

О законѣ сохраненія энергіи.

A caeca necessitate metaphysicā, quae utique eadem est semper et ubique, nulla oritur rerum variatio.

Newton.

Законъ сохраненія энергіи есть величайшій законъ физики, тотъ законъ; который обнимаетъ всѣ явленія, изучаемыя этою наукою, и даетъ ей такимъ образомъ строгое единство. Можно сказать, что физика есть наука о различныхъ видахъ энергіи и о превращеніяхъ одного изъ нихъ въ другой. Законъ этотъ открытъ недавно, сорокъ или пятьдесятъ лѣтъ тому назадъ, и многие (наприм. Гельмгольцъ) признаютъ его величайшимъ успѣхомъ, какой только совершили естественныя науки въ нашъ вѣкъ.

Вотъ удобный случай для того, чтобы предложить себѣ и разобрать вопросы, относящіеся къ самой сущности этого рода научныхъ изслѣдованій. Во первыхъ, какъ совершилось открытіе? То-есть, какой методъ привелъ ученыхъ къ познанію новой истины? Во вторыхъ, что содержится въ этой истинѣ? То-есть, какую связь между явленіями эта истинна указываетъ и опредѣляетъ? Наконецъ, что вносить новый законъ въ наше познаніе природы? То-есть, приближаетъ-ли онъ насъ къ тому пониманію природы, котораго мы болѣе или менѣе сознательно ищемъ? Всякій другой физиче-

скій законъ, всякое другое физическое познаніе могутъ дать поводъ къ подобнымъ вопросамъ; но законъ сохраненія энергіи въ этомъ отношеніи всего удобнѣе и интереснѣе, потому что въ немъ какъ-бы сосредоточена вся наука физики; тутъ вполне обнаруживается ея методъ, внутренній смыслъ и существенный захватъ.

I.

Замѣтимъ прежде всего, что законъ сохраненія энергіи былъ найденъ безъ помощи какихъ-нибудь вновь открытыхъ фактовъ. Тѣ ученые, которые производятъ все наше познаніе изъ опыта, часто говорятъ, что только одно накопление опытовъ и наблюденій расширяетъ наши познанія; а тутъ произошло огромное расширеніе физическихъ познаній безъ появленія хотя-бы единого новаго наблюденія или опыта. Въ первый разъ законъ былъ установленъ *Юлемъ Робертомъ Майеромъ* въ маленькой статьѣ, подъ заглавіемъ: *Замѣчанія о силахъ мертвой природы*, появившейся въ маѣ 1842 года въ *Анналахъ Химіи* Либиха. Майеръ служилъ лѣкаремъ въ Гейльброннѣ и не имѣлъ никакихъ возможностей дѣлать сложные опыты. Въ своей статьѣ онъ приводитъ какъ новый фактъ только то, что, когда онъ *сильно болталъ* какой-то сосудъ съ водою, то оказалось наконецъ повышеніе температуры воды на одинъ градусъ. Статья Майера, написанная смутно и слишкомъ кратко, не обратила на себя никакого вниманія. Въ 1845 году онъ отдѣльно издалъ въ Гейльброннѣ статью: *Органическое движеніе въ связи съ обмѣномъ вещества*, гдѣ яснѣе и подробнѣе излагаетъ свою мысль. По его словамъ, ему „удалось связать между собою безчисленныя явленія природы и вывести изъ нихъ нѣкоторый высшій основной законъ“ *). Однако-же, и тутъ нѣтъ никакихъ новыхъ опытныхъ изысканій. Вторая статья Майера также не возбудила вниманія ученыхъ, и черезъ два года Гельмгольцъ, ничего не знавшій объ трудахъ Майера, издалъ въ Берлинѣ свою небольшую

* J. R. Mayer, *Mechanik der Wärme*. Stuttg. 1867, стр. 16. (Это—собраніе его статей).

брошюру (*О сохраненіи силы*), въ которой самостоятельно установилъ тотъ-же самый законъ. Тутъ новый законъ былъ выраженъ въ точной и ясной научной формѣ, и показано его распространеніе на всю область физики. Но также, какъ и у Майера, нѣтъ и рѣчи о новыхъ фактахъ. Гельмгольцъ писалъ это свое разсужденіе въ Потсдамѣ, гдѣ служилъ тогда военнымъ лѣкаремъ, и не только не дѣлалъ ради его какихъ-нибудь опытовъ, но долженъ былъ при справкахъ довольствоваться тамошнею гимназическою бібліотекою*).

Такъ совершилось открытіе этого закона. Его открыли два молодыхъ лѣкаря вдали отъ всякихъ ученыхъ пособій. Статьи, на которыя мы указали, составляютъ его дѣйствительное полное установленіе, и ихъ нельзя ставить на ряду съ тѣми чаяніями или предвзятіями новаго общаго закона, которыя появлялись ранѣе, или въ то-же время, у нѣкоторыхъ другихъ ученыхъ. Въ особенности статья двадцатипятилѣтняго Гельмгольца есть дѣло вполне рѣшительное. Можно сказать, что это полная программа новой физики; физика имѣетъ теперь тотъ видъ, который далъ ей Гельмгольцъ этою программой, подобно тому, какъ химія получила свой теперешній видъ въ силу періодической системы элементовъ нашего Менделѣева.

Какъ-бы нарочно для того, чтобы вполне уяснить дѣло этого открытія, случилось, что въ то-же самое время были сдѣланы новые и очень хорошіе опыты, доказывавшіе, что физическія явленія, въ нѣкоторыхъ важныхъ, но еще неизслѣдованныхъ случаяхъ, происходятъ вполне согласно съ тѣмъ, что въ послѣдствіи стало называться закономъ сохраненія энергии. Опыты эти дѣлалъ англичанинъ Джемсъ Прескоттъ Джоуль, двадцатипятилѣтній молодой человекъ, получившій домашнее воспитаніе и по профессіи пивоваръ (близь Манчестера). Какъ человекъ со средствами, онъ заказывалъ себѣ новые приборы и достигалъ очень точныхъ результатовъ.

Вслѣдствіе этого, потомъ, когда обнаружилась вся важ-

*) Ostwald's Klassiker. H. Helmholtz, Ueber die Erhaltung der Kraft, стр. 59.

ность новой истины, многие, особенно англичане (Тэтъ), стали утверждать, что открытіе ея принадлежитъ собственно Джоулю, а не Майеру и Гельмгольцу. Произошелъ горячій и долгій споръ, въ которомъ приверженцы Джоуля, такъ сказать, стояли за эмпиризмъ, именно ни за что не хотѣли допустить, чтобы можно было открывать новые законы природы какъ будто аргюи, не сдѣлавъ ни единого опыта; напротивъ, сторонники Майера не только этимъ не смущались, но иногда признавали новый законъ даже прямо за апріорный и находили основаніе его въ нѣкоторыхъ общихъ метафизическихъ положеніяхъ, которыя отчасти указывалъ и самъ Майеръ. Этотъ вопросъ, о первенствѣ открытія допускаетъ, однако, очень простое и твердое рѣшеніе. Очевидно, открывшимъ нужно считать того, кто первый провозгласилъ законъ, и притомъ сдѣлавъ это на достаточномъ основаніи. Джоуль изслѣдовалъ частные случаи, но вовсе не видѣлъ, что его опыты составляютъ подтвержденіе нѣкотораго общаго положенія, простирающагося на всѣ физическія явленія*). Майеръ, хотя и не зналъ новыхъ фактовъ Джоуля, прямо сказалъ, однако, что нашелъ „высшій основной законъ“ физическаго міра и указалъ при этомъ на тѣ основанія, на которыхъ онъ дѣйствительно опирается. Поэтому Тиндаль, Гельмгольцъ, а за ними и большинство ученыхъ справедливо признали Майера истиннымъ установителемъ закона.

II.

Сохраненіе энергии было установлено безъ всякой помощи новыхъ фактовъ, но, конечно, установители принимали въ соображеніе *старые* факты. Тутъ былъ только сдѣланъ новый выводъ изъ тѣхъ основаній, которыя были прежде извѣстны. Общій видъ того, какъ происходило дѣло, изображенъ у Гельмгольца слѣдующимъ образомъ: „прогрессъ естествен-

*) Самъ Джоуль такъ рассказываетъ о своихъ трудахъ: „такъ какъ я думалъ, что опредѣленіе механическаго эквивалента теплоты дастъ намъ *средство объяснить разныя интересныя явленія*, то я началъ весною 1844 рядъ опытовъ“ и пр. (Писано въ 1851 году. См. J. P. Joule, Das mechanische Wärme-equivalen. Gesammelte Abhandl. Braunsch. 1872, стр. 121).

ныхъ наукъ зависить отъ того, что изъ наличныхъ фактовъ дѣлаются все новыя и новыя наведенія, и что потомъ слѣдствія этихъ наведеній, когда эти слѣдствія указываютъ на новые факты, сравниваются съ дѣйствительностію посредствомъ эксперимента“. „Но слава открытія [принадлежитъ тому, кто нашелъ новую идею; экспериментальная повѣрка составляетъ потомъ трудъ, имѣющій болѣе механической характеръ. Да и нельзя безусловно утверждать, что нашедшій идею обязанъ выполнить и вторую часть всего дѣла“ *).

