованія, доводящаго до озлобленія, которое послужило причиною пренебреженія философіи (чтобы не употребить болѣе крѣпкое слово) со стороны естествоиспытателей, — того чувства, послѣдніе слѣды котораго не исчезнутъ, пока между философиами останутся отдѣльныя личности, разсуждающія о вопросахъ, которыхъ они не понимаютъ, потому, что они не могли или не захотѣли подвергнуть эти вопросы тщательному и систематическому изученію.

Геніальные мастера указали наукѣ ясную цѣль, указали дорогу, которая ведетъ къ этой цѣли и научили своихъ послѣдователей тѣмъ способамъ, при помощи которыхъ можно идти впередъ по указанной дорогѣ и приближаться къ той завѣтной цѣли. Блестящій успѣхъ доказываетъ вѣрность этихъ указаній. И вотъ является Контъ. Онъ смѣло заявляетъ, что пути, по которымъ шли, не вѣрны; онъ умалчиваетъ обо всемъ томъ, что явно и во всѣхъ отношеніяхъ противорѣчитъ его положеніямъ; онъ издѣвается надъ безсмертными твореніями геніальныхъ ученыхъ, надъ тѣмъ, что составляетъ гордость народовъ, передъ чѣмъ мысленно преклоняются всѣ, кому дороги истина и наука.

Примѣч. 95 (къ стр. 100). Эти математическія работы положили основаніе оптикѣ, какъ дѣйствительной наукѣ, заслуживающей это названіе; онѣ объяснили бездуу спутанныхъ и загадочныхъ фактовъ; установили порядокъ въ хаосѣ явленій, которыя онѣ привели къ одному общему, весьма простому началу; наконецъ, онѣ предсказали существованіе новыхъ удивительныхъ и неожиданныхъ явленій, изъ которыхъ многія, по всей вѣроятности, остались бы надолго, а можетъ быть и навсегда неизвѣстными. Развиваясь до сегодняшняго дня, эти математическія работы составляютъ основу обширныхъ отдѣловъ физики.

Примѣч. 96 (къ стр. 101). Сравненіе совершенно невѣрно. Мы, конечно, не знаемъ тиготнія, отдѣленнаго отъ притягивающаго тѣла, хотя не можетъ

быть сомнѣнія, что и такое должно существовать. Свѣтовые явленія слѣдуетъ сравнивать съ явленіями звуковыми, и здѣсь, очевидно, существуетъ опредѣленное явленіе внѣ звучащаго тѣла, т. е., выражаясь словами Конта, „мы приписываемъ звуку существованіе отдѣльное отъ звучащаго тѣла“.

Примѣч. 97 (къ стр. 101). Такое голословное утвержденіе нельзя не признать весьма характернымъ, если вспомнить, что всѣ факты, вся исторія развитія оптики до Конта явно противорѣчатъ этимъ словамъ. Другое было бы дѣло, еслибы Контъ доказалъ, что тѣ самые успѣхи, которыми въ его времена гордилась оптика, могли быть достигнуты и другими путями.

Примѣч. 98 (къ стр. 101). Какъ же не требуетъ, когда буквально всѣ факты столь же очевидно, сколь и блестяще доказываютъ какъ разъ противоположное?

Примѣч. 99 (къ стр. 101). Если принять во вниманіе, что Контъ многократно упоминаетъ о работахъ Френеля, и что эти работы находятся въ полнѣйшемъ согласіи со всѣми наблюденіями, то нельзя не удивляться той степени ослѣпленія, которая могла привести къ такого рода утвержденіямъ, столь рѣзко противорѣчающимъ дѣйствительности.

Примѣч. 100 (къ стр. 101). Нельзя не признаться, что мы имѣемъ здѣсь одно изъ самыхъ удивительныхъ, и въ то же время наиболѣе характерныхъ мѣстъ въ этой борьбѣ Конта противъ теорій распространяющихся цертурбацій. Читатель, очевидно, долженъ подумать, что эта теорія не можетъ объяснить одного изъ самыхъ простѣйшихъ оптическихъ явленій, а именно: того кажущагося прямолинейнаго распространения свѣтовыхъ лучей, которое приводить къ образованию тѣней. Между тѣмъ, какъ это было упомянуто въ прим. 44, Френель вполне ясно доказалъ, что теорія колебанія приводитъ къ понятію о тѣни, которая по своему положенію отличается отъ тѣни геометрической на величину почти микроскопическія, которыя можно замѣтить лишь при исключительныхъ обстоятельствахъ и при помощи особыхъ приборовъ. Нѣтъ сомнѣнія, что Контъ былъ знакомъ съ работами Френеля, въ которыхъ явленія диффракціи такъ подробно разобраны. Какъ же слѣдуетъ понимать это странное утвержденіе со стороны Конта и его попытку заставить думать, что ненавистная ему теорія не объясняетъ даже самаго элементарнаго явленія?

Примѣч. 101 (къ стр. 101). Если вспомнить все то, что было изложено въ прим. 94, то слѣдуетъ признать, что мѣста, подобныя этому, принесли философіи, какъ особой наукѣ, непоправимый вредъ, вызывая ненависть и злобу въ сердцахъ естествоиспытателей, которымъ въ дѣйствительности философское отношеніе къ наукѣ необходимо, какъ дождь необходимъ для растеній.

Примѣч. 102 (къ стр. 102). Мы уже неоднократно указывали и еще нѣсколько разъ укажемъ впослѣдствіи на то, что Контъ постоянно говоритъ о своемъ философскомъ отношеніи къ тому или другому научному вопросу. Между тѣмъ приходится сказать, что это мѣсто противорѣчитъ азбучнымъ выводамъ, въ которыхъ приводить самое элементарное приложеніе философскаго разсужденія къ научнымъ вопросамъ. Кому же не извѣстно, что изъ множества различныхъ причинъ можетъ вытекать одно и то же наблюдаемое слѣдствіе? Въѣ въ этомъ и заключается задача науки, чтобы изъ всѣхъ возможныхъ причинъ даннаго явленія выбрать наиболѣе способное объяснить и предсказывать явленія. Контъ утверждаетъ, что обѣ гипотезы должны быть не вѣрны, потому что онѣ обѣ объясняютъ данныя явленія. Ясно, что по Конту можно было бы разсуждать слѣдующимъ образомъ: восходъ и заходъ солнца можетъ быть объясненъ движеніемъ солнца вокругъ земли или вращеніемъ земли около ея оси; слѣдовательно, оба эти предположенія должны быть не вѣрны.

Примѣч. 103 (къ стр. 103). Въ дѣйствительности было какъ разъ наоборотъ. Весь прогрессъ науки былъ основанъ на этихъ „произвольныхъ ученіяхъ“, которыя вышѣ привели къ окончательному паденію этой геометрической оптики, которую славить Контъ за то, что она развилась раньше, чѣмъ эти ученія. Мы уже упоминали о томъ, что геометрическая оптика оказалась безсиленною разобранъ въ свѣтовыхъ явленіяхъ, происходящихъ внутри весьма малыхъ тѣлъ, и что отъ нея пришлось отказаться въ современныхъ ученіяхъ о радугѣ, о микроскопѣ и т. д.

Примѣч. 104 (къ стр. 103). Въ дѣйствительности, только благодаря гипотезѣ волненія, Гюйгенсу удалось выяснитъ законы двойнаго лучепреломленія и внести разумный порядокъ въ кажущійся хаосъ явленій.

