

ТЕОРІЯ

ВЗАИМОДѢЙСТВІЙ НА РАЗСТОЯНІЯХЪ КОНЕЧНЫХЪ

И

ЕЯ ПРИЛОЖЕНІЕ КЪ ВЫВОДУ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХЪ

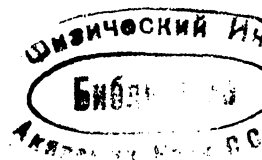
И ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХЪ ЗАКОНОВЪ.

Н. А. Умова.

МОСКВА.

—
1878.

ТЕОРІЯ



ВЗАИМОДѢЙСТВІЙ НА РАЗСТОЯНІЯХЪ КОНЕЧНЫХЪ

И

ЕЯ ПРИЛОЖЕНІЕ КЪ ВЫВОДУ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХЪ

И ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХЪ ЗАКОНОВЪ.

Н. А. Умова.

МОСКВА.

Въ Университетской типографіи (Катковъ и К°),
на Страстномъ бульварѣ.

1873.

Издание Московскаго Математическаго Общества, состоящаго при Императорскомъ Московскомъ Университетѣ.

ТЕОРІЯ ВЗАИМОДѢЙСТВІЙ НА РАЗСТОЯНІЯХЪ КОНЕЧНЫХЪ И ЕЯ ПРИЛОЖЕНІЕ КЪ ВЫВОДУ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХЪ И ЭЛЕКТРОДИНАМИ- ЧЕСКИХЪ ЗАКОНОВЪ.

Н. А. Умова.

I. Основанія теоріи.

§ 1. *Задача изслѣдованія.* Цѣль предлагаемаго труда заключается въ сведеніи явленій взаимодѣйствія тѣлъ на конечныхъ разстояніяхъ на явленія въ *средѣ*, ихъ окружающей. Эту среду я назову *промежуточной средой*.

Задача, которую я себѣ ставлю, уже нерѣдко затрогивалась, съ тѣхъ поръ какъ въ наукѣ укоренилось убѣжденіе, что всѣ явленія природы устанавливаются какъ во времени, такъ и въ пространствѣ лишь постепенно. При современномъ развитіи естествознанія, указанной идеѣ постепенности можетъ соотвѣтствовать только представленіе о послѣдовательной передачѣ движенія отъ однѣхъ матеріальныхъ частицъ другимъ бесконечно къ нимъ близкимъ. Вопросъ и разрѣшался обыкновенно въ этомъ направленіи. При этомъ свойства промежуточной среды приравнивались обыкновенно свойствамъ средъ уже изслѣдованныхъ, но самый выборъ тѣхъ или другихъ свойствъ среды никогда не опредѣлялся на основаніи какихъ нибудь общихъ руководящихъ началъ. Поэтому-то существующія въ наукѣ объясненія нѣкоторыхъ част-

ныхъ формъ взаимодѣйствій и не носятъ того отпечатка неизбежности, который желателенъ для объясненія явленій природы.

Приемъ, которымъ я пользуюсь для рѣшенія задачи, существенно иной. Я полагаю что при помощи математическаго анализа общихъ свойствъ взаимодѣйствій на разстоянiяхъ, познаваемыхъ изъ опыта, есть возможность придти къ ряду математическихъ выраженiй, которыя по существу не могутъ быть обойдены теорiями занимающаго насъ вопроса; и такъ какъ этими рамками ограничивается произволъ въ выборѣ исходныхъ точекъ изслѣдованiя, то рѣшенiе вопроса приобретаетъ болѣе общiй и менѣе случайный характеръ. Изложенiе этого анализа будетъ предметомъ слѣдующей главы, здѣсь же я займусь предварительнымъ выясненiемъ основныхъ понятiй, съ которыми намъ придется имѣть дѣло.

§ 2. Самое общее свойство взаимодѣйствiя на какихъ бы то ни было разстоянiяхъ, заключается въ равенствѣ дѣйствiя и противодѣйствiя. Это свойство я и принимаю за исходную точку анализа. Но оно можетъ быть выражено двоякимъ образомъ:

а) Два центра дѣйствуютъ другъ на друга на разстоянiи съ силами равными, но противоположно направленными;

б) при взаимодѣйствiи двухъ центровъ на разстоянiи измѣненiя живыхъ силъ ихъ относительныхъ движенiй одинаковы, будемъ ли мы предполагать тотъ или другой центръ находящимся въ покоѣ, а другой движущимся.