Эти слова, цѣль которыхъ состоитъ въ сравненіи заслугъ Майера и Джоуля, были написаны въ 1868 году, слѣдовательно больше двадцати лѣтъ послѣ статьи *О сохраненіи силы*. Гельмгольцъ въ это время все больше и больше уклонялся въ сторону эмпиризма**),—уклоненіе, кажется, продолжающееся, и даже усиливающееся, до сихъ поръ. Поэтому, и въ приведенныхъ словахъ онъ, согласно съ теоріею эмпиризма, говоритъ, что новый законъ былъ *наведеніемъ* изъ наличныхъ, существовавшихъ (*vorhandenen*) фактовъ. Нѣсколько загадочное выраженіе, что наличные факты могутъ быть источникомъ какъ-будто неопредѣленнаго числа новыхъ (*immer neue*) наведеній. Но истинный видъ дѣла уясняется намъ, если обратимъ вниманіе на то, что для каждаго такого наведенія нужно сперва *найти новую идею*. Какъ совершается это нахождение, Гельмгольцъ не говоритъ; онъ только замѣчаетъ, что въ немъ содержится вся слава и сила открытія, такъ что подведеніе старыхъ фактовъ подъ идею и повѣрка ея новыми опытами, очевидно, имѣетъ уже низшее значеніе, составляетъ подвигъ *болѣе механической*, чѣмъ чисто умственный.

Если такъ, то въ чемъ-же состояла въ настоящемъ случаѣ новая идея? И какъ она могла возникнуть безъ помощи какого-бы то ни было новаго факта? Гельмгольцъ, можно сказать, говоритъ здѣсь по собственному опыту, ибо вѣдь онъ дѣйствительно самъ открылъ законъ сохраненія энергіи. Ес-

*) Тамъ-же, стр. 56.

**) Въ 1868 году онъ уже изложилъ теорію не-евклидоваго пространства.

ли мы, поэтому, обратимся къ статьѣ *О сохраненіи силы*, то и получимъ отвѣтъ на наши вопросы.

Оказывается, что дѣло гораздо проще и яснѣе, чѣмъ можно было-бы предполагать. Идея, которая утверждается Гельмгольдомъ и распространяется имъ на всю физику, есть ничто иное, какъ одна изъ теоремъ теоретической механики, такъ называемое *начало живыхъ силъ*. Теорема эта была извѣстна давно; она найдена въ первый разъ Гюйгенсомъ, еще до появленія книги Ньютона, и утверждаетъ то самое, что мы теперь называемъ сохраненіемъ энергіи. Если-же такъ, то совершенно понятно, почему изслѣдованіе Гельмгольца вовсе не было вызвано какими-нибудь новыми фактами и вовсе въ нихъ не нуждалось. Притомъ, очевидно, это не было также какое-нибудь *новое наведеніе* изъ старыхъ фактовъ. Спрашивается, о чемъ-же говорить Гельмгольцъ, когда употребляетъ слова *открытіе, новая идея*? Въ чемъ заключается *истинная новость* его изслѣдованія?

Новость была, и новость великая, но состояла она только въ томъ, что всѣ физическія явленія, и недавно открытыя, и давно извѣстныя, подводились подъ давно извѣстный законъ живыхъ силъ. Новая *идея* заключалась въ томъ, что *физика должна безусловно подчиниться механикѣ*, что всѣ физическія явленія *подходятъ*, какъ частные примѣры, подъ общіе механическіе законы.

Гельмгольцъ прямо съ этого и начинается свое разсужденіе. Онъ задается вопросомъ о *последней и собственной цѣли* физики, разсуждаетъ вообще объ отысканіи причинъ явленій, о веществѣ, движеніи, силахъ, и приходитъ къ заключенію, что „задача физики состоитъ въ томъ, чтобы свести явленія на неизмѣнныя, притягательныя и отталкивательныя силы, напряженіе которыхъ зависитъ отъ разстоянія“ *). То-есть, замѣтимъ, на такія силы, дѣйствіе которыхъ вполнѣ подчиняется закону живыхъ силъ. Безъ сомнѣнія, это ясное представленіе цѣли физическихъ изслѣдованій и желаніе поста-

*) Тамъ же, стр. 6.

вить всю науку на путь къ этой цѣли,—вотъ та новая мысль, которую признавалъ за собою Гельмгольцъ.

Майеръ, точно также, въ самомъ началѣ и первой и второй своей статьи ссылается на законъ живыхъ силъ; но, по удивительной способности отвлеченія и обобщенія, онъ образовалъ свое понятіе *силы*, или, какъ онъ говоритъ, физической *причины* (т.-е. энергии), изъ самыхъ разнородныхъ частей; такъ, онъ подводитъ подъ это понятіе *теплоту*, хотя не считаетъ ея движеніемъ, *силу паденія* (Fallkraft), которую опредѣляетъ по вѣсу тѣла и по его разстоянію отъ земли, и т. д. Онъ утверждаетъ, что „законъ сохраненія живыхъ силъ основывается на общемъ законѣ неразрушимости причинъ“ *). Такимъ образомъ, сохраненіе энергии понято имъ во всей его всеобщности, почему смѣло и твердо проведено по явленіямъ всякаго рода. Если-же Майеръ не видѣлъ, что это сохраненіе вполнѣ совпадаетъ съ закономъ живыхъ силъ, то это происходило, вѣроятно, отъ тѣхъ „недостатковъ въ его научномъ образованіи“, которые признаетъ у него Верде **).

III.

Что мысли Майера и Гельмгольца были дѣйствительно новы, доказывается сопротивленіемъ, которое онѣ встрѣтили въ ученомъ мірѣ, и сущность ихъ новизны видна по свойству этого сопротивленія, ибо оно не было простою инерціею.

„Очень трудно“,—пишетъ Гельмгольцъ,—„перенестись въ мысленную атмосферу того времени и ясно себѣ представить, до какой абсолютной степени дѣло тогда казалось новымъ“. „Въ тѣ времена еще нельзя было достигнуть славы и внѣшнихъ успѣховъ новымъ убѣжденіемъ; скорѣе наоборотъ“. „Майеръ только съ большимъ трудомъ могъ добиться мѣста для обнародованія своего перваго сжатого изложенія“ (въ Либиховыхъ Анналахъ); „знакомые ему физики отвергали его“. „Со мною было, хотя уже спустя нѣсколько лѣтъ, то-же

*) Mayer, тамъ же, стр. 6.

***) E. Verdet, Théorie mec. de la chaleur, T. I, p. XCVII.

самое⁴; „мнѣ было отказано въ помѣщеніи моего труда въ Поггендорфовыхъ Анналахъ, и, между членами Берлинской Академіи наукъ, за меня стоялъ одинъ Якоби, математикъ“ *).

Спрашивается, въ чемъ-же было затрудненіе? Конечно въ томъ, что у физиковъ тогда уже была извѣстная метафизика, уже были очень твердыя понятія о нѣкоторомъ мірѣ неизмѣнныхъ вещей и дѣйствій, скрывающемся за измѣнчивымъ міромъ наблюдаемыхъ явленій. Они были убѣждены въ исконномъ разнообразіи веществъ и силъ, принадлежащихъ каждому веществу. „Это было,—пишетъ Верде,—несчастное время, когда законъ двойного преломленія считался аргументомъ въ пользу теоріи истеченія; когда превосходнѣйшія записки Френеля оставались забытыми и по нѣскольку лѣтъ подвергались опасности затеряться. Поэтому, когда Сади Карно пытался открыть общіе законы механической силы тепла, онъ, не колеблясь ни мгновенія, принялъ за исходную точку своихъ разсужденій *вещественность и слѣдовательно неразрушимость теплорода*“ **).

Вотъ гдѣ заключалось главное препятствіе. Твердо признавалось существованіе *особаго вещества, теплорода*,—такъ учили Лавуазье, Лапласъ, Фурье и за ними всѣ ученые. По этой метафизикѣ, ни одна часть теплорода, со всѣми свойствами, которыя ему принадлежатъ, не могла ни исчезнуть, ни вновь появиться, какія-бы механическія явленія при этомъ ни происходили. Майеру и Гельмгольцу пришлось прямо противорѣчить такому взгляду. Для нихъ, согласно съ закономъ живыхъ силъ, *теплота можетъ разрѣшиться въ движеніе и движеніе можетъ породить теплоту*. Это дѣлается совершенно понятнымъ, если мы представимъ, что сама теплота есть *нѣкоторый родъ движенія*,—представленіе, которому ничто не мѣшаетъ и которое вполне твердо высказалъ уже Юнгъ (1807).

Понятно, что на этомъ пунктѣ сосредоточилось все вниманіе физиковъ. Ученіе о сохраненіи энергіи они большею

*) *Helmholtz*, тамъ-же, стр. 57 - 59.

**) *Verdet*, тамъ-же, стр. XCV.

частію даже называютъ *механическою теоріей теплоты*; Гиндаль далъ своей книгѣ объ энергіи заглавіе: *Теплота какъ родъ движенія*, Майеръ назвалъ собраніе своихъ статей — *Механикою теплоты*, и т. д. Приложение закона живыхъ силъ къ явленіямъ тепла быстро создало цѣлую физикоматематическую науку, имя которой *термодинамика*.

Итакъ, новость и смѣлость „открытія“ состояла главнымъ образомъ въ низверженіи стараго предрасудка посредствомъ мысли тоже очень старой. Тутъ повторилось передъ нами явленіе, которое очень часто встрѣчается въ исторіи наукъ. Истина обыкновенно проста и легко бываетъ доступна прямому, непредубѣжденному взгляду. Но когда она заявляется въ первый разъ, она, почти безъ исключенія, встрѣчается съ предрасудками, которые уже заняли ея мѣсто и держатся на немъ съ величайшимъ упорствомъ. Мы, вообще, смотримъ на міръ сквозь густое облако понятій и образовъ, созданныхъ нами самими, и главныя усилія нашего ума тратятся на то, чтобы разогнать этотъ туманъ,—дѣло, которое, притомъ, вполнѣ едва-ли кому удастся. Ученіе объ энергіи-должно было бороться съ ученіемъ о теплородѣ, какъ система Коперника боролась съ ученіемъ о неподвижности земли, взвѣшиваніе Лавуазье съ ученіемъ о флогистонѣ, эпигенезисъ съ теоріею заключенныхъ зародышей, перерожденіе организмовъ съ теоріею постоянства видовъ и т. д.