Примѣч. 105 (къ стр. 103). Въ дѣйствительности нѣтъ никакой связи между преломляемостью и горючестью.

Примѣч. 106 (къ стр. 103). Все это разсужденіе падаетъ, такъ какъ строгій ахроматизмъ въ дѣйствительности не возможенъ.

Примѣч. 107 (къ стр. 104). Возможно ли серьезно высказывать такую мысль, которая опять такъ рѣзко противорѣчитъ самому азбучному философскому отношенію (*sit venia verbo!*) къ научнымъ вопросамъ? Если механическая сторона даннаго явленія „на глазахъ у всѣхъ вытекаетъ изъ простаго разсмотрѣнія явленій“, то, понятно, никакихъ гипотезъ и не требуется. Въ этомъ вѣдѣ и заключается путь, по которому должна развиваться, всегда развивалась и всегда будетъ развиваться наука о явленіяхъ, механическая сторона которыхъ не находится ясно „на глазахъ у всѣхъ“; строятся гипотезы, изъ нея дѣлаются выводы, которые сравниваются съ наблюдаемыми явленіями.

Примѣч. 108 (къ стр. 104). Вотъ воистину блестящій примѣръ того, къ чему приводитъ самонадѣянная философія, рискующая смѣло предсказывать будущее на основаніи предвзятыхъ и не обоснованныхъ положеній. Мы теперь съ абсолютною достовѣрностью знаемъ, что свѣтотвыя явленія не составляютъ категоріи явленій *sui generis*, и что они въ высокой степени аналогичны явленіямъ звуковымъ. Мы знаемъ теперь, что свѣтотвыя явленія составляютъ одно, почти нераздѣльное, цѣлое и съ явленіями электрическими и магнитными, особый частный случай которыхъ они составляютъ. Электрическіе лучи Герца, о которыхъ будетъ сказано ниже, и которые, возникая на почвѣ чисто электрической, обладаютъ всѣми свойствами лучей свѣтовыхъ, могутъ служить достаточноымъ доказательствомъ этой истинны. Контъ какъ будто протестуетъ здѣсь вообще противъ приведенія разнородныхъ съ виду явленій къ одному общему началу. Между тѣмъ одна изъ важнѣйшихъ и интереснѣйшихъ задачъ и заключается въ отысканіи того единства, которое связуетъ разнообразныя явленія, происходящія въ природѣ.

Примѣч. 109 (къ стр. 105). Наука пошла по направлению, какъ разъ противоположному тому, которое здѣсь указывается Контотомъ; и, благодаря именно этому, она достигла того развитія, которымъ гордится человечество.

Примѣч. 110 (къ стр. 105). И это писалось два года послѣ открытія конечской рефракціи, показавшей, что теорія волненія не менѣе способна предсказывать явленія, чѣмъ небесная механика!

Примѣч. 111 (къ стр. 105). И что же оказалось? Геометрическая оптика претерпѣла полное фиаско, и только та самая теорія, тотъ самый анализъ, исходящій изъ законовъ динамики, надъ которымъ глумится Контъ, могъ услѣдить за явленіями, предсказать новыя, и дать практической оптикѣ широкое развитіе далеко за тѣми предѣлами, у которыхъ геометрическая оптика Конта начала оказываться несостоятельною.

Примѣч. 112 (къ стр. 106). Гдѣ тутъ философія? Излагать научные вопросы неполно, безсвязно, безъ правильнаго пониманія и съ пропускомъ всего того, что противорѣчитъ предвзятымъ идеямъ,—неужели въ этомъ заключается философія?

Примѣч. 113 (къ стр. 107). Кромѣ физическихъ и физиологическихъ явленій, несомнѣнно играютъ въ актѣ зрѣнія большую роль еще явленія психологическія.

Примѣч. 114 (къ стр. 107). Эта способность глаза была впоследствии вполне объяснена.

Примѣч. 115 (къ стр. 108). Невольно хочется перевернуть эту фразу и сказать, что еще гораздо болѣе комична борьба самого Конта противъ величественнаго теченія науки, эта борьба, веденная безъ самыхъ необходимыхъ орудій: достаточнаго знанія и правильнаго пониманія.

Примѣч. 116 (къ стр. 109). Законы разстоянія безусловно вѣрны, и фотометры уже во времена Конта несомнѣнно были построены совершенно рационально.

Примѣч. 117 (къ стр. 109). Такого просмотра и не требовалось вовсе; законы разстоянія и примѣняемость фотометровъ вовсе не зависятъ отъ теорій.

Примѣч. 118 (къ стр. 109). Здѣсь мы видимъ совершенно не философское соединеніе двухъ законовъ, во всѣхъ отношеніяхъ глубоко отличающихся другъ отъ друга. Законъ синусовъ для случая паденія лучей является безусловно необходимымъ слѣдствіемъ самыхъ простыхъ геометрическихъ соотношеній; онъ безусловно вѣренъ и не зависитъ ни отъ какой теоріи. Наоборотъ, законъ синусовъ для случая испусканія свѣтовыхъ лучей эмпирически выводится на основаніи наблюденій. Онъ далеко не во всѣхъ случаяхъ оказывается вѣрнымъ, и его выводъ на основанія тѣхъ или другихъ гипотезъ, представляется большія затрудненія.

Примѣч. 119 (къ стр. 111). О какихъ тѣлахъ говорить здѣсь Контъ? Сказанное не можетъ относиться къ тѣламъ непрозрачнымъ, для которыхъ

поглощеніе при прохожденіи свѣта огромно. Но если рѣчь идетъ о тѣлахъ прозрачныхъ, то нельзя говорить о поглощеніи при отраженіи и сравнивать такое съ поглощеніемъ при прохожденіи, такъ какъ для этихъ тѣлъ часть свѣта отражается, а вся остальная вступаетъ во внутрь тѣла, и уже здѣсь отчасти поглощается.

Примѣч. 120 (къ стр. 112). Это невѣрно и противорѣчитъ результатамъ, полученнымъ Френелемъ, которые безусловно вѣрны.

Примѣч. 121 (къ стр. 112). Приходится сдѣлать заключеніе, что Контъ не потрудился разобрать столь простаго явленія полнаго внутренняго отраженія, ибо онъ пропускаетъ указаніе на самое главное, а именно: на то, что отраженіе можетъ становиться полнымъ только въ случаѣ перехода свѣта изъ среды, болѣе преломляющей, въ среду, менѣе преломляющую.

Примѣч. 122 (къ стр. 112). Это совершенно не вѣрно. Нападая на ненавистную ему теорію, Контъ совершенно не замѣтилъ, что законъ полнаго внутренняго отраженія вовсе не вытекаетъ изъ этой теоріи, но что онъ получается, какъ необходимое слѣдствіе изъ того, что отношеніе синуса угла паденія къ синусу угла преломленія есть вполнѣ постоянное, и изъ того, что синусъ не можетъ быть больше единицы.

Примѣч. 123 (къ стр. 113). Начиная съ этого мѣста, Контъ постоянно смѣшиваетъ двѣ различныя величины, а именно: коэффициентъ преломленія, который обозначенъ буквою  $n$ , и величину  $n-1$ , которую онъ почему то называетъ „rapport de refraction“. Эта путаница, это смѣшеніе двухъ различныхъ величинъ явлется довольно далеко.

Примѣч. 124 (къ стр. 113). Слова, которыя мы поставили въ скобкахъ, пропущены у Конта, очевидно, по недосмотру.