Между этими выраженiями я выбираю послѣднее, потому что оно, какъ будетъ сейчасъ показано, даетъ намъ возможность рѣшить наиболѣе простымъ образомъ вопросъ въ самой общей формѣ. Въ самомъ дѣлѣ, съ одной стороны понятiе о живой силѣ допускаетъ всевозможныя градацiи въ представленiи о зависимости взаимодѣйствiй отъ разстоянiя, съ другой стороны вопросъ о взаимодѣйствiи въ самой общей формѣ необходимо предполагаетъ сведенiе всѣхъ частныхъ случаевъ взаимодѣйствiя на разстоянiяхъ на такiя эле-

ментарныя взаимодействія, которыя уже не связаны неизбѣжно съ представленіемъ о разстояніи. Легко понять поэтому, что употреблявшійся до сихъ поръ способъ сводить случаи взаимодействія на конечныхъ разстояніяхъ на случаи взаимодействия на разстояніяхъ бесконечно малыхъ оставляетъ вопросъ на полдорогѣ, такъ какъ понятія о конечномъ и бесконечно маломъ разстояніи одинаково условны.

Эти соображенія даютъ возможность формулировать нашу задачу слѣдующимъ образомъ:

За выраженіе взаимности дѣйствій двухъ центровъ должно быть принято равенство измѣненій живыхъ силъ ихъ относительныхъ движеній, когда тотъ или другой центръ находится въ покой; измѣненія эти должны объясняться изъ явленій, происходящихъ въ промежуточной средѣ.

Въ этой формѣ рѣшеніе задачи получаетъ необходимо характеръ общности, такъ какъ изъ вопроса исключается опредѣленіе рода силъ, производящихъ явленія.

§ 3. Извѣстно, что разнообразныя силы дѣйствующія на разстояніяхъ, всегда могутъ быть приведены къ силамъ исходящимъ изъ нѣкоторыхъ центровъ, дѣйствующимъ по линіямъ ихъ соединенія и зависящимъ отъ разстоянія между ними. Объяснивши сначала взаимодействія послѣдняго рода, я дамъ ключъ къ объясненію взаимодействій болѣе сложныхъ.

Представимъ себѣ систему свободныхъ центровъ. Буквою v означаю скорость относительнаго движенія какого нибудь

центра, знакомъ $\sum \frac{mv^2}{2}$ живыя силы относительныхъ движеній всѣхъ центровъ. Буквою Π означаю функцію возрастающую при удаленіи системы центровъ изъ состоянія устойчиваго равновѣсія. Законъ сохраненія живыхъ силъ выражается тогда формулой

$$\sum \frac{mv^2}{2} + \Pi = const. \quad (1)$$

Величина Π названа Ранкиномъ потенціальной энергіей; величину $\sum \frac{mv^2}{2}$ я назову, вмѣстѣ съ Томсономъ, кинетической

энергіей системы. Уравненіе (1) показываетъ, что при измѣненіи расположенія центровъ, кинетическая и потенціальная энергія превращаются другъ въ друга.

Законъ сохраненія живой силы устанавливаетъ такимъ образомъ количественную зависимость между измѣненіями реального явленія — движенія, мѣру котораго представляетъ живая сила, и другою величиною — потенціальной энергіей или работою центральныхъ силъ.

Современныя физическія ученія воспользовались этимъ закономъ, не только для опредѣленія потерь живой силы съ количественной стороны, но стали принимать и работу центральныхъ силъ за то физическое явленіе, напряженность котораго на опытѣ возрастаетъ съ уменьшеніемъ кинетической энергіи и наоборотъ.

Не увлекаясь однако кажущеюся простотою этого допущенія, я проанализирую представленіе о работѣ, съ тѣмъ, чтобы уяснить себѣ можетъ ли соотвѣтствовать ему какое нибудь реальное явленіе.

Этотъ анализъ, для ясности, я произведу на примѣрѣ, такъ какъ отъ этого не уменьшится общность тѣхъ заключеній, къ которымъ онъ приведетъ насъ.

Представимъ себѣ камень, брошенный вверхъ отъ земли. Его живая сила постепенно убываетъ, наконецъ, на извѣстной высотѣ, обращается въ нуль. Во время движенія камня, совершалась работа центральными силами, поглощавшая живую силу. Когда движеніе кончилось, въ явленіи не существуетъ ни живой силы, ни работы ее поглощавшей. Слѣдовательно, если мы примемъ, какъ это до сихъ поръ дѣлается, что работа центральныхъ силъ есть то явленіе, въ которое превращается живая сила, то мы приходимъ къ слѣдующему противонаучному объясненію процесса потери живой силы: живая сила поглощалась работою центральныхъ силъ, однако какъ только эта работа поглотила всю живую силу такъ она сама уничтожилась. Это нелѣпое заключеніе ясно показываетъ, что работа не есть явленіе реальное, а чисто условное понятіе, выводимое изъ хода явленія.