Въ настоящемъ случаѣ очень ясно видно также отношеніе, въ которомъ стоятъ между собою истина и предрасудокъ. Истина обыкновенно есть нѣкоторое общее положеніе, а предрасудокъ—частный фактъ, утверждаемый въ его особенности. Общее положеніе возникаетъ изъ понятій закономерно образующихся въ нашемъ умѣ, и оно постепенно заявляетъ свою силу, то-есть подчиняетъ себѣ частныя представленія. Открытіе закона энергіи есть ни что иное, какъ побѣда той мысли, что всѣ вещественныя явленія подчинены механическимъ законамъ,—слѣдовательно, побѣда тѣхъ началъ для пониманія физическаго міра, которыя провозглашены были Декартомъ.

И вотъ почему, Гельмгольцъ, который въ послѣдствіи такъ рѣшительно говорилъ объ „открытіи“, о „новой идеѣ“, сначала, въ самой статьѣ *О сохраненіи силы*, ничего не говоритъ о какой-нибудь новости своихъ взглядовъ; онъ потомъ ссылался на это молчаніе, и вообще на содержаніе своей статьи, какъ на доказательство, что „для него уже тогда не могло быть и рѣчи о притязаніяхъ на первенство“, „насколько вообще, — прибавилъ онъ, — можетъ быть рѣчь о такихъ притязаніяхъ въ отношеніи къ общему принципу *)“. Значить, по его мнѣнію, общіе принципы суть такіа положенія, что едва-ли можно приписывать опредѣленному лицу первенство въ ихъ открытіи.

IV.

Законъ сохраненія энергии есть ни что иное, какъ одно изъ положеній теоретической механики, теорема, доказываемая математически на основаніи другихъ, болѣе элементарныхъ положеній. Какъ-бы ни было трудно дѣлать тѣ наблюденія и измѣренія, которыя необходимы, чтобы подводить потомъ всякаго рода явленія, подъ формулу этого закона, сама теорема и ея выводъ имѣютъ совершенную простоту и ясность, подобную той, какая всѣмъ знакома по геометрическимъ теоремамъ. Несмотря на то, этотъ законъ, какъ и вообще та наука, къ которой онъ принадлежитъ, страннымъ образомъ возбуждали и возбуждаютъ въ умахъ какой-то туманъ, отъ котораго не бываютъ свободны даже превосходные ученые и который почти неизбѣженъ у людей мало изучавшихъ предметъ.

Что такое механика? Чтобы освободить ея понятіе отъ всякихъ поводовъ къ образованію тумана, Кирхгофъ даетъ ей слѣдующее опредѣленіе.

„Механика есть наука о движеніи; задачу ея мы опредѣляемъ такъ: описать *вполнѣ и простѣйшимъ образомъ* движенія происходящія въ природѣ“.

„Движеніе есть перемѣна мѣста съ теченіемъ времени; то,

*) Тамъ-же, S. 59.

что движется, есть вещество. Для пониманія движенія необходимо представленія пространства, времени и вещества,—необходимы, но и достаточны*).

Конечно, вполне согласиться съ этимъ опредѣленіемъ такъ же нельзя, какъ нельзя было-бы считать правильнымъ опредѣленіе: геометрія есть наука, описывающая фигуры и формы, встрѣчающіяся въ пространствѣ. Развѣ какая-нибудь математическая наука можетъ заниматься только *описаніемъ* и только того, что *встрѣчается*? Кирхгофъ въ предисловіи объясняетъ точнѣе свою мысль: „Я хочу этимъ сказать (т.-е. словомъ *описать*),—говоритъ онъ,—что дѣло должно идти только о томъ, чтобы найти, *какія* явленія имѣють мѣсто, а не о томъ, чтобы отыскивать *причины*. Если такъ взять вопросъ и предположить представленія о пространствѣ, времени и веществѣ, то мы *посредствомъ чисто-математическихъ соображеній* придемъ къ общимъ уравненіямъ механики“. „Введеніе понятія силъ (т.-е. *причинъ*) здѣсь составляетъ лишь средство упростить способъ выраженія, именно средство выражать въ *короткихъ словахъ* уравненія, которыя безъ помощи этого слова (сила) очень трудно высказываются словами“. Для механики при этомъ нужно только одно: „чтобы всякое положеніе, въ которомъ идетъ рѣчь о силахъ, можно было перевести на уравненія“ **).

Мы видимъ теперь, въ чемъ дѣло. Механика, какъ и всякая другая математическая наука, занимается только *величинами*. Задача ея, какъ и всякой такой науки,—по однимъ величинамъ находить другія, или, какъ выражаются математики, *опредѣлять связь*, зависимость между величинами, т.-е. составлять уравненія, которыя хотя иногда называются различно—*теоремами, законами, началами* (принципами), но въ сущности всегда выражаютъ одно: при опредѣленномъ дѣйствіи надъ однимъ величинами мы необходимо получимъ опредѣленные другія величины. Для математика *вполнѣ описать* значитъ только и единственно — *указать точную мѣру и зависи-*

*) Kirchoff, vorlesungen üb. mathem. Physik, стр. 1

**) Тамъ-же, стр. III, IV.

мость. Объемъ-же математическихъ теоремъ безпредѣльный; ибо все это — условныя истины. Онѣ обнимаютъ не только то, что *встрѣчается*, но справедливы вообще, т.-е. окажутся вѣрными, *какъ только* встрѣтятся, и *если* встрѣтятся какіе-бы то ни было случаи, подходяще подъ ихъ формулы.

Такимъ образомъ, теоретическая механика есть не что иное, какъ математическая наука о вещественномъ движеніи; она предполагаетъ (т.-е. не опредѣляетъ, считаетъ данными) пространство, время и вещество — какъ нѣкоторыя величины, какъ нѣчто измѣримое, и задача ея состоитъ въ томъ, чтобы найти тѣ уравненія между этими величинами, которыя имѣютъ мѣсто при движеніи (и покоѣ).

„Обыкновенно, — пишетъ Кирхгофъ, — механику опредѣляютъ какъ науку о *силахъ*, а силы какъ *причины*, которыя производятъ или *стремятся* произвести движеніе“. „Но съ этимъ опредѣленіемъ связана та неясность, отъ которой никакъ нельзя освободить понятія силы и стремленія“ *).

Обойтись безъ этихъ понятій не только возможно, какъ видно изъ самой книги Кирхгофа, но въ сущности есть дѣло простое. Въ самомъ дѣлѣ, возьмемъ понятіе силы; вотъ совершенно строгое изложеніе смысла, соединяемаго съ этимъ словомъ въ механикѣ:

„Говоря въ механикѣ о силахъ, мы ничего не можемъ въ нихъ *разсматривать*, кромѣ ускореній, которыя онѣ производятъ въ различныхъ тѣлахъ **). Поэтому, говоря: на тѣло дѣйствуетъ нѣкоторая сила по извѣстному направленію, мы только иначе выражаемъ положеніе: тѣло *находится въ такихъ обстоятельствахъ*, что получаетъ по сказанному направленію нѣкоторое ускореніе; такъ что направленіе ускоренія *называютъ* направленіемъ силы, которая дѣйствуетъ на тѣло, величину-же ускоренія *называютъ* обыкновенно величиною силы“ ***).

*) Тамъ-же, стр. III.

**) Ускореніемъ называется количество скорости, на которое она возрастаетъ въ единицу времени.

***) И. Вышнеградскій, „Элементарная механика“, Спб. 1860 г., стр. 106.

Слова эти были написаны лѣтъ за пятнадцать до книги Кирхгофа; изъ нихъ ясно видно, что для механики понятие силы вовсе не нужно, а нужно только точное опредѣленіе *обстоятельствъ* (то-есть отношенія другихъ тѣлъ) и ускоренія. А такъ какъ для разныхъ тѣлъ ускореніе при тѣхъ-же обстоятельствахъ бываетъ различное, то отсюда получается такое опредѣленіе: „сила равна массѣ тѣла, умноженной на ускореніе“ *). Изъ предыдущаго видно, что это не есть уравненіе между различными величинами, а простое *словесное* опредѣленіе, т.-е. заявленіе, что ускореніе умноженное на массу *называютъ* силою. Для механики, слѣдовательно, въ силѣ ничего нѣтъ, кромѣ ускоренія и массы, кромѣ этихъ величинъ, вполнѣ измѣряемыхъ и вычисляемыхъ. О сущности *того*, чему принадлежать эти величины, механика не говоритъ и не хочетъ говорить, точно такъ, какъ геометрія ничего не говоритъ о сущности пространства. Созданіе наукъ, вообще, основывается на подобныхъ отвлеченіяхъ. Мы ошибаемся, когда воображаемъ, что науки всегда углубляются въ свой предметъ, раскрываютъ его природу; обыкновенно, чтобы сложилось научное познаніе, необходимо отдалиться отъ предмета, остановиться на его отдѣльной чертѣ.

V.

Не должно обманываться словами, не должно держаться за ихъ ходячій смыслъ и подозрѣвать въ нихъ значеніе больше того, какое имъ приписано ихъ опредѣленіями.

Живую силу называется въ механикѣ произведеніе массы на квадратъ скорости, *работою*—произведеніе массы на ускореніе и на пройденное пространство. Такъ какъ эти произведенія часто употребляются, то за ними удерживаются эти особые названія; какъ родились эти названія—вопросъ посторонній, но теперь они употребляются только для краткости и удобства рѣчи, а не для того, чтобы выразить свойства или сущность того, что имѣетъ эти величины.

*) Тамъ-же, стр. 108.

Теорема живыхъ силъ есть не что иное какъ уравненіе между этими двумя произведеніями; механика, посредствомъ чисто-математическихъ соображеній, доказываетъ, что работа равняется половинѣ живой силы, то-есть что, если станемъ считать, положимъ, съ начала движенія, то потомъ, какое-бы мы ни взяли мгновеніе, квадратъ скорости въ это мгновеніе равняется удвоенному произведенію ускоренія на пройденное пространство.