Примѣч. 125 (къ стр. 115). По моему мнѣнію, это самое ужасное, самое возмутительное мѣсто въ физикѣ Конта. Явленія интерференціи свѣта, въ которыхъ наблюдается, что свѣтъ, прибавленный къ свѣту, даетъ темноту, только и могли сдѣлаться понятными послѣ того, какъ на явленія свѣта стали смотрѣть, какъ на явленія особаго рода движенія. Понятно, что два противоположныхъ движенія, сообщенныхъ одному и тому же тѣлу могутъ оставить его въ покоѣ. „Химерныя представленія“, которыя, по мнѣнію, Конта, „искажали“ примѣненіе принципа интерференціи, пролили яркій свѣтъ на обширную группу темныхъ явленій и они до мельчайшихъ подробностей объяснили и предсказали всѣ детали новыхъ весьма сложныхъ явленій.

Примѣч. 126 (къ стр. 115). И это писалось въ 1835 году послѣ работъ Френеля, Брюстера (Brewster), которые до мельчайшихъ подробностей выяснили качественную и количественную стороны явленія поляризаціи свѣта! Въ учебникѣ Lamé изложено ученіе о поляризаціи свѣта на стр. 269—288, а въ учебникѣ Pouillet на стр. 340 до 359.

Примѣч. 127 (къ стр. 115). Кто возьмется отыскать хотя бы слѣды философіи въ этомъ изслѣдованіи?

Примѣч. 128 (къ стр. 116). И это все, что Контъ говоритъ объ оптикѣ! Стоитъ только сравнить содержаніе этой лекціи съ содержаніемъ учебниковъ физики, вышедшихъ около 1835 года, чтобы видѣть, до какой степени Контъ закрываетъ глаза на всѣ тѣ явленія, которыя противорѣчатъ предвзятымъ положеніямъ, и которыхъ онъ не могъ не знать. Излишне говорить, что наука, не смотря на всѣ нападкы, спокойно и величественно продолжала развиваться, неуслонно слѣдуя по пути, противоположному тому, который указывается позитивною философіею; что она, идя своею дорогою, дошла до той высокой степени развитія, при которой она, объединивъ явленія свѣтотвоя съ явленіями электрическими, могла подарить человѣчеству телеграфированіе безъ проводовъ.

Говоря о развитіи оптики послѣ Конта, нельзя не упомянуть о спектральномъ анализѣ и о связанномъ съ нимъ возникновеніи новой науки—астрофизики.

Всѣмъ извѣстно, что спектральный анализъ основанъ на изученіи свѣта, разложеннаго на составныя части, при помощи призмы или еще однимъ другимъ, лучшимъ способомъ, о которомъ здѣсь не мѣсто распространяться. Спектральный анализъ даетъ возможность не только судить о веществахъ, находящихся въ источникѣ свѣта и въ томъ пространствѣ, черезъ которое лучи должны пройти, чтобы достигнуть нашего глаза; не только судить о физическомъ состояніи, въ которомъ эти вещества находятся, но—это самое удивительное!—также о томъ движеніи, которое совершаетъ источникъ свѣта относительно наблюдателя. Притомъ все это одинаково относится, какъ къ солнцу и различнымъ частямъ окружающихъ его оболочекъ, такъ и къ отдаленнѣйшимъ звѣз-

дамъ и туманнымъ пятнамъ. И это всецѣло основано на теоріи, разсматривающей свѣтъ, какъ распространяющееся въ эфирѣ сотрясеніе. Перемѣщеніе спектральныхъ линій, дающее возможность изучать движеніе свѣтилъ, только и можетъ быть понято на основаніи этой теоріи; а вычисленія самихъ движеній производятся на основаніи формулъ, всецѣло основанныхъ все на той же теоріи.

На почвѣ спектральнаго анализа развилаcя новая наука—астрофизика, не только рѣшающая вопросъ о веществахъ, находящихся на солнцѣ, на кометахъ, на неизмѣрно удаленныхъ отъ насъ звѣздахъ и туманныхъ пятнахъ, но и вопросъ объ ихъ движеніи относительно земли. Спектральный анализъ далъ возможность изучать движеніе каждаго изъ свѣтилъ, составляющихъ двойныя звѣзды; путемъ спектральнаго анализа было доказано, что кольцо Сатурна не состоитъ изъ сплошной массы, ибо оказалось, что его внутренней край, ближайшій къ Сатурну, движется быстрее, чѣмъ его внѣшній край и т. д.

При мѣч. 129 (къ стр. 117). Въ предыдущихъ лекціяхъ нельзя было не замѣтить, что Контъ, хотя бы въ нѣкоторой степени, былъ знакомъ съ содержаниемъ тѣхъ отдѣловъ физики, которые онъ въ этихъ лекціяхъ разбираетъ. Но въ этой лекціи обнаруживается почти на всякой страницѣ совершенное незнаніе автора съ предметомъ и полнѣйшее непониманіе (или можетъ быть исжелепаніе повягъ) самыхъ элементарныхъ вещей, давно утвердившихся въ наукѣ, когда писалась эта лекція. Степень развитія, достигнутаго въ 1835 году ученіемъ объ электрическихъ и магнитныхъ явленіяхъ, явствуетъ изъ нижеслѣдующаго. Въ 1835 г. были хорошо извѣстны обыкновенныя магнитныя явленія и явленія земнаго магнетизма; далѣе почти всѣ основныя явленія электрическія. *Вполнѣ наглядно представлялась г. глубокая разница между явленіями, которыя обнаруживаются на электризованныхъ тѣлахъ* (въ обычномъ смыслѣ слова) *и явленіями электрическаго тока*, почти всѣ дѣйствія котораго были уже открыты. Было извѣстно, что электрической токъ вращаетъ сосѣднюю магнитную стрѣлку, что онъ разлагаетъ растворенныя кислоты и соли, что онъ нагреваетъ и даже накаливаетъ тѣла и потому можетъ служить для освѣщенія; было извѣстно, что проводники, по которымъ текутъ электрическіе токи, взаимно притягиваются или отталкиваются, смотря по направленію токовъ. Далѣе, давно было открыто явленіе электромагнетизма, т. е. намагничиванія желѣза при помощи электрическихъ токовъ. Основные законы возникновенія этихъ токовъ были выяснены въ 1827 г. Омомъ (Ohm). Наконецъ, въ 1835 г. царь физиковъ, Фарадей, открылъ явленія индукціи, т. е., между прочимъ, возбужденія электрическихъ токовъ въ проволокахъ, движущихся около магнитовъ, или находящихся въ покоѣ около движущихся магнитовъ. Это было одно изъ величайшихъ открытій девятнадцатаго столѣтія; оно послужило исходною точкою для тѣхъ изобрѣтеній, которыя въ концѣ этого столѣтія вызвали новую эру исторіи культуры, и которые уже теперь даютъ право назвать грядущее столѣтіе вѣкомъ электричества. Мы увидимъ, что великое открытіе Фарадея было извѣстно Контю.