И такъ резервуаръ, въ который скрывается потерянная живая сила долженъ быть отыскиваемъ въ другомъ мѣстѣ. Можно думать, что живая сила скрылась въ то напряженное состояніе, въ которомъ находятся взаимныя силы земли и камня, когда послѣдній достигъ высшей точки своего пути. Не говоря уже о темнотѣ соединяющейся съ такимъ представленіемъ, легко видѣть, что оно не приложимо даже къ простому случаю мною приведенному. Дѣйствительно, при малой высотѣ поднятія камня надъ землею, его вѣсъ какъ извѣстно одинаковъ на всѣхъ точкахъ пути; значить въ напряженномъ состояніи силъ нельзя искать объясненія нашего явленія.

Единственное представленіе о процессѣ превращенія кинетической энергіи въ потенціальную, которое удовлетвори-ло бы требованію физическаго объясненія фактовъ, заключается въ слѣдующемъ:

Кинетическая энергія центровъ переходитъ на частицы промежуточной среды и наоборотъ. Переменная часть потенціальной энергіи представляетъ количество живой силы перешедшей съ относительнаго движенія центровъ на весьма малыя движенія частицъ промежуточной среды, не подлежащей нашему наблюденію. Другими словами:

Измѣненія суммы живыхъ силъ движеній центровъ равны по противоположны по знаку измѣненіямъ живой силы весьма малыхъ движеній частицъ промежуточныхъ средъ.

§ 4. Такъ какъ выведенное нами физическое представленіе о переходѣ кинетической энергіи въ потенціальную необходимо предполагаетъ существованіе по крайней мѣрѣ двухъ средъ, то это же самое представленіе влечетъ за собою неизбѣжно заключеніе, что каждая среда природы, обособленная отъ остальныхъ средъ, не можетъ быть мѣстомъ явленій, обусловливаемыхъ развитіемъ потенціальной энергіи. Таковую обособленную среду я назову *простой*.

Тѣла природы, въ которыхъ мы замѣчаемъ превращеніе кинетической энергіи въ потенціальную, представляютъ среды *сложныя*, т. е. среды, состоящія или изъ нѣсколькихъ прос-

тыхъ средъ, или же проникнутыя одной общей простой средой, разлитой въ весь міровомъ пространствѣ.

Къ только что сказанному я долженъ прибавить однако, что на опытѣ не всякое исчезаніе кинетической энергіи можетъ считаться признакомъ сложности среды. На опытѣ мы встрѣчаемся съ одной стороны съ несовершенствами измѣрительныхъ снарядовъ, съ другой съ постулируемой наукой сложностью матеріальныхъ частицъ — представленіе, которое даетъ возможность мысли о переходѣ части живой силы на подлежащія нашему наблюденію движенія молекулъ и атомовъ.

Напримѣръ даже въ совершенныхъ газахъ, которые скорѣе всего должны быть отнесены къ простымъ средамъ, переходъ кинетической энергіи въ потенциальную все таки имѣетъ мѣсто, хотя и въ ничтожныхъ размѣрахъ (здѣсь подъ кинетической энергіей мы разумѣемъ живую силу относительныхъ перемѣщеній частицъ газовъ).

Зная физическій смыслъ исчезанія кинетической энергіи, я заключаю далѣе, что измѣненіе расположенія частицъ и ихъ составныхъ частей, дающее отрицательную величину для математическаго выраженія работы внутреннихъ силъ, есть явленіе, сопровождающее переносъ кинетической энергіи съ частицъ среды нами наблюдаемой на частицы средъ или на формы движенія, не подлежащія нашему наблюденію.

Имѣя въ виду все вышесказанное, я могу формулировать слѣдующимъ образомъ законъ сохраненія энергіи:

а) Всякое измѣненіе въ величинѣ живой силы обусловливается ея переходомъ съ частицъ одной среды, на частицы другихъ средъ, или же съ однѣхъ формъ движенія на другія.

б) Определенное количество живой силы остается себѣ равнымъ при всякой смѣнѣ явленій; слѣдовательно количество живыхъ силъ природы неизмѣнно.

Въ заключеніе я долженъ еще упомянуть о томъ, что въ дальнѣйшемъ изслѣдованіи промежуточная среда принимается у меня простою, потому что иначе, изысканіе затруднилось бы совершенно бесполезно введеніемъ неопредѣленнаго числа средъ не подлежащихъ нашему наблюденію.