Возьмемъ какой-нибудь наглядный и простой примѣръ, гдѣ бы видно было значеніе этой теоремы. Очень удобно взять качаніе маятника, или также движеніе тѣла брошеннаго прямо вверхъ. Если повѣсить тѣло на гибкой нити, вывести его изъ отвѣснаго положенія и потомъ пустить, то оно подыметъ по другую сторону отвѣса на ту-же высоту, съ которой его пустили. Поэтому, еслибы не мѣшала воздухъ и нить была абсолютно гибка, такое тѣло продолжало-бы свое движеніе безъ конца. Точно такъ, если мы бросимъ мячикъ прямо кверху, онъ достигнетъ высоты соотвѣтствующей размѣру движенія, которое получилъ, а потомъ станетъ падать. Если вообразимъ, что нѣтъ помѣхи, которую дѣлаетъ воздухъ, что притомъ мячикъ совершенно упругъ и падаетъ на поверхность абсолютно твердую (не принимающую никакого движенія), то онъ, отразившись отъ этой поверхности, долженъ подняться опять на ту-же высоту, и слѣдовательно, при такихъ условіяхъ, сталъ-бы безъ конца подыматься и падать.

Тутъ все время происходитъ ускореніе, когда тѣла понижаются, и замедленіе (величина противоположная ускоренію), когда тѣла подымаются; тутъ тѣла проходятъ извѣстныя пространства, и скорости ихъ измѣняются, то совершенно исчеза (когда мячъ на наибольшей высотѣ и маятникъ всего дальше отъ отвѣса), то возрастая и достигая наибольшей своей величины (когда тѣла доходятъ до низшей точки). Механика опредѣляетъ отношенія между этими величинами, именно доказываетъ, что въ каждой точкѣ пути квадратъ скорости равенъ удвоенному ускоренію, умноженному на

пройденный путь (тутъ нѣтъ различныхъ массъ, и потому количество массы не входитъ въ уравненіе).

Въ то-же время очевидно, что тутъ *ничто* сохраняется, т.-е. остается неизмѣннымъ, потому что тутъ въ каждое мгновеніе повторяется въ точности то состояніе, которое уже было и которое въ свою очередь должно повести за собою новое такое-же состояніе. Чтобы выразить математически такое сохраненіе, механики говорятъ, что тутъ въ каждое мгновеніе *дѣйствительная* живая сила, сложенная съ *возможною* живою силою, равна нѣкоторой неизмѣнной величинѣ. Тогда выйдетъ, что чѣмъ больше дѣйствительная живая сила, тѣмъ меньше возможная, и наоборотъ; сумма-же ихъ будетъ всегда одна и та-же. Такъ, когда эти тѣла находятся на высшей своей точкѣ, они на мгновеніе останавливаются, то-есть лишаются всякой скорости, слѣдовательно не представляютъ никакой живой силы (значитъ и работа ихъ равна нулю); но за-то они тутъ имѣютъ возможность пріобрѣсти вновь свою наибольшую живую силу и достигнуть наибольшей своей работы. Ихъ выгода, такъ сказать, заключается въ ихъ *положеніи*, и легко видѣть, что въ механическомъ смыслѣ положеніе значитъ гораздо больше, чѣмъ въ смыслѣ геометрическомъ: намъ нужно было *поднимать* маятникъ на ту высоту, до которой онъ потомъ доходить при каждомъ качаніи, и нужно было сообщить мячику скорость, соответствующую высотѣ его подъема. Значитъ, нужны были первоначально извѣстныя движенія, при чемъ входила въ расчетъ и масса этихъ тѣлъ.

Теперь мы можемъ дать нашему закону его общепринятое, установившееся выраженіе. Чтобы избѣжать смѣшенія съ тѣмъ понятіемъ о силѣ, о которомъ мы упоминали, принято „живую силу“ называть *энергіею*. Энергія бываетъ двухъ родовъ: дѣйствительная живая сила называется *энергіею движенія*, или *кинетическою*; возможная живая сила есть *энергія положенія* или *потенціальная*. Законъ сохраненія энергіи гласитъ: *сумма кинетической и потенциальной энергіи есть количество неизмѣнное.*

VI.

Чтобы еще больше уяснить понятіе *энергии* и ея *сохраненія*, намъ кажется, будетъ очень полезно рассказать здѣсь небольшую полемику, которая возникла изъ-за этихъ понятій между Джономъ Гершелемъ и Ренкиномъ. Всякая теорія, всякая мысль уясняется, если мы научаемся строго отличать ея истинный смыслъ отъ неправильнаго истолкованія. Джону Гершелю пришли на умъ, относительно сохраненія энергии, сомнѣнія, какія могутъ зародиться и у другихъ, по случаю этого закона. Свое возраженіе Гершель высказалъ въ статьѣ *О происхожденіи силы*, сперва явившейся въ общедоступномъ журналѣ, а потомъ въ сборникѣ статей Гершеля, носящемъ заглавіе *Familiar Lectures* (1867). Передадимъ сущность дѣла собственными словами знаменитаго астронома *):

„Признанное теперь господствующимъ въ физикѣ „начало сохраненія энергии“, насколько оно стоитъ на научной основѣ, какъ правильный выводъ изъ динамическихъ законовъ, есть не что иное какъ извѣстная динамическая теорема о сохраненіи живой силы, *дополненная, для отраженія точности ея изложенія*, введеніемъ того, что называютъ „потенціальною энергіею“,—выраженіе, которое я не могу не считать несчастнымъ, ибо оно замѣняетъ „триуизмомъ“—выраженіе великаго динамическаго факта. Въ самомъ дѣлѣ, такого сохраненія, въ смыслѣ тождественности всего количества *живой силы* во всякое время и во всѣхъ условіяхъ—не существуетъ“.

Мы видѣли въ тѣхъ примѣрахъ, которые приведены выше, что, дѣйствительно, живая сила измѣняется—то убываетъ до нуля, то нарастаетъ до извѣстнаго предѣла.

„Итакъ,—продолжаетъ Гершель,—сохраненіе энергии въ дѣйствительности вовсе не есть сохраненіе въ какомъ-либо точномъ смыслѣ этого слова. Можно доказать динамически, что полное количество живой силы въ какой-либо движущейся системѣ, предоставленной взаимодѣйствию своихъ ча-

*) Мы воспользуемся прекраснымъ переводомъ С. А. Рачинскаго: *Простыя бесѣды о научныхъ предметахъ Джона Гершеля*. Москва, 1868.

стиць, завися по своей величинѣ въ каждое мгновение отъ относительнаго положенія частицъ въ это время (или, выражаясь алгебраически, будучи функціею ихъ взаимныхъ разстояній), имѣть максимумъ, выше котораго оно не можетъ подняться, и минимумъ, ниже котораго оно не можетъ спуститься. Итакъ, каково - бы ни было состояніе системы, есть извѣстное количество, на которое ея дѣйствительная живая сила меньше крайне возможной, и говорить, что количество этой разности, сложенное съ настоящимъ количествомъ силы, составить максимумъ, — есть ни болѣе ни менѣе какъ „триумфъ“; все равно, выражень - ли онъ этими словами, или такъ: сумма потенциальной и дѣйствительной энергіи неизмѣнна; или еще иными словами: когда извѣстныя измѣненія происходятъ во взаимномъ положеніи частей системы, она пріобрѣтаетъ столько-же потенциальной энергіи, сколько утрачиваетъ дѣйствительной. Когда мы говоримъ о механической комбинаціи, что она выигрываетъ въ силѣ то, что утрачиваетъ во времени, то, хотя это также переводъ на разговорный языкъ динамическаго уравненія, употребленныя выраженія относятся къ разнымъ способамъ воззрѣнія на трату силы. Но въ случаѣ, намъ подлежащемъ, выраженія представляютъ голую тождественность, изъ которой ничего нельзя вывести. Дѣйствительно, еслибы мы могли быть увѣрены а priori, что предъ нами система, представляющая простую или сложную періодичность, то-есть система, въ которой извѣстный промежутокъ времени приведетъ всякую частицу къ тому-же самому положенію относительно всѣхъ другихъ, тогда мы могли-бы быть увѣрены, что, по природѣ вещей, происходило-бы періодически, такъ-сказать, поднятіе отъ низшей къ высшей степени потенциальной энергіи, которая затѣмъ обращалась-бы въ новую живую силу. Но, такъ какъ мы не можемъ имѣть такой увѣренности а priori, а можемъ только представлять возможность такого возстановленія, и не можемъ себѣ представить эту возможность иначе, какъ въ силу предвѣдѣнія и прераспредѣленія, то и то и другое суть неизвѣстныя функціи, измѣнчивыя въ

неизвѣстныхъ предѣлахъ и подлежащая колебаніямъ въ неизвѣстныхъ размѣрахъ; и мы не имѣемъ никакого, ниже малѣйшаго права утверждать, чтобы потраченное въ одной формѣ откладывалось про запасъ для дальнѣйшей траты въ другой“ *).

Сначала можно подумать, что вопросъ здѣсь идетъ только о терминологіи; Гершель ничего не отвергаетъ въ учени объ энергіи, но находитъ, что слово *потенціальный* выбрано неудачно, что слово *сохраненіе* употребляется не въ точномъ его смыслѣ, что законъ сохраненія энергіи неправильно называется закономъ природы, ибо онъ не теорема, не какой-либо „великій динамическій фактъ“, а чистый трюизмъ, „голое тождество“. Но легко видѣть, что подъ этими замѣчаніями о терминахъ скрываются извѣстныя понятія о физикѣ, которыхъ держится Гершель и которыя отстаиваетъ. Общеупотребительное нынѣ выраженіе *потенціальная энергія* введено было (еще въ 1853 г.) Ренкиномъ, однимъ изъ основателей науки *термодинамики*. Поэтому Ренкинъ вступился за свой терминъ; но при этомъ онъ высказалъ превосходныя соображенія вообще о физическихъ теоремахъ и объ опредѣленіи физическихъ терминовъ. Мы воспользуемся этими соображеніями, чтобы уяснить себѣ, къ какому разряду истинъ принадлежитъ законъ сохраненія энергіи и каково его дѣйствительное содержаніе.