Относительно ученія о сущности магнитныхъ и электрическихъ явленій слѣдуетъ признать, что оно вполнѣ находилось въ періодѣ, который Контъ называетъ метафизическимъ. Допускалось существованіе особаго рода веществъ, невѣсомыхъ флюидовъ, и имъ съ откровенностью, которая нынѣ намъ представляется наивною, приписывался цѣлый рядъ свойствъ, необходимыхъ и достаточныхъ для того, чтобы получить яко-бы объясненіе наблюдаемыхъ явленій. Но надъ сотнями и тысячами годовъ, допускаящихъ существованіе этихъ курьезныхъ флюидовъ, возвышалась голова безсмертнаго царя физиковъ—Фарадея. Онъ одинъ, никто не повягый, старался извлечь ученіе объ электрическихъ и магнитныхъ явленіяхъ изъ того метафизическаго болота, въ которомъ оно застряло, и создать новое ученіе.

Въ 1835 г. во всякомъ случаѣ уже никто не смѣшивалъ явленія статическія съ явленіями электрическаго тока; всѣмъ было извѣстно, что явленіе тока есть явленіе особаго рода, и немисливо было, чтобы кто нибудь смѣшивалъ проводникъ, по которому течетъ электрической токъ, съ проводникомъ, просто наэлектризованнымъ.

Въ учебникѣ физики Lamé сперва 57 страницъ посвящены статическому электричеству, затѣмъ 37 страницъ магнетизму, и наконецъ 109 страницъ гальваническому току. Въ учебникѣ Pouillet находимъ сперва 28 страницъ, на которыхъ изложены явленія магнитныя; затѣмъ на 23 страницахъ разсмотрѣны явленія статическаго электричества, и, наконецъ, 65 страницъ посвящены явленіямъ гальваническаго тока. Что же дѣлаетъ Контъ? Ему не нравится раздѣленіе электрическихъ явленій на двѣ группы, основанное на нѣкоторомъ, хотя и весьма общемъ, представленіи о глубокомъ различіи въ „modes de production“



той и другой группы явленій, изъ которыхъ одна представляется чѣмъ то аналогичнымъ покою, между тѣмъ какъ въ другой группѣ мы имѣемъ дѣло съ какимъ-то движеніемъ. Не желая допустить такого раздѣленія электрическихъ явленій, Контъ закрываетъ глаза на очевидную для каждаго, глубокую разницу между двумя группами явленій, и спокойно, такъ сказать, валитъ въ одну кучу явленія электростатическія и явленія электрическаго тока, не дѣлая между ними никакого различія и соединяя, уже совсѣмъ не по-философски, въ одно самыя разнообразныя и по характеру не похожія другъ на друга явленія.

Получается какой-то дикій хаосъ, между тѣмъ какъ во всѣхъ учебникахъ того времени тѣ же явленія рассмотрѣны строго, послѣдовательно, какъ слѣдуетъ—раздѣльно и вполне ясно.

Неужели въ этой замѣтѣ ясности и порядка — хаосомъ и заключается философія?

Лекція, посвященная оптикѣ, вызываетъ негодованіе; лекція о явленіяхъ электрическихъ вызываетъ скорѣе чувство нѣкоторой жалости, когда видишь эту смѣсь, съ одной стороны, незнанія и неопимашія, съ другой—жалкихъ потугъ скрыть отъ читателя все, что противорѣчитъ догматамъ позитивной философіи. Но что въ данномъ случаѣ несомнѣнно все-таки играло большую роль простое незнаніе дѣла,—это явствуетъ уже изъ того, что во всей обширной лекціи нѣтъ ни слова о простой электрической индукціи, т. е. о появленіи электричества на тѣлахъ, находящихся вблизи назлектризованныхъ тѣлъ, ни слова объ этомъ основномъ, важнѣйшемъ электрическомъ явленіи! Далѣе мы не находимъ ни слова о Лейденской банкѣ и ея дѣйствіяхъ; ни слова о химическихъ, физиологическихъ и тепловыхъ дѣйствіяхъ электрическаго тока, а также ни слова о законѣ Ома и о тѣхъ величинахъ, о которыхъ говорится въ этомъ законѣ. Какъ видно изъ одного мѣста этой лекціи, Контъ зналъ о великомъ открытіи индуктированныхъ *токовъ*, отъ которыхъ пошла новая эра въ исторіи культурнаго развитія человечества. Но столь же ясно, что Контъ совершенно не понималъ, или не хотѣлъ понять, въ чемъ заключается сущность этого открытія.

Примѣч. 130 (къ стр. 119). Физика представляетъ образецъ, которымъ съ усиліемъ до сегодняшняго дня пользуются не только науки, слѣдующія по Конту за физикою, но и астрономія, которую Контъ ставитъ раньше.

Примѣч. 131 (къ стр. 120). Это совершенно не вѣрно, и скорѣе можно утверждать какъ разъ обратное. Ни одна часть физики не пользовалась такъ обширно математическимъ анализомъ уже во времена Конта, какъ именно ученіе объ электричествѣ. Классическія работы Гаусса, Грина (Green), Пуассона (Poisson) и другихъ, относящіяся къ теоріи потенциала, къ распредѣленію электричества, къ магнитной индукціи и т. д., доказываютъ несостоятельность этого утвержденія Конта. Ироніею судьбы представляется при этомъ то обстоятельство, что указанные работы во многомъ аналогичны тѣмъ работамъ Фурье по теплопроводности, которыя ставятся такъ высоко самимъ Контотъ; а именно: онѣ также совершенно не зависятъ отъ теоріи электричества, т. е. отъ спеціального взгляда на внутреннюю сущность электрическихъ явленій. Контъ этого не зналъ или не замѣтилъ. Послѣ Конта математическая электрологія развилась болѣе, чѣмъ какой либо теоретическій отдѣлъ физики, ибо въ настоящее время она, по степени своей сложности, можетъ быть сравнена съ небольшою механикою.

Примѣч. 132 (къ стр. 120). Эти, по мнѣнію Конта, бесплодныя работы принесли, однакоже, обильные плоды; онѣ сдѣлались фундаментомъ грандіозной современной теоретической электрологіи.

Примѣч. 133 (къ стр. 121). Хаосъ и путаница вмѣсто давно установленнаго порядка и ясности; умалчиваніе о самыхъ важныхъ сторонахъ вопроса! Неужели это и есть характеристика философской точки зрѣнія?

Примѣч. 134 (къ стр. 121). Можно допустить, что ученые специалисты во многихъ случаяхъ плохіе философы; но слѣдуетъ помнить, что философское отношеніе къ научнымъ вопросамъ во всякомъ случаѣ требуетъ научныхъ познаній. Гдѣ нѣтъ знаній и правильного пониманія, тамъ самая попытка философской обработки научныхъ вопросовъ является беспочвенною, а потому и бесполезною затѣю, цѣна которой нуль. Доказательствомъ и примѣромъ можетъ служить Контъ, который только и сдѣлалъ, что внесъ смуту въ мысли тѣхъ, которые сами не стояли на почвѣ науки, между тѣмъ какъ сама наука величественно и спокойно шла впередъ, развиваясь и углубляясь и не обращая ровно никакого вниманія на ученіе того, кто хотѣлъ измѣнить направленіе ея пути, не познакомившись съ ея содержаніемъ, характеромъ и цѣлью. Истинную

философію науки постепенно создаютъ и развиваютъ великіе ея представители, и никогда ни одинъ камень не будетъ положенъ къ созиданію философіи науки лицами, которыя чужды именно этой наукѣ.