VII.

„Нельзя не признать,—пишетъ Ренкинъ,—что терминъ *потенціальная энергія* стремится придать изложенію закона сохраненія энергіи нѣкоторую *видимость* трюизма. Мнѣ кажется, однако-же, что таково должно быть всегда слѣдствіе обозначенія физическихъ отношеній словами специально приспособленными для выраженія свойствъ этихъ отношеній, или (что въ сущности сводится къ тому-же) *таково всегда слѣдствіе установленія точнаго и полнаго опредѣленія физическихъ терминовъ*“.

*) Стр. 315—317.

Итакъ, по Ренкину, законъ энергіи есть нѣкоторое *физическое отношеніе*, а свойства такихъ отношеній вытекаютъ изъ самаго опредѣленія физическихъ терминовъ, отчего и получается видимость трюизма.

„Пусть А и В означаютъ нѣкоторыя представимыя отношенія, и пусть этимъ А и В даны точныя и полныя опредѣленія; тогда изъ этихъ опредѣленій слѣдуетъ утверждение (теорема), что А и В относятся (въ свою очередь) между собою извѣстнымъ образомъ, и это утверждение принимаетъ видимость трюизма и содержится, какъ возможный выводъ, уже въ опредѣленіяхъ. Но оно не есть чистый трюизмъ, ибо если съ этими опредѣленіями соединяются два факта, полтверждаемые опытомъ и наблюденіемъ, именно, что существуютъ отношенія между реальными тѣлами, соотвѣтствующія опредѣленію А. — и что существуютъ также отношенія между реальными тѣлами, соотвѣтствующія опредѣленію В, — то теорема объ отношеніи между А и В становится не чистымъ трюизмомъ, а физическимъ фактомъ. Въ настоящемъ случаѣ, напримѣръ, „дѣйствительная энергія“ и „потенціальная энергія“ опредѣлены такимъ образомъ, что сколько какое-нибудь тѣло (или система тѣлъ) выигрываетъ въ одной формѣ вслѣдствіе взаимныхъ дѣйствій, столько оно теряетъ въ другой формѣ, — другими словами, что сумма энергій дѣйствительной и потенциальной „сохраняется“; это звучитъ подобно трюизму, но когда доказано опытомъ и наблюденіемъ, что существуютъ отношенія между реальными тѣлами, согласныя съ опредѣленіями „дѣйствительной энергіи“ и „потенциальной энергіи“, то то, что иначе было-бы трюизмомъ, становится фактомъ“ *).

Гершель, какъ мы видѣли, говорилъ, что живая сила (кинетическая энергія) есть нѣчто дѣйствительное, потенциальная-же энергія есть лишь нѣчто возможное, притомъ такое возможное, о которомъ мы никакъ не можемъ сказать, въ какой мѣрѣ оно когда-нибудь обратится въ дѣйствительность,

*) *Philos. Magazine* 1867. Febr.. p. 90. On the Phrase „Potential Energy“, and on the Definitions of Physical Quantities.

и даже обратится-ли въ нее хоть сколько-нибудь. Ренкинъ отвѣчаетъ, что оба вида энергіи одинаково подводятся подъ нѣкоторое высшее понятіе, что та и другая энергія равно представляетъ нѣкоторое *отношеніе между реальными тѣлами*, слѣдовательно, и въ томъ и въ другомъ случаѣ, нѣчто реальное. Если энергія дѣйствія (живая сила) и ея измѣненія суть факты, то такіе-же факты суть энергія положенія и ея измѣненія.

Гершель утверждалъ, что законъ энергіи есть лишь трюизмъ, голое тождество, то-есть нѣчто само собою разумѣющееся. Ренкинъ отвѣчаетъ, что это ничуть не говоритъ противъ закона, что такой видъ трюизма должны имѣть всѣ физическія теоремы, *какъ скоро онѣ выражены словами спеціально для нихъ приспособленными*. Въ самомъ дѣлѣ, всякая тождественность легко можетъ быть закрыта отъ насъ употребленіемъ словъ неимѣющихъ точнаго смысла. Но если будутъ установлены точныя и полныя опредѣленія физическихъ терминовъ, то, по мнѣнію Ренкина, физическія теоремы примутъ видъ тождествій. Такъ и терминъ *потенціальная энергія* только обнаружилъ тождественный характеръ закона энергіи, а вовсе не „замѣнилъ трюизмомъ великій динамическій фактъ“, какъ жаловался Гершель.

Ренкинъ утверждаетъ, что тождество въ законѣ энергіи есть, однако-же, только *видимое*, и что законъ этотъ нужно, несмотря на эту видимость, считать *фактомъ*, ибо онъ основанъ на отношеніяхъ между тѣлами, доказываемыхъ опытомъ и наблюденіемъ. Вполнѣ согласиться съ этимъ нельзя. *Фактомъ* мы называемъ познаніе, въ полученіи котораго участвуетъ исключительно только опытъ (сюда включается и наблюденіе); это есть простѣйшее познаніе чисто-эмпирическаго свойства. Между тѣмъ теорема есть нѣчто сложное и выводное; она предполагаетъ нѣкоторое доказательство и познается посредствомъ умозаключеній изъ того, что познано ранѣе: изъ аксіомъ, фактовъ, другихъ теоремъ. Нельзя сказать, напримѣръ, что теорема Пифагора есть фактъ имъ найденный, хотя, можетъ-быть, въ Египтѣ она была извѣстна

просто изъ опытныхъ измѣреній,— такъ, какъ Кеплеромъ были найдены законы, названные его именемъ. Нужно думать, что Пиеагоръ обрадовался именно тому, что нашелъ ее общее доказательство и такимъ образомъ обратилъ ее изъ факта въ дѣйствительную теорему.

Итакъ, нельзя физическія теоремы принимать за факты; конечно, онѣ вполне могутъ быть познаваемы путемъ опыта, но наука постоянно стремится обратить ихъ сколько возможно въ умозрительныя истины.

Очень хорошо разсуждаетъ объ этомъ Карно.

„Безъ сомнѣнія,—говоритъ онъ,—желательно было-бы въ каждой наукѣ строго указать ту точку, гдѣ эта наука перестаетъ быть опытною и становится совершенно рациональною: это значить — съумѣть довести до возможно-меньшаго числа тѣ истины, которыя мы принуждены почерпать изъ опыта и которыхъ, когда онѣ установлены, уже достаточно для того, чтобы, сочетая ихъ посредствомъ одного умозрѣнія, объять всѣ развѣтвленія науки; но *это оказывается очень труднымъ*. Когда мы пытаемся слишкомъ высоко подняться посредствомъ одного умозрѣнія, мы подвергаемся искушенію составлять неясныя опредѣленія, слишкомъ широкія и не довольно строгія доказательства. Гораздо менѣе неудобно—брать изъ опыта больше данныхъ, *чѣмъ сколько того требуетъ, можетъ быть, строгая необходимость*; ходъ разсужденій тогда можетъ показаться менѣе изящнымъ, но онъ будетъ тверже и увѣреннѣе*).

Въ такомъ положеніи было дѣло сто лѣтъ тому назадъ и въ такомъ положеніи оно и теперь. До сихъ поръ въ физическихъ наукахъ очень трудно различить то, что дано опытомъ, отъ того, что принадлежитъ умозрѣнію. До сихъ поръ, для избѣжанія этой трудности, принимаются за нѣчто данное опытомъ такія положенія, которыя считать эмпирическими вовсе нѣтъ строгой необходимости. Однако-же, и тутъ сдѣланы нѣкоторыя успѣхи: такъ мы видѣли, что у Кирхгофа

*) Carnot, Principes fondamentaux de l'équilibre et du mouvement. Par. 1803.

отнесена въ область математическихъ соображеній часть того, что прежде приписывалось опыту.

Къ сожалѣнiю, самой задачѣ, которая такъ отчетливо выставлена у Карно, многіе ученые не придаютъ важности, такъ что у нихъ иногда трудно разобрать, что они приписываютъ опыту и что умозрѣнiю. Ибо часто вся забота устремляется на результаты, а не на основанія.

VIII.

Ренкинъ, хотя и называлъ законъ энергiи фактомъ, но, конечно, хорошо понималъ, что эта теорема математически основана на извѣстныхъ элементарныхъ положенiяхъ, которыя, если они взяты изъ опыта, заслуживаютъ имени факта уже въ точномъ смыслѣ этого слова. Поэтому онъ продолжаетъ свои разсужденія слѣдующимъ образомъ:

„Опредѣленіе не можетъ быть ни истиннымъ, ни ложнымъ; ибо оно ничего не утверждаетъ, а только говоритъ: „пусть такое-то слово или выраженіе употребляется въ такомъ-то смыслѣ“; но оно можетъ быть *реальнымъ*, или *фантастическимъ*, смотря по тому, соответствуетъ-ли или нѣтъ его содержаніе реальнымъ объектамъ и явленiямъ; и если при помощи опыта и наблюденія составленъ рядъ опредѣленій, имѣющихъ реальность, точность и полноту, то облеченіе физическаго факта въ кажущійся видъ трюизма часто есть неизбѣжное слѣдствіе употребленія терминовъ опредѣленныхъ такимъ образомъ“.

„Въ особенности, въ случаѣ *физическихъ количествъ*, опредѣленіе уже содержитъ въ себѣ *правило для измѣренія количества*; и доказательство реальности опредѣленія есть тотъ фактъ, что приложеніе этого правила къ тому-же самому количеству при различныхъ обстоятельствахъ даетъ согласные результаты, чего не могло-бы быть, еслибы опредѣленіе было фантастическое; и вотъ отчего, опредѣленіе какого-нибудь ряда физическихъ количествъ необходимо содержитъ въ себѣ математическія отношенія между этими количествами, которыя (отношенія), будучи выражены какъ тео-

ремы и сравнены съ опредѣленіями, получаютъ видимость трюизмовъ, но въ то-же время суть фактическія положенія⁴.

Вотъ драгоцѣнное разсужденіе знаменитаго физика, касающееся самыхъ основъ науки, но едва-ли многими понимаемое и цѣнимое. Вся физика держится на измѣреніяхъ: безъ измѣреній нельзя прилагать математики и не будетъ никакой физической науки; только то и можно признать количествомъ, что измѣримо. И вотъ Ренкинъ утверждаетъ, что коренной и единственный фактъ физики заключается въ самой *измѣримости* ея количествъ, т.-е. въ томъ, что для каждаго количества есть мѣра, которая прилагается къ нему всегда, при всякаго рода обстоятельствахъ. Слѣдовательно, вся физика основывается лишь на томъ, что въ природѣ *возможны и существуютъ количества*; отсюда уже сами собою вытекаютъ физическіе законы, имѣющіе поэтому видъ тождесловій. Таковъ и законъ сохраненія энергіи.

IX.

Ренкинъ далѣе развиваетъ свою мысль еще съ большей отчетливостію. Ради высокой теоретической важности предмета, мы приведемъ здѣсь вполнѣ эти разсужденія.

„Для поясненія предыдущихъ принциповъ, укажемъ на то, что есть извѣстный рядъ опредѣленій мѣры времени, силы и массы, вслѣдствіе которыхъ законы движенія приводятся къ формѣ трюизмовъ. Таковы:

„I. Пусть *равныя времена* значить—времена, въ которыя движущееся тѣло, свободное отъ вліянія какой-бы то ни было силы, проходитъ равныя пространства. Что это есть реальное опредѣленіе, доказывается фактомъ, что времена, оказавшіяся равными при сравненіи посредствомъ свободного движенія одного тѣла, равны также при сравненіи посредствомъ свободного движенія другого тѣла. Еслибы опредѣленіе было фантастическое, то времена могли-бы быть равными при измѣреніи свободнымъ движеніемъ одного тѣла и неравными при измѣреніи движеніемъ другого.

„II. Пусть *сила* значить—такое отношеніе между двумя тѣ-

лами, что ихъ относительная скорость измѣняется или стремится измѣниться по величинѣ или по направленію, или по тому и другому; и пусть *равныя силы* значить—силы, которыя дѣйствуютъ, когда равныя измѣненія относительной скорости данныхъ двухъ тѣлъ происходятъ въ равныя времена. Что это опредѣленіе реально, доказывается фактомъ, что сравнительныя измѣренія силъ, сдѣланныя въ различные промежутки времени, согласны между собою, чего не было-бы, еслибы опредѣленіе было фантастическое.

„III. Пусть *масса* какого-нибудь тѣла значить—количество обратно пропорціональное измѣненію скорости, сообщенной этому тѣлу въ данное время данною силой. Что это есть реальное опредѣленіе, доказывается фактомъ, что отношеніе между массами двухъ данныхъ тѣлъ на опытѣ всегда оказывается то-же самое, когда эти массы сравниваются посредствомъ скоростей сообщенныхъ имъ различными силами и въ различныя времена, и также остается тѣмъ-же самымъ, будетъ-ли каждая изъ массъ измѣрена какъ цѣлое, или-же какъ совокупность нѣкотораго ряда частей.

„Если принимать эти опредѣленія за чисто вербальныя, не обращая вниманія на ихъ реальность, то законы движенія принимаютъ форму вербальныхъ трюизмовъ; но если опытъ и наблюденіе удостовѣряютъ насъ, что постоянныя отношенія существуютъ между реальными тѣлами и реальными событиями, соотвѣтствующими опредѣленіямъ, то эти кажущіеся трюизмы обращаются въ утвержденія фактовъ“ *).

Чрезвычайно замѣчательна здѣсь попытка указать дѣйствительныя фактическія основы, на которыхъ держится наука механики. Если старательно вникнуть въ слова Ренкина, то окажется, что всѣ его факты суть утвержденія нѣкоторой, такъ сказать, *однородности* или *однообразія* стихій, образующихъ вещественно движеніе. Напримѣръ, относительно *времени* фактъ состоитъ въ томъ, что время совершенно *одинаково* для всѣхъ тѣлъ, такъ что мѣра времени не зависитъ отъ

*) Тамъ-же, р. 91, 92.

того, какое тѣло мы употребимъ для его измѣренія. (Точно также, разумеется, и пространство совершенно одинаково для всѣхъ тѣлъ). Относительно *силы*, то-есть обстоятельствъ, при которыхъ происходитъ ускореніе, фактъ состоитъ въ томъ, что все равно, когда и гдѣ и какое тѣло будетъ находиться въ этихъ обстоятельствахъ, лишь-бы только масса тѣла была та-же самая. Величина ускоренія при всемъ этомъ будетъ одинакова. Наконецъ, относительно *массы* фактъ состоитъ въ томъ, что она остается совершенно одинаковою по отношенію ко всякимъ пространствамъ, временамъ, ускореніямъ и тѣламъ; къ различнымъ ускореніямъ она относится только соразмѣрно ихъ величинамъ, и къ различнымъ тѣламъ соразмѣрно ихъ массамъ.

Эти-же самыя положенія можно выразить еще другими словами; можно сказать такъ:

Мѣра каждаго изъ этихъ количествъ, опредѣленная при одномъ случаѣ, *годится и для всѣхъ другихъ случаевъ*. Напримеръ, мѣра массы, найденная при одномъ опытѣ, окажется тою-же и во всякихъ другихъ опытахъ, при всякихъ другихъ ускореніяхъ, во всѣ времена и во всѣхъ пространствахъ. Вотъ какого рода *факты* лежатъ въ основаніи механики. Но, очевидно, это не есть особенное свойство тѣхъ количествъ, которыя разсматриваются механикою, а свойство принадлежащее вообще количеству. Чтобы можно было что-нибудь измѣрять, необходимо, чтобы то, чтѣ мы измѣряемъ, не измѣнялось и не исчезало у насъ подъ руками, нужно, чтобы при соединеніи и раздѣленіи частей величина ихъ не нарушалась, нужно, чтобы ту-же самую разъ найденную мѣру всегда и всюду можно было найти по нѣкоторому правилу.

Поэтому, *общій фактъ*, признаваемый механикою, можно кратко выразить такъ: ускореніе и масса (или, пожалуй, сила и вещество) *суть количества*.

Количества способны имѣть опредѣленную величину. Равныя количества—значить количества, величина которыхъ *одна и та-же*. Отсюда возможность всякихъ равенствъ, уравненій и тождесловій, то-есть всей математики. Теоретическая

механика, такимъ образомъ, есть наука вполне математическая.

Въ концѣ своей статьи Ренкинъ останавливается на понятіи *сохраненія* и дѣлаетъ замѣчанія, очень важныя для поясненія роли этого понятія.

„Одинъ изъ главныхъ предметовъ математической физики состоитъ въ томъ, что она, помощію опыта и наблюденія, удостовѣряется, какія физическія количества или функціи „сохраняются“. Напримѣръ, таковы слѣдующія количества или функціи:

„I. *Масса* каждой частицы вещества—сохраняется во всѣ времена и при всѣхъ обстоятельствахъ.

„II. *Равнодѣйствующій моментъ* тѣла или системы тѣлъ—сохраняется пока дѣйствуютъ однѣ внутреннія силы.

„III. *Равнодѣйствующій угловой моментъ* тѣла или системы тѣлъ сохраняется пока дѣйствуютъ однѣ внутреннія силы.

„IV. *Совокупная энергія* тѣла или системы тѣлъ сохраняется пока дѣйствуютъ однѣ внутреннія силы.

„V. *Термодинамическая функція* сохраняется въ тѣлѣ, которое не получаетъ и не сообщаетъ тепла.

„При опредѣленіи такого рода физическихъ количествъ, почти невозможно, если только не вовсе невозможно, *избѣжать* того, чтобы опредѣленіе не заключало въ себѣ признака *сохраненія*; такъ что, когда утверждается фактъ сохраненія, то онъ имѣетъ форму тавтологіи“ *)

Значитъ, *сохраненіе* есть неизбѣжная принадлежность такихъ понятій, входитъ въ самое ихъ образованіе; этимъ, какъ мы видѣли, указывается лишь то, что мы имѣемъ дѣло съ дѣйствительными количествами. Замѣтимъ, что во главѣ этихъ сохраненій Ренкину слѣдовало-бы поставить законъ инерціи: „*движеніе* тѣла, на которое никакія силы не дѣйствуютъ, сохраняетъ свою величину, то есть направленіе и скорость“.

Послѣднія слова Ренкина слѣдующія:

„Въ заключеніе скажу, что когда у насъ какой-нибудь фи-

*) Тамъ-же, р. 92.

зическій законъ получить видимость трюизма, то это, мнѣ кажется, не только не даетъ основанія для возраженія противъ опредѣленія извѣстнаго физическаго термина, а напротивъ составляетъ доказательство, что это опредѣленіе построено въ точномъ согласіи съ дѣйствительностію“.

(9 янв. 1867.)