Примѣч. 135 (къ стр. 122). Итакъ Контъ раздѣляетъ электрологію на слѣдующія 4 части: возникновеніе электрическаго состоянія, распределеніе, законы движенія, вызываемаго электрическими силами, и электро-магнетизмъ. Трудно себѣ представить менѣе разумное, менѣе философски обоснованное раздѣленіе того матеріала, который уже былъ извѣстенъ въ 1835 году. И гдѣ же здѣсь видно то безусловно необходимое раздѣленіе электрическихъ явленій на двѣ группы, о чемъ уже было сказано въ примѣч. 129? И куда же помѣстить при такомъ распределеніи такіа дѣйствія электрическаго тока, какъ дѣйствія химическое, тепловое, физиологическое и т. д., которыя въ 1835 г. были давно извѣстны, и разсматривались во всѣхъ учебникахъ, которыя такъ характерны, и о которыхъ умалчиваетъ Контъ?

Примѣч. 136 (къ стр. 122). Въ этомъ перечнѣ источниковъ электризаціи пропущено наиболѣе замѣчательное, а именно: электризація черезъ вліяніе, т. е. накопленіе электричества на тѣлахъ, находящихся вблизи другихъ тѣлъ, которыя уже назлектризованы. Объ этомъ подробно и ясно говорится въ учебникѣ Lamé на стр. 19, а въ учебникѣ Pouillet на стр. 143.

Примѣч. 137 (къ стр. 122). Того порядка, который указываетъ Контъ, вообще никогда не было; что же касается до позднѣйшихъ работъ, то достаточно сказать, что онѣ привели къ тому, что свѣтковыя явленія нынѣ понимаются, какъ частные случаи явленій электрическихъ, т. е., что оптика стала отдѣломъ электрологіи.

Примѣч. 138 (къ стр. 123). И здѣсь та же столь характерная для Конта путаница, то же самое не философское сопоставленіе явленій, ничего общаго между собою не имѣющихъ. Въ турмалинѣ мы имѣемъ дѣло съ явленіями статическими, которые, однако, поставлены рядомъ съ явленіями термоэлектрическими и съ явленіями тока, получаемого при помощи химическихъ взаимодействій веществъ.

Примѣч. 139 (къ стр. 123). Въ настоящее время извѣстно, что испареніе само по себѣ не можетъ служить источникомъ электричества.

Примѣч. 140 (къ стр. 123). Это мѣсто совершенно не понятно. Какой же это случай „простого движенія“, котораго достаточно для возбужденія электрическаго состоянія.

Примѣч. 141 (къ стр. 123). Здѣсь идетъ рѣчь о явленіяхъ, такъ называемаго магнетизма вращенія, которое открылъ Араго. Они объясняются индукционными токами, открытыми Фарадеемъ до 1835 года. Мы увидимъ ниже, что Контъ зналъ объ этомъ открытіи.

Примѣч. 142 (къ стр. 124). Весьма замѣчательное, характерное мѣсто! Въ сущности Контъ здѣсь протестуетъ противъ такого тщательнаго изученія явленій, которое могло бы опровергнуть ложное представленіе, лежащее въ основѣ его непригодной для физики философіи.

Примѣч. 143 (къ стр. 124). Эти слова примѣнны только къ электро-статическимъ зарядамъ; но совершенно иное замѣчается въ отношеніи явленія тока, который самъ собою мгновенно исчезаетъ, если прекратить то непрерывное возбужденіе, котораго онъ требуетъ. Но Контъ закрываетъ глаза на всѣ явленія тока—и это въ 1835 г., когда уже былъ изобрѣтенъ электромагнитный телеграфъ.

Примѣч. 144 (къ стр. 124). О тождественности не можетъ быть и рѣчи; назлектризованное тѣло, отдѣльно взятое, весьма мало напоминаетъ собою магнитъ, и современная наука считаетъ явленія электрическія и магнитныя за явленія, различныя по существу. Даже электрическіе токи и магниты, сами по себѣ, не тождественны.

Примѣч. 145 (къ стр. 124). Общая путаница, которая царствуетъ въ этой лекціи, не даетъ возможности ясно указать на то, что слѣдуетъ понимать подъ словами „передать электрическое вліяніе“ (transmettre réellement l'influence électrique). Къ индукціи эти слова относятся не могутъ, такъ какъ Контъ вообще нигдѣ не упоминаетъ объ этомъ явленіи. Повидимому, Контъ имѣлъ здѣсь въ виду простую проводимость (электропроводимость) вещества. Но къ чему въ такомъ случаѣ столь странное сочетаніе словъ.

Примѣч. 146 (къ стр. 124). Въ настоящее время доказано, что изоляторы покрываются тонкимъ слоемъ влаги, которая и проводитъ электричество.

Примѣч. 147 (къ стр. 126). Итакъ, по мнѣнію Конта, конденсаторъ есть особаго рода электроскопъ! Въ дѣйствительности конденсаторъ это особаго

рода приборъ, видоизмѣненіе котораго представляетъ Лейденская банка. Существуютъ электроскопы съ прицѣпленными къ нимъ конденсаторами, которые имѣютъ свои опредѣленные цѣли.

Примѣч. 148 (къ стр. 126). Въ этомъ мѣстѣ дикая путаница достигаетъ своего апогея! Кажется, не возможно идти еще дальше въ смѣшиваніи самыхъ разнообразныхъ, и въ то же время по существу простыхъ, можно сказать, элементарныхъ понятій. Мультипликаторъ, составляющей главную часть прибора, который уже въ 1835 году назывался гальванометромъ, Контъ причисляетъ къ электрометрамъ, рассматриваетъ его, какъ усовершенствованіе крутильныхъ вѣсовъ Кулона, въ которыхъ мы имѣемъ дѣло съ взаимнымъ отталкиваніемъ наэлектризованныхъ тѣлъ, между тѣмъ какъ примѣненіе мультипликатора основано на дѣйствіи гальваническаго тока на магнитную стрѣлку! Стоитъ только заглянуть въ учебники того времени, чтобы убѣдиться, что въ 1835 году такое смѣшеніе понятій было немислимо для всякаго, кто обладалъ хотя бы элементарными познаніями по физикѣ.

Это мѣсто можно смѣло поставить рядомъ съ тѣмъ, которое было разсмотрѣно въ примѣчаніи 125.

Примѣч. 149 (къ стр. 126). Эти слова (*l'action naturelle d'un conducteur métallique sur une aiguille aimantée*) совершенно не понятны. О явленіи тока Контъ нигдѣ не говоритъ, а дѣйствіе проводники, по которой течетъ токъ, онъ вдругъ называетъ естественнымъ!

Примѣч. 150 (къ стр. 126). Здѣсь особенно рѣзко выступаетъ все то, что было указано въ примѣчаніи 148.

Примѣч. 151 (къ стр. 127). Этими „безполезными“ выкладками Амперъ положилъ твердый фундаментъ для той части электродинамики, которая затѣмъ была приведена въ почти законченный видъ послѣдователями этого великаго ученаго.

Вычисленіе, основанное на формулахъ, данныхъ, Амперомъ, Ф. Нейманомъ и другими, приводитъ къ результатамъ, столь же математически точнымъ, какъ и вычисления въ астрономіи.

Примѣч. 152 (къ стр. 128). Неужели Контъ ничего не зналъ о работахъ Гаусса, Грина и въ особенности Поассона?

Примѣч. 153 (къ стр. 128). Здѣсь съ особенною ясностью видно, что Контъ считалъ замѣнутые проводники съ токомъ просто за тѣла наэлектризованныя. И здѣсь съ особенною ясностью выступаетъ стремленіе не допускать дѣленія явленій на двѣ группы, если такое дѣленіе противорѣчитъ основному положенію его философіи.