Тутъ передъ нами рядъ тѣхъ истинъ, къ разряду которыхъ принадлежитъ законъ сохраненія энергіи, и мы уже отчасти знакомы съ содержаніемъ и свойствомъ этихъ истинъ. Это теоремы *сохраненія* извѣстныхъ количествъ. *Вмѣсто сохраненіе* иногда говорятъ *неразрушимость, вѣчность, безсмертіе*, и часто видятъ здѣсь что-то болѣе важное и существенное, чѣмъ въ другихъ физическихъ и математическихъ утверженіяхъ. Между тѣмъ, „приведеніе къ постоянной величинѣ“ есть лишь очень простой и обыкновенный математическій приемъ. Припомнимъ тѣ постоянныя величины, которыя исчезаютъ при дифференцированіи и появляются при интегрированіи. Приемъ, который тутъ употребляется, есть самый общій приемъ для нахождения связи между величинами. Если мы, положимъ, нашли простѣйшее равенство $dx=dy$, то интегрируя получимъ $x+A=y+B$, слѣдовательно, $x-y=B-A$, что мы и выражаемъ, говоря: разница между переменными x и y —постоянная, равняется одному и тому-же опредѣленному количеству. Таково свойство всякихъ величинъ, для которыхъ $dx=dy$. Выводъ, который мы сдѣлали, совершенно подобенъ выводу постоянства совокупной энергіи, такъ что это постоянство не есть что-то особое, свойственное этому количеству въ видѣ исключенія.

Но умъ человѣческій всегда глубоко заинтересованъ мыслью о неизмѣнномъ, непреходящемъ; онъ не вѣрнитъ въ полную дѣйствительность временныхъ и исчезающихъ формъ существованія и ищетъ того вѣчнаго и пребывающаго бытія, которое скрываютъ отъ насъ эти формы. Поэтому, онъ придаетъ особенную важность понятіямъ, заключающимъ въ себѣ признакъ постоянства; онъ сильно привязывается къ этимъ понятіямъ, какъ-бы ожидая отъ нихъ отвѣта на мучащую его

загадку. Такимъ образомъ, сохраненіе вещества и сохраненіе энергии получаютъ во многихъ умахъ какой-то фантастическій отгѣнокъ, какъ будто веществу и энергии принадлежить большая существенность, или даже единственная существенность, въ сравненіи съ разнообразными предметами и явлениями, которыми мы окружены. Напримѣръ, Тэтъ разсуждаетъ слѣдующимъ образомъ:

„Наше убѣжденіе въ объективной реальности матеріи основано главнымъ образомъ на фактѣ *добытомъ исключительно опытомъ*, именно на невозможности съ нашей стороны измѣнить ея количество, хотя-бы въ малѣйшей степени“. „Разумъ требуетъ отъ насъ послѣдовательности въ логическихъ выводахъ, и потому, если мы находимъ въ физическомъ мірѣ еще что-нибудь, чего нельзя количественно измѣнить, то очевидно обязаны признать за этой вещью совершенно такую-же объективную реальность, какъ и за матеріей, хотя бы наши органы чувствъ и противились такому заключенію. Отсюда,—тепло, свѣтъ, звукъ, электрическіе токи и т. д., несмотря на то, что они не представляютъ особыхъ формъ вещества, должны быть признаны столь-же реальными, какъ и матерія, на томъ основаніи, что съ одной стороны опытъ открываетъ въ нихъ особыя формы энергии, а съ другой показываетъ, что энергія въ своихъ разнообразныхъ превращеніяхъ вполнѣ удовлетворяетъ условіямъ, которыя признано считать рѣшительной пробой для реальности матеріи“ *).

Тутъ интересенъ тотъ оборотъ мысли, что самое существованіе матеріи должно быть признано нами, будто-бы, лишь на основаніи ея сохраненія. Тэтъ выражаетъ такимъ образомъ принципъ, напоминающій намъ древнихъ философовъ элеатской школы, именно, что дѣйствительное бытіе совершенно неизмѣнно, и потому ничто измѣняющееся нельзя признать существующимъ. Такъ, тепло, свѣтъ, звукъ и пр. обыкновенно считаются, по увѣренію Тэта, лишенными объективной реальности. Однако-же, ихъ измѣнчивость есть лишь

*) П. Г. Тэтъ. Обзоръ нѣкоторыхъ изъ новѣйшихъ успѣховъ физическихъ знаній и пр. Спб. 1877, стр. 313, 314.

видимость, зависящая отъ нашихъ чувствъ; новая физика открыла, что эти явленія имѣютъ полную существенность, что это лишь различныя формы нѣкотораго неизмѣннаго бытія—энергии.

Очень странно встрѣтить подобную метафизику у Тэта, который исповѣдуетъ строжайшій эмпиризмъ и, напримѣръ, язвительно осмѣиваетъ Майера за ссылку на невинныя аксіомы: *causa aequat effectum* и *ex nihilo nihil fit* *). Но эти метафизическія соображенія показываютъ намъ, какой смыслъ имѣетъ та исключительная важность, которую обыкновенно приписываютъ закону энергии. Дѣло идетъ, какъ мы видимъ, о сущности вещей, о неизмѣнномъ бытіи, лежащемъ въ ихъ основѣ. Съ другой стороны, тутъ ясно, что самое сохраненіе вещества слѣдуетъ причислить къ тому-же роду утверждений, къ какому принадлежитъ законъ энергии.

Когда мы говоримъ, что вещество и энергія сохраняются, неразрушимы, вѣчны,—намъ не слѣдуетъ обманываться этими выраженіями и забывать ихъ точный смыслъ. Сохраняется не вещество, а его *масса*, т.-е. лишь механическая мѣра вещества; само-же вещество подвергается непрерывнымъ перемѣнамъ, разрушается, превращается, нарастаетъ и т. д. Точно такъ, энергія, самая сущность которой состоитъ въ движеніи и перемѣнѣ, не сохраняется въ обыкновенномъ смыслѣ этого слова; сохраняется-же лишь нѣкоторая мѣра этихъ движеній и перемѣнъ; въ разныя времена энергія бываетъ различна, и эти различныя ея состоянія только *механически эквивалентны* между собою, какъ-бы, впрочемъ, различны они ни были въ другихъ отношеніяхъ.

XI.

Главная мысль, которую мы старались пояснить предъидущими замѣчаніями, заключается въ томъ, что законъ сохранения энергии есть механическая теорема, механика-же не есть опытная наука, состоящая изъ постепенно открываемыхъ фактовъ, а есть наука чисто теоретическая. если

*) Тамъ-же, стр. 49.

не имѣющая, то долженствующая имѣть тотъ апіорный характеръ, какой вообще свойственъ математическимъ наукамъ. Чтобы вполнѣ доказать такое свойство механики, чтобы разсѣять обыкновенныя недоразумѣнія относительно этой науки, нужно-бы подвергнуть основныя механическія понятія подробному и точному изслѣдованію—задача (какъ замѣтилъ Карно) очень трудная, за которую мы здѣсь и не хотѣли браться. Мы хотѣли только указать на существованіе этой задачи, пояснить форму и содержаніе закона энергіи, а также подтвердить ссылками на знаменитыхъ ученыхъ тотъ фактъ, что механика постепенно освобождается отъ эмпирическихъ утверждений. Въ частности, законъ энергіи, какъ видно изъ словъ Гершеля и Ренкина, имѣетъ видъ тождесловной теоремы, вытекающей изъ самаго опредѣленія входящихъ въ нее количествъ; по справедливому и глубокому замѣчанію Ренкина, многихъ опредѣленій нельзя и составить иначе, какъ вводя въ нихъ свойство *сохраненія*.

Въ настоящее время эмпиризмъ имѣетъ такую силу, что есть первоклассные ученые, напримѣръ Гельмгольцъ, Риманнъ, признающіе самую геометрію за опытную науку. Что пространство имѣетъ три измѣренія, что оно вездѣ однородно и себѣ подобно, и другія подобныя положенія—эти эмпирики считаютъ за опытные данныя, и, слѣдовательно, предполагаютъ возможность пространствъ иного рода, съ другими свойствами. Въ механикѣ еще больше можно найти поводовъ къ такимъ эмпирическимъ мечтаніямъ. Но постепенное развитіе и уясненіе научныхъ понятій безъ сомнѣнія покажетъ, что тутъ совершается лишь нѣкоторое злоупотребленіе обобщеніемъ.

Относительно механики не можемъ не обратить еще вниманія на удивительныя изслѣдованія *Германа Грассмана*, создателя особой математической науки, которую онъ называетъ *наукою протяженій*, *Ausdehnungslehre*, и которая содержитъ въ себѣ общія начала для другихъ математическихъ наукъ. Содержаніе понятій и ихъ взаимная связь тутъ уясняются, можно сказать, до совершенной прозрачности. *Малая*

извѣстность этой науки протяженной зависитъ, кажется, отъ самаго ея совершенства и оттого, что ученые рѣдко занимаются изслѣдованіемъ началъ своихъ наукъ.

Основные законы механики Грассманъ излагаетъ слѣдующимъ образомъ. Онъ называетъ силою просто вещественное движеніе, такъ что, когда тѣло движется, онъ говоритъ, что оно *имѣетъ* силу, что сила ему *сообщена* или *присуща*. Затѣмъ онъ выставляетъ слѣдующіе четыре закона.

1. Присущая тѣлу сила всегда остается равна себѣ самой (т.-е. по величинѣ и направленію). (*Законъ инерціи.*)

2. Двѣ силы, сообщенныя одному и тому-же тѣлу, суммируются. (*Законъ сложенія.* Подъ сложеніемъ тутъ разумѣется „геометрическое сложеніе“, ученіе о которомъ, какъ и обо всѣхъ такихъ „геометрическихъ дѣйствіяхъ“, уже ранѣе изложено Грассманомъ.)