Примѣч. 154 (къ стр. 129). Я твердо увѣренъ, что нынѣ уже немногія десятилѣтія отдѣляютъ насъ отъ того времени, когда истинные философы начинаютъ открещиваться отъ такого рода „философскаго изслѣдованія“.

Примѣч. 155 (къ стр. 129). Даже это простое явленіе описано здѣсь совершенно не вѣрно. Никогда не бываетъ, чтобы проводники сперва стремились стать параллельно, а затѣмъ отталкивались другъ отъ друга. Онѣ всегда стремятся повернуться такъ, чтобы, ставши параллельно, онѣ притягивались, т. е., чтобы токи имѣли въ нихъ одно и то же направленіе.

Примѣч. 156 (къ стр. 129). Весьма удивительно, что Контъ здѣсь совершенно спокойно говоритъ о той формулѣ Ампера, которая относится къ „взаимодѣйствію“ бесконечно малыхъ элементовъ двухъ токовъ. Вотъ здѣсь мы дѣйствительно имѣемъ дѣло съ тою чистѣйшею метафизикою, противъ которой Контъ справедливо ополчился, и отъ которой освободилась современная наука.

Примѣч. 157 (къ стр. 129). И здѣсь все не вѣрно и перепутано! Во-первыхъ, два элемента, т. е. двѣ весьма коротенькія линіи, вообще составляютъ не одинъ, но два угла съ прямою, соединяющею ихъ середины. Но такъ какъ Контъ говоритъ объ одномъ углѣ, то приходится допустить, что онъ почему то рассматриваетъ тотъ частный случай, когда оба элемента тока между собою параллельны. Но въ такомъ случаѣ совершенно не вѣрно все то, что говорится дальше. Сила, напр., вовсе не равна нулю, когда этотъ уголъ равенъ нулю, т. е. когда одинъ элементъ находится на продолженіи другого.

Примѣч. 158 (къ стр. 130). Контъ, очевидно, не разобралъ довольно сложной формулы Ампера, изъ которой вовсе не вытекаетъ, чтобы рассматриваемое взаимодѣйствіе было пропорціонально косинусу угла между обѣими плоскостями.

Примѣч. 159 (къ стр. 130). Никакой особой осторожности не требуется; если законъ дѣйствія силъ извѣстенъ, то приемы отвлеченной динамики могутъ быть приложены безъ всякихъ особыхъ предосторожностей.

Примѣч. 160 (къ стр. 132). И это мѣсто достойно особаго вниманія. Контъ пользуется терминомъ „вольтанческій проводникъ“, не давъ ему никакого

объясненія; въ дѣйствительности подъ этимъ терминомъ слѣдуетъ подразумѣвать проводникъ, черезъ который течетъ электрической токъ.

Но желая скрыть существованіе этого, совершенно особаго, рода явленій, Контъ утверждаетъ, будто желѣзо намагничивается также подъ вліяніемъ проволоки, просто наэлектризованной обыкновеннымъ способомъ.

Неужели Контъ могъ въ 1835 г. думать, что это дѣйствительно такъ?

Примѣч. 161 (къ стр. 132). Это важное мѣсто показываетъ, что Контъ знаетъ объ одномъ изъ величайшихъ открытій всѣхъ временъ, поразившемъ удивленный міръ, и сдѣлавшемся тѣмъ сѣменемъ, изъ котораго выросло грандіозное древо современной электротехники и современной электрологіи.

Но Контъ не потрудился выкинуть въ сущность этого великаго открытій, или онъ не желалъ о немъ сообщить своимъ читателямъ. Онъ обратилъ вниманіе только на ничтожное, второстепенное явленіе—на искру, которая замѣчается при нѣкоторыхъ изъ сюда относящихся опытахъ. Ясно, что еслибы онъ обмолвился хотя бы однимъ словомъ, въ которомъ содержался бы намекъ на описаніе тѣхъ явленій, которыя открылъ Фарадей, то рухнуло бы все, что онъ изложилъ въ этой лекціи.

Примѣч. 162 (къ стр. 133). Предположеніе Ампера не удержалось въ наукѣ, и непонятно, что Контъ въ немъ нашелъ особенно философскаго. Такого рода предположеній существуетъ въ наукѣ безчисленное множество.

Примѣч. 163 (къ стр. 134). Гдѣ тутъ слѣды философіи? Я утверждаю, что трудно идти дальше въ анти-философскомъ отношеніи къ наукѣ, чѣмъ это сдѣлалъ Контъ въ этой лекціи.

Примѣч. 164 (къ стр. 136). Легко убѣдиться, что электрологія развилась послѣ Конта по направленію, противоположному тому, которое указываетъ позитивная философія.

Самымъ важнымъ представляется здѣсь возникновеніе и окончательное упроченіе новаго ученія объ электрическихъ и магнитныхъ явленіяхъ, замѣнившего старое метафизическое ученіе о специфическихъ магнитныхъ и электрическихъ флюидахъ. Творцами новаго ученія были Фарадей, Максвеллъ и Герцъ. Фарадей первый понялъ, что непосредственное дѣйствіе въ даль, *actio in distans*, есть безсмыслица, и что слова „притяженіе“ и „отталкиваніе“ въ томъ смыслѣ, какъ они понимались, должны быть исключены изъ лексикона словъ, употребляемыхъ физикою, какъ того требовалъ и Контъ. Причину электрическихъ явленій Фарадей искалъ не на поверхности наэлектризованныхъ тѣлъ, но въ томъ пространствѣ, которое окружаетъ эти тѣла. Въ этомъ пространствѣ, точнѣе въ эфирѣ, его наполняющемъ, происходятъ перемѣщенія и движенія, которыя и обнаруживаются для насъ въ формѣ магнитныхъ и электрическихъ явленій. Современники Фарадея его не поняли. Максвеллъ расширилъ и безконечно углубилъ ученіе Фарадея, основавъ и развивъ его въ формѣ математической теоріи. Но онъ этимъ не ограничился; онъ пошелъ гораздо дальше, показавъ, что новая теорія даетъ возможность связать въ одно цѣлое оптику съ ученіемъ объ электричествѣ и магнетизмѣ, что свѣтотворныя и электрическія явленія представляютъ лишь различныя формы, въ которыхъ проявляется для насъ одно и то же начало.

Сущность новаго ученія очень проста. Въ эфирѣ, наполняющемъ вселенную, возможны, какъ и въ обыкновенной матеріи, разнообразныя деформаціи въ родѣ тѣхъ натяженій, сгущеній, сгнбаній и т. д., которыя мы наблюдаемъ на тѣлахъ твердыхъ; кромѣ того, возможны разнообразныя движенія или пертурбаціи. Совокупность этихъ деформацій и пертурбацій и исчерпывается вся необъятная область свѣтовыхъ, магнитныхъ и электрическихъ явленій. Статя о свѣтѣ дѣлается отдѣломъ ученія объ электричествѣ, или, выражаясь иначе, свѣтъ есть явленіе электромагнитное. Ученіе Фарадей-Максвелла не только объяснило множество фактовъ и явленій, не только объединило въ одно чудное, стройное цѣлое обширнѣйшія области, на видъ, совершенно разнохарактерныхъ явленій, но и сумѣла предсказать новые законы, новыя явленія, самая возможность которыхъ, выражаясь вульгарно, раньше никому не могла присниться. Эта теорія предсказала, что численное отношеніе нѣкоторыхъ двухъ чисто электромагнитныхъ величинъ должно равняться скорости свѣта, и что нѣкоторая другая величина, выражающая чисто электрическое свойство даннаго вещества, должна равняться квадрату показателя преломленія свѣтовыхъ лучей (большой длины волны) для того же самаго вещества. Торжество новаго ученія настало въ 1887 году, когда безвременно погибшій, но навѣки безсмертный великій Герцъ открылъ свои лучи, которые, возникая на почвѣ чисто электрическихъ явленій, обладаютъ всѣми свойствами лучей свѣтовыхъ, отражаясь, преломляясь, интерферируя и т. д. и распространяясь съ тою же скоростью, какъ и лучи свѣтовые.

Понятно, какъ позитивная философія должна отнестись къ ученію объ эфирѣ, нынѣ обнимающему явленія свѣта, магнетизма и электричества.

Но здѣсь невольно зарождается такой вопросъ:

Когда-то въ физикѣ допускались два электрическихъ флюида, два магнитныхъ, одинъ тепловой, и, кромѣ того, свѣтовой, нынѣ электрооптической эфиръ. Мы согласны съ Контотъ, осуждающимъ метафизическіе флюиды, а они нынѣ изгнаны изъ физики, въ которой остался одинъ эфиръ. Спрашивается, не правъ ли Контъ, изгоняя и этотъ эфиръ? Не представляетъ ли этотъ эфиръ также метафизическій элементъ, пока еще удѣлѣвшій; не раздѣлить ли и онъ участь пяти флюидовъ, и не слѣдуетъ ли стремиться къ упраздненію этого остатка старыхъ заблужденій? На этотъ вопросъ мы отвѣчаемъ: нѣтъ, и тысячу разъ нѣтъ! Тѣ флюиды ничего не объясняли и ничего не предсказывали, ибо имъ спозна и а ргіогі приписывались всѣ тѣ свойства, которыя требовалось объяснить; ими не объяснялись ими только описывались явленія.

Соберемъ же нынѣ все то, что опирается на ученіе объ эфирѣ; объясненія и предсказыванія самыхъ сложныхъ свѣтовыхъ явленій; открытіе новыхъ неожиданныхъ явленій, въ родѣ упомянутой нами конической рефракціи; методъ изученія движенія небесныхъ свѣтилъ; предсказанная удивительныя связи между электричествомъ и свѣтомъ; явленія лучей Герца и ихъ свойства. Все это, вмѣстѣ взятое, составляетъ нынѣ море, которое не менѣе обширно, но несравненно глубже и въ своихъ пучинахъ несравненно разнообразнѣе, чѣмъ море фактовъ, подтверждающихъ систему Коперника и законъ всемірнаго тяготѣнія, на которыхъ основана астрономія Конта. Существованіе эфира нынѣ не менѣе достовѣрно, чѣмъ вращеніе земли около оси и вокругъ солнца.

Позитивная философія, запрещающая исканіе причинъ, устранила бы ученіе объ эфирѣ; и она не построила бы того чуднаго зданія, которое называется кинетическою теоріею газовъ.

Выводъ изъ всего сказаннаго простой: физика не пла, не должна итти и не пойдетъ по пути, указанному Контотъ. Все великое, что было создано ея мастерами, все то, что, исходя изъ физики, сдѣлалось могущественнымъ рычагомъ, двинувшимъ культуру, что обогатило человечество неопѣнными орудіями борьбы за существованіе и средствами прогресса, и чѣмъ по справедливости гордится человечество,—все это достигнуто путями, прямо противоположными тому пути, по которому совѣтуетъ итти позитивная философія. И если Контъ говоритъ, что гипотезы никогда не должны касаться способа возникновенія явленій, то ему отвѣчаетъ физика, что только именно этого рода гипотезы ведутъ къ познанію истины, что только, благодаря имъ, физика заняла то высокое положеніе надъ всѣми науками о природѣ, заставляющее обращаться за ея совѣтами астрономію и химію, технику и медицину, біологическія науки и экспериментальную психологію.

*О. Д. Хвольсонъ.*

КОНЕЦЪ ВТОРОГО ТОМА.

**П. Лохтинъ. Состояніе сельскаго хозяйства въ Россіи сравнительно съ другими странами. Итоги къ XX-му вѣку. Спб. 1901. Цѣна 2 руб.**

Косность, въ которой издавна продолжаетъ пребывать русское земледѣліе, способна поставить втупикъ каждаго мыслящаго человѣка. Упорная неподвижность нашей сельско-хозяйственной техники, выступающая особенно явственно при сравненіи состоянія нашей земледѣльческой промышленности съ состояніемъ ея въ другихъ странахъ, кажется по истинѣ загадкою. Поэтому, хотя надъ разгадкою причинъ этой косности уже трудилось много педюжанныхъ умовъ и коллективныхъ силъ, отрицать необходимость новыхъ изслѣдованій въ этомъ направленіи едва ли возможно.

Вопросъ о причинахъ настоящаго регрессивнаго состоянія нашего сельскаго хозяйства по предѣлу остается темнымъ, какъ справедливо опредѣляетъ его авторъ въ предисловіи къ своему обстоятельному труду предпринятому имъ для выясненія сущности дѣла при помощи сопоставленія всѣхъ сторонъ и всѣхъ точныхъ цифровыхъ данныхъ русскаго хозяйства съ соответственными сторонами и данными иностранной сельской промышленности.

Съ цѣлью разъясненія этого труднаго вопроса, авторъ книги, представляя обзоръ разнороднаго хозяйства различныхъ странъ, прибѣгаетъ къ сравненію какъ конечныхъ результатовъ, такъ и особенностей этихъ хозяйствъ съ существующими у насъ.

На ряду съ этимъ, сравненію подвергнуто всевозможныя вліянія и условия, въ которыхъ возникла и совершенствовалась та или иная культура въ данной странѣ, съ такими же вліяніями и условиями, существующими для русскаго земледѣлія и скотоводства. Въ точныхъ цифровыхъ данныхъ сопоставлены имъ для сравненія итоги: условій климатическихъ; количества земли, кажимъ располагаютъ земледѣльцы данной страны; высоты урожаявъ и ихъ колебаній; средняго количества хлѣба на 1 человѣка какъ для общаго, такъ и земледѣльческаго населенія; цифръ хлѣбовывозной способности страны; прогресса въ производствѣ зерна и въ скотоводствѣ и проч. Съ особенной подробностью авторъ разсматриваетъ вопросы о малоземельи и дробномъ земледѣліи; о главѣйшей изъ причинъ неурожаявъ—истощеніи земли; о высотѣ платы сельскимъ рабочимъ; о количествѣ хлѣба, кажимъ располагаетъ русскій крестьянинъ въ сравненіи съ иностранцами. Въ связи съ вопросомъ о питаніи народа авторъ попутно касается нѣкоторыхъ данныхъ для сравненія условій жизни, здоровья и смертности русскаго крестьянства съ существующими въ другихъ странахъ. Затѣмъ приведены сравнительныя данныя по скотоводству и кормовымъ средствамъ, дающія полное представленіе о прогрессивномъ или регрессивномъ ходѣ этой отрасли сельской промышленности въ каждой изъ разсматриваемыхъ имъ странъ.