3. Двѣ матеріальныя частицы, получившія при какихъ-нибудь обстоятельствахъ равныя силы, получаютъ при всякихъ другихъ обстоятельствахъ тоже равныя силы. (*Законъ массы.*)

4. Если двѣ частицы, имѣющія равную массу, дѣйствуютъ другъ на друга, то сумма ихъ движеній остается та-же, какъ еслибы онѣ другъ на друга не дѣйствовали. (*Законъ противодѣйствія.*)

Въ такой формѣ эти законы имѣютъ видъ подобный виду геометрическихъ аксіомъ, и притомъ всѣ они заключаютъ понятіе *сохраненія*. Въ самомъ дѣлѣ, законъ инерціи утверждаетъ сохраненіе единичной силы въ единичной частицѣ; законъ сложенія—сохраненіе двухъ силъ въ единичной частицѣ (въ ихъ суммѣ); законъ массы приводитъ къ сохраненію массы; наконецъ законъ противодѣйствія выражаетъ сохраненіе совокупной силы при взаимномъ дѣйствіи частицъ.

Изъ этихъ законовъ прямо выводится такое общее положеніе:

Совокупная сила (или совокупное движеніе), присущая какой-нибудь системѣ матеріальныхъ частицъ въ какое-нибудь время, есть сумма совокупной силы (или совокупнаго движенія), которая была въ этой системѣ въ какое-нибудь

прежнее время, и всѣхъ силъ, сообщенныхъ ей въ промежутокъ между тѣмъ и другимъ временемъ. И, слѣдовательно, если системѣ не сообщается извнѣ никакой силы, совокупное движеніе системы остается постояннымъ, сохраняется *).

Въ этомъ изложеніи основныя понятія механики получаютъ чрезвычайную ясность, и, если мы станемъ смотрѣть на нихъ, какъ на выводы изъ нѣкоторыхъ фактовъ, то увидимъ, что факты эти подобны фактамъ, лежащимъ въ основѣ геометріи, наприм. что пространство вездѣ однородно, что двѣ прямыя линіи, параллельныя третьей, параллельны между собою, и т. д. Когда мы вникаемъ въ такого рода истины, мы не можемъ не чувствовать, что по самой природѣ своей онѣ совершенно отличны отъ опытнаго познанія, что ихъ, такъ или иначе, придется признать *аналитическими сужденіями*, какъ выражается Кантъ, то-есть сужденіями, въ которыхъ сказуемое составляетъ лишь раскрытіе подлежащаго, — словомъ *тождесловіями*. Доказать эту тождесловность или аналитичность можно только тщательнымъ и строгимъ изслѣдованіемъ понятій, которое, безъ сомнѣнія, современемъ будетъ совершено въ наукахъ. Иныхъ теперь еще смущаютъ даже такія положенія: *одна вещь равна другой*; они говорятъ, что этого никогда нельзя утверждать съ полною основательностью, потому что невозможно убѣдиться, что двѣ какія-нибудь вещи ни въ чемъ между собою не различаются. Но если мы скажемъ: „когда *мѣра* двухъ вещей одна и та-же, то мы говоримъ, что онѣ *равны*, и говоримъ это лишь *въ отношеніи къ этой мѣрѣ*“, то затрудненіе исчезаетъ, и вопросъ сводится къ тому, можемъ-ли мы, приложивши аршинъ къ одной и къ другой вещи, не сомнѣваться въ томъ, что прилагали къ нимъ тотъ-же самый аршинъ? То-есть, вообще, имѣемъ-ли мы право

*) Н. Grassmann, Die Ausdehnungslehre von 1844 etc. Leipz. 1878, стр. 43—45. Совершенно подобнымъ образомъ, уже Маклоренъ, а за нимъ Карно указывали, что „законъ противодѣйствія есть лишь обобщеніе закона инерціи“, именно „распространеніе его на какое-бы то ни было число тѣлъ“ (См. *Carnot. Principes*, стр. 61). Въ сущности, конечно, вся механика основывается на одномъ лишь законѣ инерціи.

употреблять понятія величины и мѣры? Послѣдовательныя эмпирики должны, однако-же, допускать и такое сомнѣніе*).

ХІІ.

Что-же изъ всего этого слѣдуетъ?

Исторія закона сохранения энергіи, смыслъ, который онъ въ себѣ содержитъ, и основанія, на которыхъ онъ держится, представляютъ намъ очень ясный образчикъ того, какой приемъ употребляютъ физическія науки при изслѣдованіи природы, чѣмъ онѣ при этомъ руководятся и какихъ познаній достигаютъ. Очевидно, вся цѣль этихъ наукъ состоитъ въ томъ, чтобы опредѣлять имѣющіяся въ природѣ *количественныя отношенія*, къ которымъ необходимо причислить и механическія. Еще полвѣка назадъ физика задавалась, повидимому, болѣе высокими цѣлями. Тогда говорили, что механика есть наука о законахъ движенія, а физика о его *причинахъ*; тогда физику опредѣляли какъ науку о *силахъ* природы, и говорили, что до сихъ поръ найдено такихъ силъ шесть: *тяготѣніе, частичное притяженіе, химическое средство, теплота, электричество и жизненная сила **)*. Разумѣется, нельзя было ручаться за то, что уже всѣ силы были найдены, почему и до сихъ поръ часто говорятъ о *вновь открытой силѣ*, о *неизвѣстныхъ силахъ* природы, и т. д. Но теперь, когда утвердилось господство закона энергіи, такъ говорить уже не слѣдуетъ. Совершился величайшій переворотъ во взглядѣ на науку. Уяснилось, что, также какъ и механика, физика не изслѣдуетъ *причинъ и силъ*, что она есть лишь приложение теоретической механики къ частнымъ случаямъ, нѣкотораго рода *земная механика* въ противоположность *небесной механикѣ*, изучающей движеніе небесныхъ тѣлъ. Поэтому, явленія, которыя прежде приписывались существенно различнымъ первоэданымъ силамъ, теперь считаются однородными, составляющими лишь различныя виды механическихъ

*) Здѣсь имѣется въ виду статья Гельмгольца Zählen und Messen въ Philosophische Aufsätze, Ed. Zeller gewidmet Leipz. 1887.

**) Э. Ленцъ, Руков. къ физикѣ, изд. 5-е. Спб. 1859, стр. 2.

процессовъ и потому подлежащими законамъ этихъ процессовъ и ихъ мѣрѣ. И физики торжественно заявили, что нашли законъ энергии, котораго не можетъ нарушить никакое открытіе *новыхъ силъ*, который обнимаетъ весь вещественный міръ въ его настоящемъ, прошедшемъ и будущемъ.

Практическая важность этого закона—величайшая и несомнѣнная. Физики получили средство точнѣйшимъ образомъ повѣрять свои опыты. Какъ химикъ, разлагая и слагая вещества, находитъ въ механическомъ законѣ сохранения массы средство убѣдиться, что его результатъ содержитъ все, что было въ данныхъ, подвергнутыхъ опыту, такъ теперь физикъ, изслѣдуя какія-бы то ни было явленія, можетъ повѣрять, сходятся-ли послѣдствія съ началомъ, соблюдается-ли та мѣра, которой подчинены всякія физическія явленія. Не говоримъ уже о приложенияхъ, о той сторонѣ дѣла, которая въ тѣсномъ смыслѣ называется *практическою*. Въ этомъ отношеніи, можно сказать вообще, что мы живемъ и дѣйствуемъ въ физическомъ мірѣ только благодаря познанію механическихъ отношеній. Только тутъ мы знаемъ порядокъ, который никогда намъ не измѣнить, можемъ отчетливо предвидѣть будущее и точно опредѣлять результаты нашихъ дѣйствій. Знаніе закона энергии безмѣрно увеличиваетъ нашу возможность распоряжаться вещественными явленіями.

Но чѣмъ выше значеніе этого закона въ указанныхъ областяхъ, тѣмъ меньше онъ отвѣчаетъ на наши другіе запросы. Онъ какъ будто вовсе не подвигаетъ насъ въ *дѣйствительномъ познаніи* природы, въ постиженіи того бытія, съ которымъ мы связаны всѣмъ существомъ своимъ. Разнообразіе явленій и существъ міра, ихъ гармоническое соотношеніе, ихъ различная существенность и правильная іерархія,—все это ничуть не проясняется. Напротивъ, законъ энергии указываетъ въ природѣ нѣкоторую черту однообразія, сглаживаетъ всякія различія, утверждаетъ единое правило, которому, въ извѣстномъ отношеніи, неизбѣжно подчинены всѣ вещественныя явленія. Физика, какъ мы видѣли, по самой своей сущности, ничего другого и не можетъ и не хочетъ

дѣлать, какъ отыскивать подобныя правила. Она смотритъ на міръ съ этой стороны, она всюду въ немъ отыскиваетъ только то, что можно подвергнуть математическимъ соображеніямъ; такимъ образомъ, ея изслѣдованія приводятся въ концѣ концовъ къ математическимъ теоремамъ. А это — истины формальныя, сводящіяся въ послѣднемъ анализѣ на тождества, въ которыхъ, поэтому, не раскрывается сущность вещей и внутренняя жизнь природы.

Заклучимъ удивительными словами Ньютона, которыя онъ прибавилъ въ концѣ къ послѣднему изданію своихъ *Principia mathematica philosophiae naturalis*:

„Отъ слѣпой метафизической необходимости, такъ какъ она всегда и повсюду бываетъ одна и та-же, не можетъ произойти никакого различія вещей. Все разнообразіе сотворенныхъ вещей въ разныхъ мѣстахъ и въ разныя времена могло произойти только и единственно отъ идей и воли Существа необходимо существующаго“.

Эти слова великаго генія составляютъ краткую формулу той мысли, которая смутно чувствуется каждымъ. Замѣтимъ только, что *метафизическая необходимость* сводится, какъ старался показать Гегель, на необходимость *логическую*, и что, если мы и не будемъ прямо приписывать Богу всякое наблюдаемое разнообразіе вещей, то, однако-же, *дѣйствительное познаніе, удовлетворяющее всѣмъ нашимъ запросамъ, должно исходить изъ этого разнообразія и необходимо приведетъ насъ къ Богу, укажетъ, что только въ Немъ содержится смыслъ всякаго бытія.*

23 ноября 1890.

Н. Страховъ.