Въ заключеніи труда помѣщенъ краткій историческій очеркъ путей, по которымъ шла земледѣльческая промышленность въ Россіи и прочихъ странахъ. Изъ сравненія этого постепеннаго сельско-хозяйственнаго развитія у насъ съ развитіемъ того же промысла въ иныхъ странахъ, читатель,—передъ которымъ развернута была грандіозная картина сельско-хозяйственной жизни 24 странъ съ семисотмиліоннымъ населеніемъ,—невольно долженъ придти къ убѣжденію, что если точныя цифры доказываютъ возможность развитія и прогресса земледѣлія и скотоводства въ другихъ странахъ, если, не смотря на большую часть ограниченнаго количества земли, находящіяся тамъ въ рукахъ земледѣльцевъ, послѣдніе получаютъ отъ обрабатываемой земли и достаточное количество пищи и избытки для покрытія другихъ жизненныхъ расходовъ, то и для русскаго крестьянина должна существовать возможность достиженія такой же степени обезпеченности въ удовлетвореніи своихъ потребностей, теперь удовлетворяемыхъ крайне скудно. Рациональное хозяйство въ Америкѣ возвысило сельско-хозяйственный заработокъ рабочаго почти вдесятеро противъ существующаго у насъ и, не смотря на то, производство зерна обходится тамъ дешевле, чѣмъ у насъ. А между тѣмъ конкуренція Сѣв. Америки и многихъ другихъ странъ усугубляетъ затруднительность положенія нашего земледѣлія, ставя цѣны на произведенія нашей земли въ зависимость отъ міроваго рынка.

Въ своихъ выводахъ авторъ старательно избѣгаетъ какъ личной предвзятости, такъ и всякаго подобія доктринерства, нерѣдко переходящаго у насъ въ нетерпимость, и даже терроръ. Выводы эти, какъ и весь подготовительный къ нимъ цифровой матеріалъ, очищенный отъ всего сомнительнаго и неточнаго, говорятъ въ его краспорѣчивѣе и убѣдительнѣе тѣмъ псевдонатріотическимъ, избыточнымъ фразамъ, каковыми очень часто поверхностные изслѣдователи нужды народа прикрываютъ свое равнодушіе къ экономическому обездоленію русскаго земледѣльца и къ послѣдствіямъ отъ этого обездоленія для цѣлаго государства.

Трудъ П. М. Лохтина вполне выясняетъ возможность и настоятельность въ Россіи улучшенія земледѣльческаго производства посредствомъ введенія рациональнѣе, интенсивнѣе способовъ пользованія землей, что неминуемо приведетъ и къ поднятю цѣнъ на рабочія руки. Только вступивъ на этотъ путь, мы можемъ отдѣлаться отъ страшныхъ призраковъ непрерывно растущей конкуренціи заокеанскихъ странъ и хроническихъ недородовъ.

## СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ 6 ТОМОВЪ

# Курса положительной философии, Огюста Конта.

Томъ I. Общія предварительныя свѣдѣнія.—Философія Математики.—Философія Механики.

Подъ ред. и съ введениемъ Пр-доцента Имп. Сиб. Университета С. Е. Савича.

I. Отъ Редактора перваго тома. Предисловіе автора. Цѣль этого курса, или общія соображенія о природѣ и значеніи положительной философіи. Изложене плана или общія соображенія объ іерархіи положительныхъ наукъ. II. Математика. Философскія соображенія о совокупности математическихъ наукъ. Анализъ. Общій взглядъ на математ. анализъ. Обь исчисленіи прямыхъ функцій. Обь исчисленіи косвенныхъ функцій. О варьационномъ исчисленіи. Обь исчисленіи конечныхъ разностей. Геометрія. Общій обзоръ геометріи. О геометріи древнихъ. Основныя понятія аналитической геометріи. Общая теорія кривыхъ. Общая теорія поверхностей. Механика. Философскія соображенія о *раціональной механикѣ*. Основныя принципы механики. Общій обзоръ статики. Общій обзоръ динамики. Общія теоремы раціональной механики.

Томъ II. 1) Философія Астрономіи.—2) Философія Физики.

1) Подъ ред. Профессора С. П. Глазенапа. 2) Подъ ред. Профессора О. Д. Хвольсона.

I. *Астрономія*. Философскія соображенія объ астрономіи вообще. Общія соображенія о геометрической астрономіи. Общее изложене методовъ наблюденія. Теорія элементарныхъ геометрическихъ явленій небесныхъ тѣлъ. Теорія движенія земли. Законы Кеплера. Общія соображенія о механической астрономіи. О законѣ всеобщаго тяготѣнія. Философская оцѣнка этого закона. Объясненія небесныхъ явленій съ помощью этого закона. Общія соображенія о положительной космогоніи.

II. *Физика*. Философскія разсужденія о физикѣ вообще. Общія разсужденія о барології, физической и математ. термологіи, акустикѣ, оптикѣ и электрологіи. Примѣчанія проф. О. Д. Хвольсона.

Томъ III. 1) Философія Химіи. 2) Философія Биології.

1) Перев. В. А. Сапожникова, подъ ред. Проф. Д. И. Менделѣева. 2) Въ переводѣ Проф. Имп. Московск. Университета К. А. Тимирязева.

I. *Химія*. Философскія соображенія о химіи вообще, о химіи неорганической, о химіи органической. Общій обзоръ неорганической химіи. Законъ определенныхъ отношеній. Электрохимическая теорія.

II. *Биологія*. Философскія соображенія о физиології вообще. Общія соображенія о: строеніи и составѣ живыхъ тѣлъ,—классификаціи живыхъ тѣлъ,—растительной физиології,—животной физиології,—интеллектуальной и аффективной физиології. Разборъ древнихъ теорій. Изложене положительныхъ теорій.

Томъ IV, V, VI, Соціальная физика или социологія (3 тома).

T. IV подъ ред. Проф. А. С. Лаппо-Данилевскаго,—т. V и VI подъ ред. Прив.-доц. И. М. Гревса и Н. О. Лоссаго, съ прилож. статьи Проф. Н. И. Карѣева.

I. Введеніе. Общія соображенія о необходимости и своевременности социальной физики. Разборъ главныхъ попытокъ обоснованія ея. II. Методъ. Особенности положительнаго метода въ приложеніи его къ изученію социальныхъ явленій. Отношеніе социальной физики къ другимъ отраслямъ естественной философіи. III. Наука. Соображенія объ общемъ строеніи человѣческихъ обществъ. Основной естественный законъ развитія челоѣчества, разсматриваемаго въ совокупности. Исторія цивилизаціи. Эпоха теологическая, феицизмъ, политизмъ, моготензмъ. Эпоха метафизическая. Эпоха положительная. IV. Общій обзоръ и заключеніе. Обзоръ положительнаго метода. Обзоръ положительной доктрины. Будущее положительной философіи.

**ПОДПИСН. ЦѢНА** за всѣ 6 томовъ 12 р., по почтѣ 15 р. *Допускается разсрочка:* при I т. 4 р. при II по V по 2 р., VI т. выдается бесплатно. Иногородніе (въ университет. городоѣ) доплачиваютъ 6 разъ по 50 к. за пересылку по почтѣ. Для учащихся въ университет. гор. особая льгота. Подписку принимаютъ на тѣхъ же услов. книгопродавцы во всѣхъ унив. гор.

*и въ главныхъ складахъ изданій при книжныхъ магазинахъ:*

Т-ва „ПОСРЕДНИКЪ“  
В. О., 8 л., д. 9. С.-Петербургъ.

||| И. И. ИВАНОВА.  
Лит. пр., уголъ Невскаго, д. 64—78. Сиб.